

熊本電鉄の都心乗り入れとLRT化計画案実施に伴う利用需要予測, および費用対効果の実証分析

溝上 章志¹・橋内 次郎²・斎藤 雄二郎³

¹正会員 熊本大学大学院教授 自然科学研究科 (〒860-8555 熊本市黒髪2丁目39-1)

E-mail: smizo@gpo.kumamoto-u.ac.jp

²学生会員 熊本大学大学院 自然科学研究科 (〒860-8555 熊本市黒髪2丁目39-1)

³熊本電気鉄道株式会社 営業本部長 (〒860-0862 熊本市黒髪3丁目7-29)

地方鉄道の廃止が相次いでいる一方で、LRTへの期待が高まっており、各地でその導入が計画されている。昭和28年以降、連続で赤字経営を余儀なくされている熊本電鉄でも、路線の都心乗り入れとシステムのLRT化を骨子とした計画案を発表した。本報告では、沿線住民を対象に実施したアンケート調査より、沿線住民のLRTへの転換や自治体の財政支援に対する意向を明らかにした。また、非集計型手段選択モデルによる交通機関分担プロセスと交通機関別詳細ネットワークへの均衡配分プロセスを含む技法による需要予測, および「鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル99¹⁾」に準拠した費用対効果分析を行った。その結果、本LRT化計画案は社会経済的効率性だけでなく事業採算性も高いプロジェクトとなる可能性があることが示された。

Key Words : LRT, disaggregate mode choice model, demand forecasting, cost benefit analysis

1. はじめに

近年、多くの地方民営鉄道は、利用者の減少によって経営が悪化し、存続の危機に陥っている。地方民営鉄道は、元々経営規模が小さい上に、経営が逼迫しているために投資余力がない。そのため、線路や駅などのインフラ部や車両などの設備だけでなく、運行頻度や表定速度などのサービス水準が劣悪なまま放置されているのが現状である。一方で、モータリゼーションが飛躍的に進行した上に、道路網整備やTDMの導入などにより、地方都市においても道路交通サービス水準は着実に改善されて、自動車の利便性は地方鉄道のそれに比して確実に向上した。

このような中、平成16年6月に、熊本都市圏北部を運行している熊本電鉄は、現在の軌道の延伸による熊本市電への乗り入れ、システムのLRT化を骨子とする鉄道活性化計画（以下、LRT化計画と記す）を提案し、公表した。また、この計画に対して行政の支援がなく、実現できない場合は鉄道事業を廃止してバスで代替する（鉄道廃止バス代替計画案と記す）と発表している。いずれにしても、技術

的により信頼性の高い手法を用いて、各計画案が導入された場合の利用需要の予測と費用対効果の評価を行うことが求められている。

本報告では、1)「公共交通の利用実態と意識に関する調査：熊本電鉄の市電乗り入れ・LRT化計画案に対する利用意向」を実施し、これをデータベースとして、沿道住民のLRT化計画案実施時の手段転換や自治体による財政支援に対する意向を明らかにする。2)上記の2つの代替案について、これまでに蓄積されている非集計型手段選択モデルと均衡配分手法に基づく交通需要予測, および「鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル99」（以後、マニュアル99と記す）に準拠した費用対効果分析を行うことにより、社会経済的効率性と事業採算性の両方に関する検討を行うことを目的としている。

各地で地方鉄道再生計画が立案されているものの、マニュアル99が公表されるまでは、交通需要予測や費用対効果分析のための標準的な技法が示されていなかったために、実務では *ad hoc* な方法が取られていた。一方、研究面では、現存しない新規交通手段に対する選好意識データを用いた手段転換モデ

ルや、効用最大化理論に基づく需要予測手法に理論的に整合した便益評価法など、要素的な研究の深化が精力的に進められている。その反面、マニュアル 99 に沿ってこれらの成果を統合的に適用した事例はあまりないように思われる。論文として報告された近年の例としては、貴志川線存続のための費用と効果分析を行った辻本^{2), 3)}の研究がある。この研究では、1)廃線後の鉄道からバスやマイカーへの転換率を外生的に設定した3つのケースに対して、2)自動車への転換によって影響を受ける道路を貴志川線沿線だけに限定し、さらに、3)自動車利用者の経路も外生的に与えて需要予測と費用便益分析を行うなど、その技法は極めて初歩的なものに止まっている。

本報告で導入した技法は、下記のような点で特徴的である。

- 1) 熊本電鉄の LRT 化計画案が実現したときの影響は、沿線地域だけでなく都市圏全域に及ぶと考えられる。そこで、第3回熊本都市圏 PT 調査全域を分析対象とし、マニュアル 99 に準拠して需要予測と費用対効果分析を実施した。
- 2) LRT による公共交通サービス水準の改善は、高齢者や運転免許非保有者などのモビリティを向上させると考えられる。そこで、交通機関分担需要の予測には、LOS 変数以外に、年齢階層などの個人属性も説明変数に導入した非集計型手段選択モデルを適用した。さらに、集計化にはゾーン別個人属性別の人口を母集団とする数え上げ法を用いて、将来の人口構成の変化に対応できるようにした。
- 3) 分析対象である熊本電鉄だけでなく、市電や JR 線、およびバスについても、路線とそのサービス水準を個別に設定した公共交通機関ネットワークを構成し、公共交通機関利用 OD 需要の一般化費用による確率配分を行った。
- 4) 当然、自動車交通についても都市圏道路網ネットワークへの均衡配分を行っている。
- 5) 簡易的ではあるが、上記の 2)~4)を繰り返すことによって、サンプル個人ベースで各交通手段の所要時間を均衡させるメカニズムを組み込んだ。
- 6) マニュアル 99 に準拠して、LRT 化、および鉄道廃止バス代替の2つの計画案 (with) に対して、現況 (without) との費用便益分析を行った。

以下、本報告の構成を示す。まず、2. では熊本電鉄の現状とLRT化計画案の概要について概説する。3. では前述した「公共交通の利用実態と意識に関する調査：熊本電鉄の市電乗り入れ・LRT化計画案に対する利用意向」の概要と、集計分析の中から興味ある結果を紹介する。4. では、両計画案に対して、上記の特徴を持つ交通需要予測手法を適用して

需要を予測し、それを基に5. で費用対効果分析を行った。最後に6. で本研究の成果と今後の課題について述べる。

2. 熊本電鉄の現状とLRT化計画案の概要

(1) 熊本電鉄の現状

LRT 化計画のある熊本電鉄藤崎宮線は、熊本市とその北部で隣接する旧西合志町（現合志市の西部）とを結ぶ、総延長 9.7km、駅数 13、軌道は単線・狭軌の民営鉄道である。サービス水準は、表定速度が 22.4km/h、最小運行間隔は 15 分であり、離合可能な駅が 3 駅しかないことから、現行ではこれ以上の頻度を提供することは不可能である。さらに、都心側終点の藤崎宮前駅の終発は 21 時台である。また、藤崎宮前駅は市電路線がある都心部まで約 1km の距離を残しており、利用者にとって都心部へのアクセス、市電やバスへの乗換えの利便性が極めて低い。

平成 16 年度の熊本電鉄藤崎宮線（他に上熊本線がある）の輸送人員は、1 日平均約 3,700 人（熊本電鉄全線では 4,500 人）である。駅別の乗降客数では、藤崎宮前駅が乗降合わせて約 2,300 人であるが、郊外側終点の御代志駅が 700 人、いくつかのバス路線が集まっている須屋駅、堀川駅などが 600 人程度に過ぎない。また、平成 10 年度以降 5 年間の輸送人員指数は、市電が 0.95 で止まっているのに対して、熊本電鉄は 0.88 であり、輸送人員の経年的な減少は著しい。経営状況は、昭和 28 年以降 51 年連続赤字が続いており、累積赤字額は 22 億円に達している。熊本電鉄は鉄道事業とともにバス事業も経営しており、鉄道事業の赤字分はバス事業によって補填してきた。

