

# 路線別特性評価手法に基づく バス路線網