以上のように、熊本電鉄は現在の機材や施設のままでのサービス改善は困難である。今後、人口減少やモータリゼーションがさらに進めば、経営はさらに逼迫した状況になり、鉄道事業そのものを維持できなくなるおそれもある。一方で、熊本電鉄沿線の潜在的利用者数は決して低いわけではない。熊本電

表 1 熊本電鉄と熊本市電との比較 (H9)

	沿線人口	利用者
熊本電鉄 (藤崎宮前～須屋)	46,000人	4,767人
熊本市電 (水道町～健軍)	41,000人	29,312人

注 1) 沿線人口は沿線両側の 500m 標準メッシュ内の人口
注 2) 両者の区間はほぼ同一の距離である



図-1 LRT化計画案 (パンフレット「熊本市および県北東地域の公共交通サービスの改善に向けて」に記載)

表-2 熊本電鉄の現況とLRT化計画案のサービス水準

	現況	LRT化計画案
運転区間	藤崎宮～御代志 9.7km	水道町～大池 12km
軌間	1067mm	1435mm
駅数	13	17 (大池, 女性センター, 白川公園を新設)
ホーム高	1100mm	350mm
車両数	2両6編成, 単車2両	LRT車両 12編成
最高速度	50km/h	70km/h
車両定員	296人/1編成	153人/1編成
営業時間	御代志始発 6:51 藤崎宮終発 20:25	大池始発 5:10 藤崎宮終発 23:35
運転本数	御代志～藤崎宮間 平日上下81本	大池～水道町 平日上下約200本
所要時間	御代志～藤崎宮間約25分, 通町筋まで徒歩15分, 計約40分	大池～水道町約26分
市内乗入バス本数	上下約597本	上下288本
バス運行頻度	597本	現行バス 267本 フィーダバス 405本 新設バス 116本

鉄と市電の沿線人口に対する利用者数の比較⁴⁾を表-1に示す。熊本電鉄の利用者数は沿線人口に対して極めて少ないことが明らかである。LRT化計画

によって利用需要を増やし、経営を健全化させる可能性は高いと考えられる。

(2) LRT化計画案の概要

公表されたLRT化計画案の概要を図-1と表-2に示す。この計画案には、以下のような特徴がある。

1) 路線延伸による都心部市電路線への乗り入れ：現在終点の藤崎宮前駅から水道町電停までの約1kmを軌道を延伸し、都心部まで乗り入れを行う。その際、全線を標準軌に変更することで熊本市電と結節して、九州新幹線の全線開業を平成23年度に控えている熊本駅までの直通運転が可能となる。なお、北熊本から上熊本までの上熊本線は既存システムのまま、存続する。

2) LRT化による運行サービスの高速・高頻度化：システムのLRT化、軌道の部分的複線化などにより、郊外部において最高速度70km/hで走行可能となり、表定速度は35.3km/hに改善される。これにより、現在の始・終点である御代志駅～藤崎宮前駅の所要時間は、現行の25分から約17分と約7割となる。ちなみに、バスでの同区間の所要時間は約30分である。運行時間帯は、現行では始発が6時台、終発が21時台であるが、計画案ではそれぞれ5時台、翌0時台と大幅に延長される。

3) 並行バス路線の整理と主要乗り継ぎ駅へのフィーダー路線化などのバス路線再編：効率的輸送とバスサービスの高頻度化を実現するため、現行では鉄道と並行して都心部への乗り入れを行っている熊本電鉄のバス路線を整理し、LRTの主要駅を結節点とするフィーダーバス路線網へ再編する。それに伴い、郊外駅でのバスとLRT間の乗換え駅を整備する。また、自動車や自転車との連携を強化するために、P&R駐車場や駐輪場の整備を行う。料金体系はバスとLRTとも現在のバスと熊本電鉄線と同じとするが、両者を乗り継ぐ場合は、乗り継いだ手段の初乗り運賃を払うことなく、通しの料金とする。

4) まちづくりやソフト施策との連携：利用しやすい電停の整備やユニバーサルデザインを考慮したLRV車両の導入などにより、中心市街地の活性化にも貢献することが期待されている。また、ICカードを利用したポイント付与など、都心部の商店街との連携も提案されている。さらに、公共施設等へのアクセスを高めるため、3駅（大池、総合女性センター前、白川公園）を新設する。また、旧西合志町では、大規模駐車場が確保可能な大池駅までの1.2kmの延伸によって、公共交通指向型まちづくり(TOD)計画を作成予定である。

5) 効果発現の程度が異なる複数自治体の関与、および他の交通事業者との調整：効果が全域に及ぶ旧西合志町に対して、北部地域だけが受益を受ける熊本市のように、効果発現の程度が異なる複数の自治体が関与する。また、同じ熊本市であっても、熊本電鉄沿線の市北部地域では交通利便性が向上する一方で、東部地域では熊本電鉄の市電乗入れによって市電の運行間隔や表定速度などのサービス水準が落ちるのではないかといった市電側の懸念がある。また、都市圏には3つの民営の交通事業者がある中で、何故、熊本電鉄のLRT化計画だけに公的な支援がなされるのかといった他交通事業者の不満も大きい。

本計画案の総事業費は100億円以上と見込まれており、熊本電鉄単独で実施することは不可能であるため、公的支援の要請を行った。現在、事業計画書

の精査と検討が行われている。もし、実施に向けた行政からの財政支援の結論が出ない場合は、平成20年度には鉄道事業を廃止する予定となっている。この場合、現行バス555本に加えて、辻久保一須屋一交通センター路線66本を主とした廃止代替バス133本を運行し、合計で688本を運行する計画である。

3. 公共交通の利用実態と意識に関する調査

(1) 調査の概要

熊本電鉄が敷設された旧西合志町とその他の沿線地域（熊本市北部地域、旧菊池市、旧合志町、菊陽町、旧泗水町）を対象に、平成16年10月に「公共交通の利用実態と意識に関する調査：熊本電鉄の市電乗り入れ・LRT化計画案に対する利用意向」を行った。本調査の目的は、現在の交通手段の実態把握、LRT化計画実施時の手段転換意向や自治体による財政的支援への賛否を明らかにすることである。

本調査は1)世帯票、2)通勤通学票、3)買い物・習い事票の3種類の調査票から構成されており、配布世帯にそれぞれ1部、2部、2部ずつ配布した。調査内容を表-3に示す。世帯票は世帯主が調査対象である。通勤通学票と買い物・習い事票は、それぞれ家族の中で熊本市方面へ通勤や通学をしている構成員、買い物や習い事、通院などの日常目的で熊本

表-3 各調査票の質問内容

世帯票	通勤・通学票 買い物・習い事票
1.住所 2.自動車の保有 3.家族構成 4.家族の熊本電鉄の利用状況 ・目的 ・頻度 ・乗降駅	1.個人の社会経済特性 2.現在の利用交通実態 ・利用交通手段 ・所要時間、待ち時間、費用、混雑の程度など 3.代替交通手段と経路 4.LRT化後の熊電に対する選好意志 5.LRT化後の熊電を利用のための支払い意志額 6.熊電の支援方策

表-4 被験者に示したLRT化計画によるサービス改善の内容

	計画の詳細	乗車駅から目的地までの料金	乗車駅-藤崎宮前間の乗車時間	藤崎宮前-通町筋間の所要時間
現状	<ul style="list-style-type: none"> 既存車両 藤崎宮前駅で下車し、通町筋まで徒歩 	現在のまま	現在のまま	現在のままで徒歩で約15分
改善案	<ul style="list-style-type: none"> 既存熊本電鉄区間をLRT化 路線網の再編など、最寄り駅までのバスサービスの改善 線路を藤崎宮前駅から延伸して熊本市電に直接乗り入れ 	公共交通機関で目的地まで行くときの料金のまま	現在よりも約20%の短縮	LRTに乗りしたままで約6分

表-5 各調査票の回収状況

調査票	西合志町	その他の沿線地域	計
世帯票	2,406	943	3,349
通勤・通学票	894	497	1,391
買い物・習い事票	2,324	1,071	3,395

市中心部へ出かけているすべての構成員が対象である。その際、LRT 化計画の概要を被験者に説明するために、「熊本市および県北東地域の公共交通サービスの改善に向けて」というパンフレットを同封した。表面にはストラスブールやアムステルダムのLRTの写真と共にLRTシステムの概略が説明されている。また、内面には熊本電鉄のLRT化計画の概要を路線図とイメージ図(図-1参照)によって解説している。また、所要時間や料金設定法は表-4で解説されている。ただし、車両や駅施設、運行頻度や終電時刻などの改善点については、それらの詳細は示していない。

調査票は、旧西合志町では町から全戸約9,300世帯に郵送で、その他の沿線地域にはランダムに抽出された約2,000世帯に調査員が手渡し配布した。回収は全て郵送で行った。両地域における各調査票の回収数を表-5に示す。

本調査では、非集計型交通手段選択モデルを推定するために、自動車利用者には代替手段として公共交通機関を利用する場合の経路とその所要時間などのLOSを、公共交通機関利用者には自動車を利用した場合のLOSを訊いている。

(2) 集計分析の結果

ここでは、上記調査から得られた幾つかの興味ある分析結果を示す。その他の結果については文献5)を参照されたい。

a) 調査世帯の特性と熊本電鉄の利用頻度

対象地域における自動車保有率は91.3%と高く、2台以上保有している比率は59.3%である。また、1世帯当たりの保有台数は1.86台であった。

日常の熊本電鉄の利用目的と頻度を図-2に示す。利用目的では、買い物目的の利用が4割、通勤通学目的が15%となっており、買い物などの日常目的の利用が多い。利用頻度は、「年に数回」が4割以上、「月に数回」が35%と両者で約8割を占める。一方、「ほぼ毎日」と「週に1, 2回」はそれぞれ1割程度である。

b) 交通目的別の利用手段、および代替手段

交通目的別・地域別の現利用交通手段を図-3に示す。通勤通学目的の現利用手段は「自動車」が最

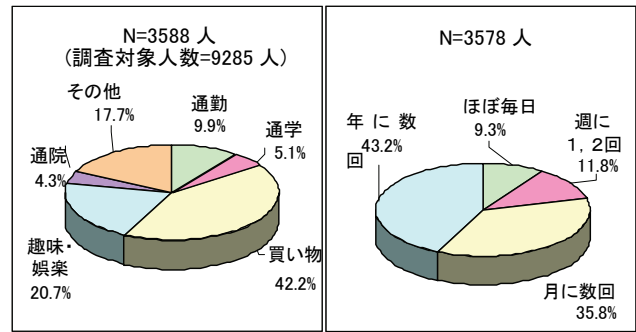


図-2 日常の熊本電鉄利用目的(左)と利用頻度(右)

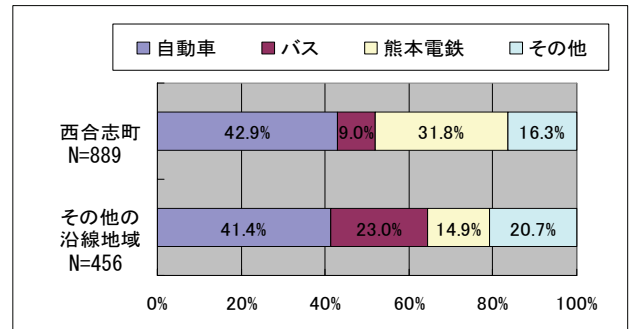


図-3 通勤・通学目的交通における利用交通手段

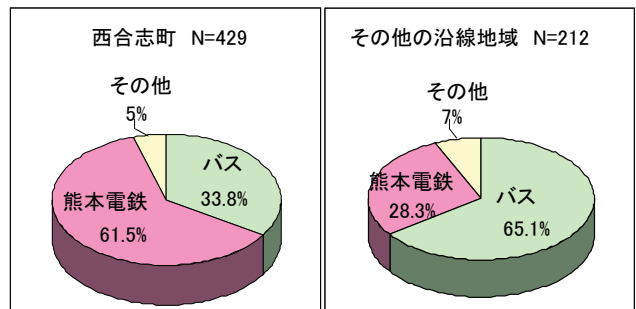
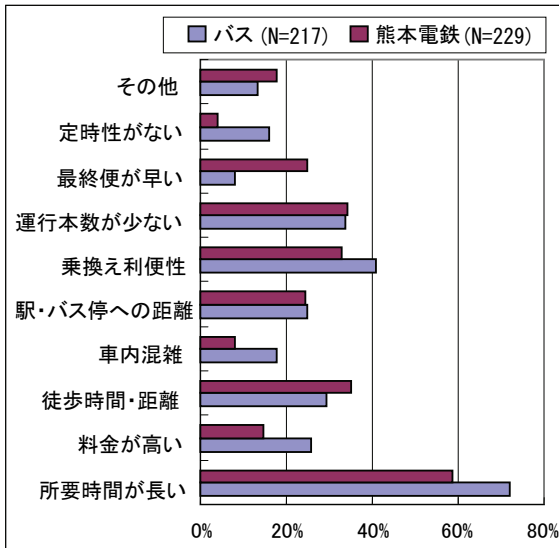


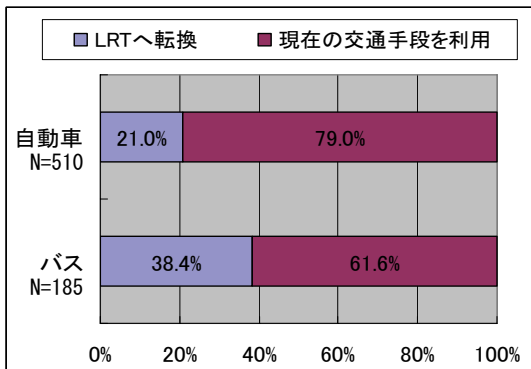
図-4 通勤・通学目的交通における地域別の自動車利用者の代替交通手段

も多く、両地域共に4割以上もある。旧西合志町では「熊本電鉄」は2番目に多く、3割強である。その他の沿線地域では「バス」が2番目に多いが、「熊本電鉄」の利用率も15%程度ある。一方、日常目的では、旧西合志町では「熊本電鉄」利用者が5割以上を占めている。その他の沿線地域では「バス」の利用が最も多く、「熊本電鉄」の利用率は14%である。

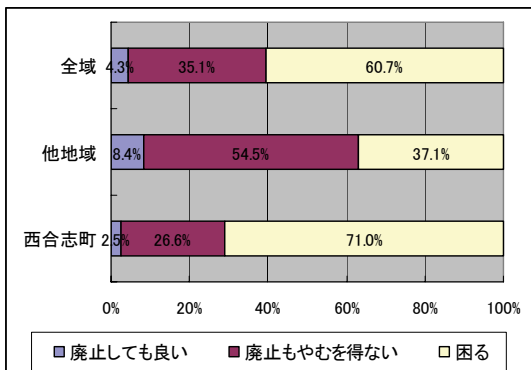
次に、交通目的別・地域別に自動車利用者の代替交通手段を図-4に示す。通勤通学目的に対しては、旧西合志町では約6割が「熊本電鉄」、3割が「バス」を自動車の代替手段としている。その他の沿線地域では「バス」が65%であり、「熊本電鉄」は約3割である。一方、日常目的に対しては、旧西合志町で6割、その他の沿線地域でも2割が「熊本電鉄」



図一五 通勤・通学目的交通における自動車利用者が代替交通手段を利用しない理由 (複数回答可)



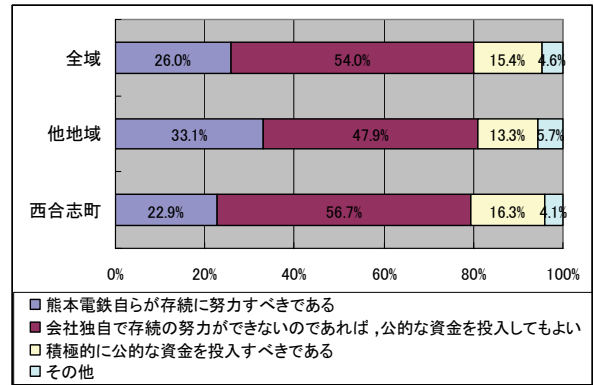
図一六 通勤・通学目的交通における現利用交通手段別のLRTへの転換意向



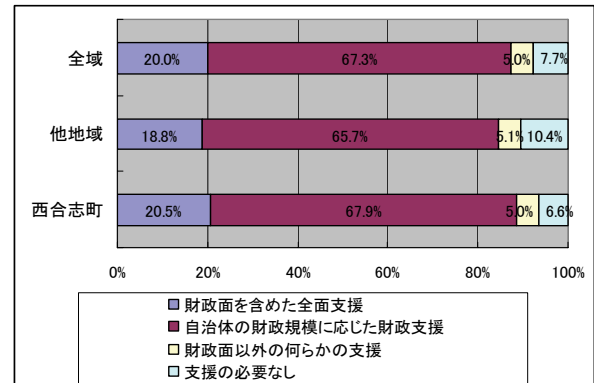
図一七 熊本電鉄鉄道部門廃止に対する意向

を自動車の代替手段としている。これより、熊本電鉄の潜在需要者はかなり高いといえよう。

図一五にはこれらの代替交通手段を利用しない理由を、交通目的別にバス、熊本電鉄ごとに示す。これによると、両目的、両手段共に約6割の人が「所要時間が長い」を利用しない理由に挙げている。そ



図一八 地域別の熊本電鉄存続のための方策



図一九 LRT化計画に対する対応策への意向

の他では、日常目的の熊本電鉄で「徒歩時間や距離が長い」が多い。また、「運行本数が少ない」が3割程度あり、乗換え利便性やアクセスの悪さ、運行頻度などへの不満が多い。

c) LRTへの転換意向

通勤通学目的交通におけるLRT化計画案実施時のLRTへの転換意向を交通目的別・現利用交通手段別に図一六に示す。通勤通学目的では自動車利用者の2割強、日常目的では約4割が、バス利用者では両目的とも35%程度が「LRTへ転換する」と答えている。

d) 廃止案、および存続のための支援策に対する意向

熊本電鉄の鉄道部門廃止案に関する意向を図一七に示す。「廃止しても良い」という比率は全域で4%程度である。廃止されると「困る」と回答している比率はその他の沿線地域では4割であるが、旧西合志町では7割にも上る。現利用手段別では、当然ながら熊本電鉄利用者の85%が「困る」と回答しているが、自動車利用者の約5割、バス利用者でも約45%が「困る」と回答している。その理由としては「将来運転できなくなったときに必要」や「子供の将来の通学に必要」などが多く見られた。

熊本電鉄存続のための方策に対する意向を図一八に示す。最も多いのは「会社の自助努力で解決できない場合には公的資金を投入しても良い」とする意

見であり、旧西合志町55%、その他の沿線地域でも47%程度ある。また、「積極的に公的な資金を投入すべき」という意向も15%程度あり、これを含めて何らかの公的支援を容認する意見は旧西合志町で7割、その他の沿線地域でも約6割存在する。現利用交通手段別では、積極的な公的支援の意向を示しているのは熊本電鉄利用者で約8割である。自動車利用者やバス利用者であっても、両者とも約65%が積極的な公的支援の意向を示しているのは興味深い。

本LRT化計画に対する対応策への意向を図-9に示す。両地域ともに約65%が「自治体の財政面を含めた財政支援」を支持している。「財政面を含めた全面支援」を支持している意見も2割程度あり、旧西合志町では約90%、その他の沿線地域でも85%がこれらの積極的対応策を支持している。現利用手段別では、「財政面も含めた全面支援」と「自治体の財政規模に応じた財政支援」という財政面に対する支持率が最も高いのは熊本電鉄利用者で、約9割である。また、バス利用者、自動車利用者でもその約8割が財政面での支援策を支持している。

4. 交通需要の予測プロセス

(1) LRT化計画案に対する需要予測手順

LRT化計画案に対する交通需要の予測フローを図-10に示す。まず、前章で述べた調査から得られたサンプルを用いて、次節(2)で交通目的別に非集計型交通手段選択モデルを推定する。(3)では、各サンプルが属する母集団を第3回熊本都市圏パーソントリップ調査のCゾーン単位の年齢階層別ODペア間トリップとし、各サンプルの各選択肢に対する選択確率の平均値を当該選択肢の集計化シェアとする数え上げ法を用いて、交通目的別交通機関別OD交通需要を推計する。このようにして得られた公共交通機関利用OD交通需要を、(4)で以下に示す3種類の公共交通機関ネットワークに確率配分することによって、鉄道とバスの路線ごとの利用需要を推計する。

- 1) 現況の熊本電鉄、市電、JRと、熊本電鉄を含むすべてのバス事業者が設定したバス路線網が設定されたネットワーク(現況ネットワーク)
- 2) 熊本電鉄の軌道を延伸して市電へ乗入れ、システムはLRT化され、従来の熊本電鉄バス路線網は主要な駅へのフィーダー化を図るために再編されたネットワーク(LRT化ネットワーク)
- 3) 鉄道を廃止し、その分を新たなバス路線網で代替するというネットワーク(バス代替ネットワーク)

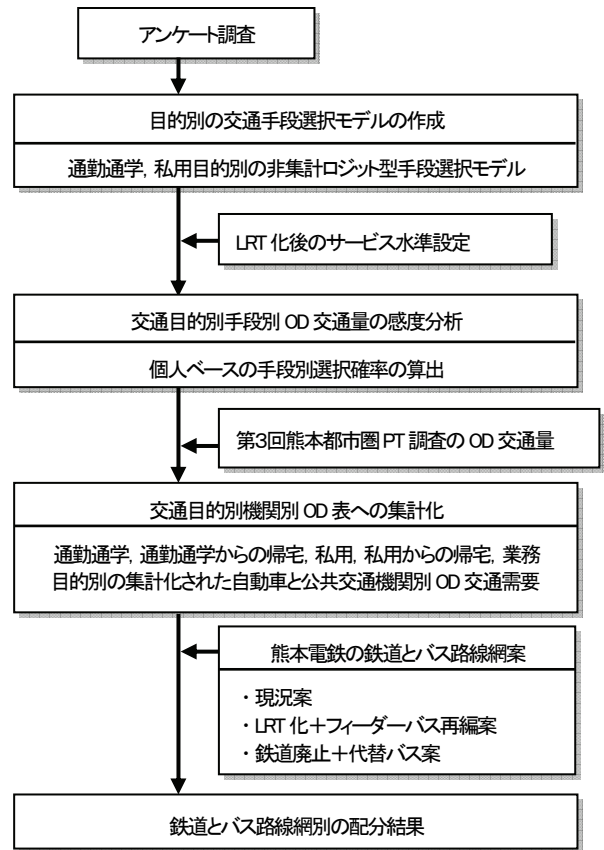


図-10 交通需要予測のフロー

表-6 通勤・通学目的の手段選択モデル

説明変数	パラメータ	t値
バスダミー	-1.671	-5.90
熊電ダミー	-0.817	-3.45
所要時間(分)	-0.025	-5.21
自動車の駐車料金(円/月)	-0.000178	-10.60
30歳未満ダミー(自動車)	-1.040	-3.42
サンプル数	587	
ρ^2 値	0.388	

表-7 私人目的の手段選択モデル

説明変数	パラメータ	t値
バスダミー	-1.499	-5.24
熊電ダミー	0.668	2.67
所要時間(分)	-0.0280	-7.30
自動車の駐車料金(円/回)	-0.000498	-2.16
バス・熊電料金(円/片道)	-0.00100	-2.39
30歳未満ダミー(自動車)	-0.648	-2.96
60歳以上ダミー(自動車)	-1.241	-5.99
サンプル数	872	
ρ^2 値	0.218	

(2) 交通手段選択モデルの推定

通勤通学票、および買い物・習い事票から得られたデータを用いて、それぞれ通勤通学目的、私用目

的の手段選択モデルの推定を行った。なお、モデルは自動車と公共交通（バスと熊本電鉄）を選択肢とする2項ロジットモデルである。推定結果をそれぞれ表-6、表-7に示す。説明変数の t 値、 ρ^2 値は大きく、高い統計的有意性、適合性を持ったモデルが推定されている。将来の年齢構成の変化による分担需要の変動を考慮するため、説明変数に年齢別ダミー変数を導入した。通勤通学目的では30歳を閾値として2つ、私用目的では30歳と60歳を閾値として3つの年齢階層別に予測を行う。自動車の効用関数において、30歳未満ダミー、60歳以上ダミーのパラメータ値が負の値をとっていることから、これらの年齢階層は公共交通機関を選択する傾向が強いことが示されている。これらのモデルは将来の交通機関別分担需要を予測するモデルとして有用と考えられる。

時間評価値はこれらのモデルによる選好接近法を用いて算出する。私用目的の手段選択モデルには、所要時間に加えて「バス・熊本電鉄料金」が有意な変数として導入されたため、選好接近法によって時間評価値を算出した結果、28.0円/分となった。この値は毎月勤労統計調査⁶⁾に基づく時間評価値と比較してやや過小かもしれない。一方、通勤通学目的の手段選択モデルの効用関数には、費用に関する説明変数として「自動車の駐車場料金」だけが統計的に有意な変数として導入された。これは、通勤通学目的の交通需要は価格弾力性が低いと考えられる。これらの結果を参考にして、全ての交通目的の時間評価値を30.0円/分として以後の分析を進めることにする。所得接近法による時間評価値の全国平均値は37.4円/分（2003年）であることから、推計される便益額は過小評価となり、安全側になる。

(3) 交通目的別交通機関別分担OD需要の推計

PT調査に整合した表-8に示す交通手段、交通目的の区分ごとに、道路網と公共交通路線網に配分してパーソントリップベースのOD交通需要を推計する。現況とLRT化計画実施後の将来の便益を比較するのに用意されるべき交通目的別交通機関別のOD交通需要を表-9に示す。このうち、現況の交通需要は第3回熊本都市圏PT調査マスターデータの集計より、将来の交通需要は(1)で述べたサンプル毎の交通手段別選択確率の予測値の集計化結果から得ることができる。ただし、業務目的交通と貨物車交通については、LRT化計画の実施によって分担需要に大きな変動が生じるとは考えられないので、LRT化後のOD需要も現況のままとして配分を行った。また、鉄道廃止バス代替計画案については交通目的別交通機関別分担OD交通需要に変化はな

表-8 交通手段、交通目的の区分

交通手段	1)普通自動車	タクシー・ハイヤー、軽自動車、乗用車
	2)貨物車	貨物自動車、自家用バス・貸切バス
	3)公共交通機関	路線バス、高速バス、市電、JR、熊本電鉄
交通目的	1)通勤通学	通勤先へ、通学先へ
	2)私用	買い物、社交・娯楽・食事・レクリエーションへ、その他の私用（送迎・通院・習い事など）
	3)通勤通学からの帰宅	通勤通学から自宅
	4)私用からの帰宅	私用から自宅
	5)業務	販売・配達・仕入・購入先、打ち合わせ・会議・集金・往診、作業・修理へ、農林漁作業、その他の業務

表-9 用意すべき交通目的別交通機関別OD表

交通目的 \ 交通手段	普通自動車	貨物車	公共交通機関
	1)通勤通学	現況/将来	現況/—
2)私用	現況/将来	現況/—	現況/将来
3)通勤通学からの帰宅	現況/将来	現況/—	現況/将来
4)私用からの帰宅	現況/将来	現況/—	現況/将来
5)業務	現況/—	現況/—	現況/—

注) 現況/将来は現況OD表と将来OD表を用意すること、現況/—は将来OD需要には変化がなく、将来配分にも現況OD交通需要を用いることを意味する

いと仮定した。

LRT化計画実施後の機関別分担需要の推計を行うためには、手段選択モデルの推定に用いたサンプルに対して、計画実施後のLOS値を設定する必要がある。手段選択モデルには自動車の駐車場料金とバス・熊本電鉄料金、所要時間というLOS変数を導入している。自動車の駐車場料金はLRT化計画の実施後も現況値のままと仮定できる。また、公共交通機関の料金と所要時間は、後述する公共交通機関ネットワークへの配分システムから一意に得られる。しかし、自動車についてはLRTへの転換需要量に応じて配分交通量が変化するのでリンク所要時間も変化する。このような場合、分担/配分統合型の均衡配分モデルが適用できるが、配分ネットワークが複雑であることや、バスから鉄道への乗り換え需要があるマルチモーダル均衡であることなどのため、その適用は容易でない。そこで、機関分担と配分の予測ステップを繰り返して、需要と所要時間の近似的な均衡値を算出する方法を導入した。そのアルゴリズムを図-11に示す。自動車、公共交通機関それぞれのOD需要をネットワークへ配分した結果として、ODペア毎の所要時間が出力されるが、このうち自動車の所要時間を用いて、繰り返し計算の1回前の所要時間と比較する収束判定を行う。収束条件を満たしていない場合、その変化率を手段選

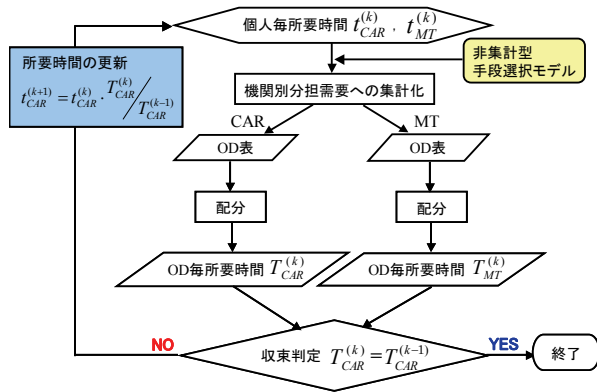


図-11 機関別均衡分担需要の推計アルゴリズム

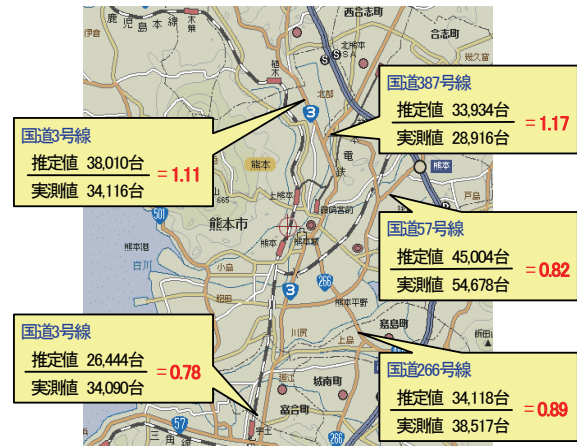


図-12 断面日交通量の実測値と推定値の比較 (実測値はH11年センサスによる)

択モデルのサンプルである個人毎の所要時間に乗じることによって、個人毎の所要時間の更新を行う。このプロセスを収束条件を満たすまで繰り返すことにより、LRT 化計画実施後の機関別分担需要と所要時間の均衡値を推計する。当然ながら、本モデルでは LRT 化計画に含まれるバス路線網の再編によって公共交通機関の効用が自動車のそれよりも小さくなった場合は、公共交通機関から自動車への転換もあり得る。ここでは、全 OD ペアについての更新された自動車利用需要と前回のそれとの相対誤差の最大値が 1.0%以下になることを収束判定条件とした。初期値をどのように与えるかにも依存するが、今回は3回の繰り返しで収束している。

(4) 交通ネットワークへの配分

作成された自動車・貨物車と公共交通機関の目的別 OD 交通需要を、道路ネットワーク、公共交通ネットワークそれぞれに配分し、前述の繰り返し計算を行う。道路ネットワークは PT 調査で設定されている熊本都市圏全体の道路網であり、セントロイド数 213、リンク数 3,133、ノード数 2,430 から構成されている。配分手法は確定的利用者均衡配分である。一方、公共交通機関利用 OD 需要は、鉄道とバスを区別せずに公共交通機関ネットワークに一括して配分する。配分には JICA STRADA を用いた。JICA STRADA は個々のバス路線を個別にネットワークに設定することができる。さらに、その路線網の中の一般化費用が小さい順に、複数の利用可能経路に公共交通機関利用 OD 交通量を確率的に配分することが可能である。一般化費用は、徒歩時間や待ち時間、公共交通機関相互の乗り換え時間、料金など、公共輸送固有の 7つのコスト要素の積和で定義される。経路別の配分確率は一般化費用を効用とした集計型ロジットモデルによって算出される。ここでは

約 400 のバス路線を設定した。さらに、公共交通機関相互の乗り継ぎ料金の有無設定などの機能があり、料金施策などの政策シミュレーションを容易に実行することができる。詳細は参考文献 7) に譲る。

(5) 現況再現性の検証

公共交通機関の配分結果の現況再現性を検証するために、現況の公共交通機関利用 OD 需要を現況ネットワークに配分して得られた熊本電鉄の鉄道、バスの路線別輸送人員と運送収入の推定値を実績値と比較した。実績値は H16 年度の実績値を 1 日当りに換算した値を用いている。輸送人員、運送収入それぞれの相関係数は 0.95, 0.90 (サンプル数 39) となり、配分結果の現況再現性は高いと考えられる。一方、自動車については、現況の自動車と貨物車利用 OD 交通需要を道路ネットワークに配分し、出力された断面交通量の推定値を H11 年道路交通センサス⁸⁾の実測値と比較した。その結果を図-12に示す。ここに示した5断面を含め、無作為に抽出した 10断面のリンク交通量の推定値と実測値の比較を行った結果、相関係数は 0.94 となった。自動車の配分交通量の現況再現性も高いといえる。以上より、本需要予測システムはもとより、道路ネットワーク、公共交通機関ネットワーク、および JICA STRADA の各種パラメータの設定値は概ね妥当と考えられる。これらの設定値の下で、LRT 化ネットワークとバス代替ネットワークにおける交通需要予測を行う。

(6) 公共交通機関利用交通需要の予測結果

交通目的別に推計された LRT 化計画の実施による自動車から熊本電鉄への転換率を図-13 に示す。通勤通学目的で約 280 トリップ/日 (15%)、私用目的で約 190 トリップ/日 (45%)、全目的では約

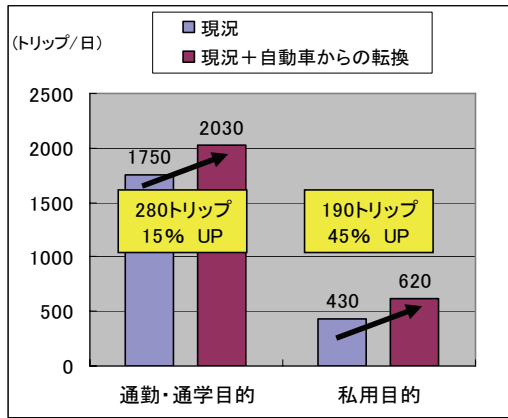


図-13 自動車から熊電への転換需要

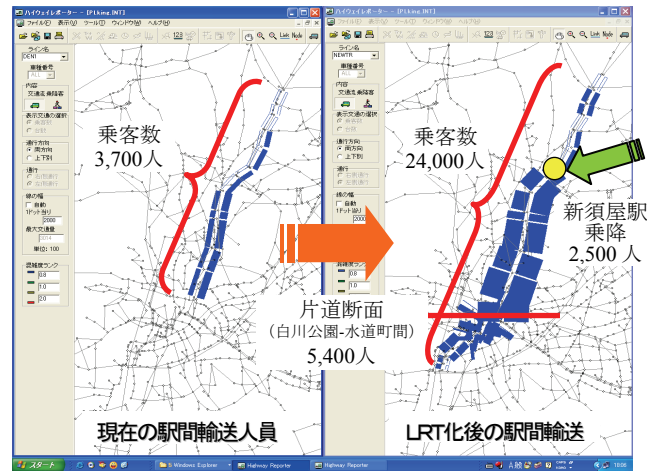


図-14 LRTの駅間利用需要

表-10 所要時間短縮率の平均値

	西合志町	その他の沿線地域	全地域
通勤・通学目的	22.2%	8.5%	18.6%
私用目的	47.1%	27.5%	45.1%

表-11 地域別の都心部への所要時間短縮率

	ゾーン平均値	ゾーン最高値
西合志町(5)	42.5%	53.8%
熊本市沿線地域(7)	22.7%	50.0%
合志町(7)	17.0%	49.0%
泗水町(4)	25.8%	37.6%
菊陽町(7)	7.0%	39.5%

注) ()はゾーン数

950 トリップ/日 (25%) の自動車からの転換需要が見込まれる。()内は現熊電利用トリップ数に対する自動車からの転換トリップ数の比率を示す。

手段選択モデルの推定に用いた全サンプルの所要時間短縮率の平均値を表-10に示す。目的地が熊本市内の比較的広範囲に及ぶ通勤通学目的では、短縮率は旧西合志町で約2割、その他の沿線地域で1割弱となる。一方、目的地がほぼ都心部に限定される私用目的では、旧西合志町で約5割、その他の沿線地域でも約3割の短縮となった。表-11に都心部ゾーン(下通、花畑町、手取本町等)への所要時間短縮率を地域別に示す。旧西合志町ではゾーン平均で約4割短縮される。その他の沿線地域においても、熊本市北部地域、旧合志町、旧泗水町などでは20%程度、菊陽町でも7%程度短縮される。鉄道よりもバス利用需要が多い旧西合志町以外の地域においてさえ、LRT化により所要時間が短縮され、本LRT化計画による時間短縮効果は大きい。

自動車の所要時間短縮率についても確認した。短縮率の最大値は熊本市北東部の沿線地域と都心OD

表-12 LRT利用需要の区間別内訳

着区間 発区間	市電区間	熊電区間	合計
	熊本駅-水道町	大池-水道町	
市電区間	8,000	4,900	12,900
熊電区間	4,500	6,600	11,100
合計	12,500	11,500	24,000

単位: 人/日

ペア間の4.9%であり、平均値は1.2%である。本分析では交通量配分を日単位で行っており、ピーク時などの時間短縮効果が識別されないために、平均値としてはそれほど大きな短縮効果は生じていない。

LRT化ネットワークへの配分より得られたLRTの駅間利用需要を図-14に示す。LRT化後の熊本電鉄の利用需要は全区間で約24,000人/日となった。その熊本電鉄区間、市電区間の区間別ODの内訳を表-12に示す。大池から熊本駅までの熊電LRT路線のうち、現在の市電区間内(水道町-熊本駅間)でLRTに乗り、かつ降車する乗客を除いた熊電LRTの利用需要は約16,000人/日、大池-水道町間の熊電区間内でLRTに乗り、かつ降車する利用需要は約6,600人/日となり、現況の熊本電鉄利用需要のそれぞれ約4.3倍、約1.7倍となる。また、フィーダーバス路線の集約駅となる新須屋駅の乗降客数は2,500人/日となる。現況の同駅の乗降客数が190人/日であることから、LRT化計画によってバスからLRTへの乗換え需要が多数発生することがわかる。

5. 費用対効果分析

(1) 費用対効果分析の方法

本章では、前章の交通需要予測の結果を基に

表-13 計測する便益項目

便益	評価項目
利用者便益	公共交通機関利用者の一般化費用の変化
供給者便益	当該事業者の収益性の変化
環境等改善便益	自動車利用者の所要時間の変化
	自動車利用者の走行費用の変化
	局所的環境の変化 (NO _x 排出量, 道路・鉄道騒音の変化)
	地球的環境の変化 (CO ₂ 排出量の変化)
	道路交通事故の変化

LRT 化計画案, 鉄道廃止バス代替案の費用対効果分析を行う。このときの without ケースは現況, with ケースは LRT 化計画案と鉄道廃止バス代替案の2つである。便益額の推計は鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル 99 に準拠して行った。計測する便益項目を表-13 に示す。利用者便益とは, 公共交通機関利用者の一般化費用が with と without とで変化することによって生じる便益である。供給者便益とは鉄道サービス供給者の利益の差である。環境等改善便益は, 手段転換によって自動車交通需要が減少し, 道路交通混雑が緩和することによって生じる各種環境改善効果を貨幣換算したものである。

a) 利用者便益

利用者便益は, 全公共交通利用者が負担する金銭的, 時間的その他の全ての費用が当該鉄道プロジェクトによって軽減される効果を消費者余剰によって計測する。この消費者余剰は, 下記によって各年度ごとに算出される。

$$UB_t = \sum_{i,j} \frac{1}{2} (Q_{ij,t}^0 + Q_{ij,t}^1) (G_{ij,t}^0 - G_{ij,t}^1) \quad (1)$$

ここで, UB_t は t 年の利用者便益, $Q_{ij,t}^0, Q_{ij,t}^1$ は鉄道プロジェクトの without, with (上付き添え字の 0 と 1) 時の t 年の ij ゾーン間 OD 交通量 (人/年), $G_{ij,t}^0, G_{ij,t}^1$ は鉄道プロジェクトの without, with 時の t 年の ij ゾーン間の一般化費用 (円) である。なお, 時間評価値は, 手段選択モデルによる選好接近法から算出された 30.0 円/分を用いる。

b) 供給者便益

熊本電鉄の鉄道部門, バス部門を合わせた供給者便益を算出するためには, LRT 化計画案, 鉄道廃止バス代替案実施時の収入額と支出額を求める必要がある。交通需要の現況再現を行って算出した熊本電鉄の収入額は, 通常, その実績値とは一致しない。そこで両者の比を各計画案実施時の収入推計額に乗じた値と現況再現時の収入額との差を収入差とした。LRT 化計画案では熊本電鉄の運行区間が市電区間

表-14 計画案の便益推計額の比較 (億円/年)

	LRT 化計画案	鉄道廃止案
利用者便益	25.47	-5.34
熊本市中心部 (4)	7.72	-1.23
旧西合志町 (5)	3.86	-2.09
熊本市沿線地域 (7)	2.77	-0.36
旧合志町 (7)	1.70	-0.12
旧泗水町 (4)	0.40	-0.14
菊陽町 (7)	1.12	-0.06
供給者便益	1.66	0.28
環境等の改善便益	3.01	-
計	30.14	-5.06

に跨ることになるが, 収入の配分方法については両者で調整されていない。ここでは, 市電区間内で乗車, かつ降車している乗客からの運送収入を一人一律 130 円として算出し, LRT の運送総収入からこの分を差し引いた額を熊本電鉄鉄道部門の収入額とした。支出額については, それぞれの計画案に対して熊本電鉄から提供された積算額を用いる。

c) 環境等改善便益

環境等改善便益は表-13 に示した 5 項目について推計を行う。自動車利用者の所要時間短縮便益については, 自動車の配分結果として出力されるリンク速度からリンク所要時間を算出し, 短縮された所要時間を貨幣換算する。乗用車利用者の時間評価値は, 前章の選好接近法により 30.0 円/分・人と算出されており, 平均乗車人員 1.2 人を乗じた 36.0 円/分・台を乗用車 1 台当たりの時間評価値とする。一方, 貨物車については, 平成 15 年度価格の時間評価値原単位⁹⁾ が乗用車 62.86 円/分・台に対して普通貨物車 87.44 円/分・台であることから, これらと同様の比をとって 50.0 円/分・台とした。

自動車利用者の走行費用減少便益については, 配分後のリンク速度に対応した走行経費原単位⁹⁾ を用いてリンク走行経費を算出し, 式(1)によって便益額を推計した。本来, 便益計算は OD ごとに行うが, ここでは均衡配分を用いているので, リンク単位で行っても良い。その他の項目についての算出方法の説明についてはマニュアル 99 に譲る。局所的環境変化のうちの道路・鉄道騒音の変化については, その変化量が小さい上, 正の便益が発生するはずであるので, ここでは評価していない。

(2) 各種便益額の推計結果

LRT 化計画案, および鉄道廃止バス代替計画案によって生じる各種便益を表-14 にまとめて示す。LRT 化計画では 30.1 億円/年の正の総便益が, 鉄道廃止バス代替計画では 5.1 億円/年の負の総便益が発生する。以下, 評価項目別に考察する。

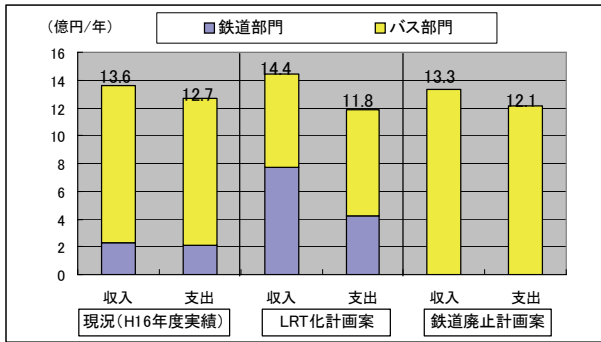


図-15 現況と両計画案に対する収入額と支出額の比較

公共交通機関利用者便益については、LRT 化計画では約 697 万円/日、年間では 25.47 億円/年の正の便益が発生する一方で、鉄道廃止バス代替計画では 5.34 億円/年の負の便益となる。この表には地域別の推計額を併せて示しているが、この値は発・着両ゾーンベースの便益額の平均値である。LRT 化計画案では、熊本市中心部（上通町、下通、呉服町、本丸など）で 7.72 億円/年と非常に高い便益が得られる。また、市電沿線地域でも正の便益が発生している。熊本電鉄の沿線地域では、旧西合志町が 3.86 億円/年と最も大きく、次いで熊本市の沿線地域、旧合志町の便益額が大きい。一方、鉄道廃止バス代替計画案では、旧西合志町、熊本市沿線地域で共に 2.09 億円/年、1.23 億円/年の負の便益となる。その他の沿線地域では、鉄道が廃止されても代替バスによってサービス水準が維持されるため、それほど大きな影響を受けない。

次に、供給者便益について考察する。平成 16 年度の収入と支出の現況再現値、両計画案に対する推計値を図-15 に示す。現況の利益が年間 0.90 億円なのに対して、LRT 化計画案、鉄道廃止計画案はそれぞれ 2.56 億円、1.18 億円となり、現況との利益の差である供給者便益は、それぞれ 1.66 億円/年、0.28 億円/年となる。LRT 化計画案では、収入が現況より年間 0.79 億円増加し、支出（事業者の積算）は 0.87 億円減少する。これは利用需要が増加する上、LRT 化や並行するバス路線を半数以下に減便してフィーダーバス路線網に再編することによって効率的輸送が可能になったことを示している。鉄道廃止計画案では、収入が現況より 0.30 億円減少するが、鉄道事業の廃止によって支出も 0.58 億円減少するため、便益は 0.28 億円と、僅かではあるが正の値となった。ただし、鉄道廃止計画案では手段選択モデルを用いた機関別分担需要の推計を行っておらず、現況の分担需要が維持されると仮定している。鉄道の廃止によって、公共交通機関利用者が自動車へ転換するような事態が起こると供給者便

表-15 環境等改善便益の詳細 (億円/年)

環境等改善項目	便益額
自動車利用者の所要時間短縮便益	1.37
自動車利用者の走行費用減少便益	0.27
大気汚染 (NO _x) の改善便益	0.04
CO ₂ 排出量の改善便益	0.01
道路交通事故減少による便益	0.12
計	1.80

益が負となるようなこともあり得る。

LRT 化計画による環境等改善便益推計額を表-15 に示す。自動車利用者の所要時間短縮便益が 1.37 億円/年、その他の便益も合わせた全項目の合計は 1.80 億円/年となった。鉄道廃止バス代替計画案では、自動車需要が変化しないという仮定で需要予測を行っているため、この便益は発生しない。

(3) LRT化計画案の費用対効果分析

LRT 化計画案の建設期間は 3 年で、平成 18 年度を建設開始年度、平成 21 年度に供用を開始すると仮定している。費用は、平成 18 年度に 3.38 億円の調査設計費、平成 19 年度に 36.43 億円の御代志一大池間の延伸工事や車庫新設、車両購入費等、平成 20 年度に 71.26 億円の軌道工事と水道町-藤崎宮前延伸工事費等が投入される予定である。また、平成 37 年に LRT の運営、路線の維持補修などの費用として 0.30 億円が計上されている。一方、簡便のため、便益は平成 21 年度以降、毎年同額が発生すると仮定する。

以上の設定下で 30 年間の費用便益分析を行った。社会的割引率は 4.0%とする。算出された総便益額、総費用額の現在価値は、それぞれ 420.0 億円、100.4 億円となり、費用便益比 B/C=4.2 ≥ 1.0、費用便益差 B-C=319.6 ≥ 0.0、経済的内部収益率 EIRR=23.7%となる。最新の鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル 2005¹⁰⁾ でその試算が推奨されている需要予測の誤差や建設期間の不確実性による感度分析を行った結果、公共交通機関の利用需要が 10%少ない場合、費用が 10%超過した場合、建設期間が 1 年延長した場合でも、費用便益比 B/C はそれぞれ、3.9、3.8、4.0 となる。本 LRT 化計画は、社会経済的に見て効率的な事業であると評価できる。

6. おわりに

多くの地方民営鉄道が利用者の減少によって経営の悪化や存続の危機に陥っている中、熊本電鉄は軌道を延伸して熊本市電へ乗り入れると同時にシステ

ムを LRT 化する鉄道活性化計画を提案した。本報告では、需要予測手法と便益評価手法を用いて、この LRT 化計画案、および鉄道廃止バス代替計画案に対する需要予測と費用対効果分析を行った。その結果、本 LRT 化計画は、社会経済的効率性が高いこと、事業採算面でも持続可能であることが実証された。

しかし、本 LRT 化計画の有効性を担保するためには、交通需要予測と便益評価手法に限っても以下のような改善が必要である。

1) LRT という新規の交通システムに対する選好意識調査に基づく手段選択モデルの推定や、より詳細なセグメンテーションによる集計化など、需要予測手法の高度化・精緻化

2) オプション効果や代位効果など、利用はしなくても鉄道が存在するだけで生じる存在効果の定量化

これらとは別に、本 LRT 化計画を実現するためには、LRT 導入上の技術的側面だけではなく、市民を含めた関連主体間の合意形成、事業や運営の主体とその実施スキーム、財源など、実際には解決すべき多くの課題がある。ここでは技術面と事業・運営面に限定して簡潔に列挙する。

1) 熊本市電との結節を行うために、国道 3 号線水道町ルート上の歩道寄りの車線（現在はバスレーン）上に軌道を敷設するが、二輪車や原付等の安全性が確保できない可能性がある。また、沿道店舗等への荷下ろしやタクシー乗降による停車車両への対応が必要となる。

2) 結節空間確保のための道路拡幅、歩道空間最低幅員確保のための土地取得が必要となる場合には、LRT 総合整備事業を含め、制度・運用面のさらなる支援策が必要となる。

3) 複数の自治体にまたがる路線の迅速な整備のための事業スキーム、第 3 セクターや複数の主体によ

る共同運行なども視野に入れた新たな運営スキームを検討する必要がある。

謝辞：本研究は、社団法人日本民営鉄道協会からの H17 年度委託研究「鉄道から軌道への乗り入れ及びこれに伴う LRT システムの導入に向けての需要予測等調査」の成果である。研究の遂行と発表に関してご協力いただいた関係各位に厚く謝意を表します。

参考文献

- 1) 運輸省鉄道局監修：鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル 99, 1999.
- 2) 辻本勝久, WCAN 貴志川線分科会：貴志川線存続に向けた市民報告書～費用対効果分析と再生プラン～, 和歌山大学経済学部 Working Paper Series, No.05-01, 2005.
- 3) 辻本勝久：貴志川線の社会的価値と住民運動の展開, 運輸と経済, Vol.05, No.11, pp.72-81, 2005.
- 4) 熊本都市圏総合都市交通計画協議会：平成 11 年度熊本都市圏総合都市交通体系調査報告書（計画策定編）, 1999.
- 5) 西合志町：公共交通の利用実態と意識に関する調査報告書－熊本電鉄の市電乗り入れ・LRT 化計画案に対する利用意向, 2005.
- 6) 厚生労働省ホームページ
- 7) 溝上章志, 柿本竜治, 橋本淳也：路線別特性評価に基づくバス路線網再編手法の提案, 土木学会論文集, No.793/4-68, pp.27-39, 2005.
- 8) 国土交通省九州地方整備局ホームページ
- 9) 国土交通省道路局ホームページ
- 10) 国土交通省鉄道局監修：鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル 2005, 2005.

(2006. 5. 17 受付)

DEMAND AND COST-BENEFIT ANALYSIS OF UPGRADING THE LOCAL RAILWAY INTO LRT SYSTEM AND ITS EXTENSION TO THE DOWNTOWN

Shoshi MIZOKAMI, Jiro HASHIUCHI and Yujiro SAITO

Cost benefit analysis is very important in project evaluation. However, estimating exact benefit of a transport project is difficult, because it is complex to estimate demand and total benefit generated from the project. The context of this study is the proposal upgrading of local railway to LRT system and its extension line to the downtown. In this study, disaggregate mode choice model is used to estimate car and mass transit demand in the case of implementing the proposal. Benefit is calculated by assigning the demand into road and mass transit network of the study area. With the result, cost benefit analysis is carried out and efficiency of this proposal is evaluated.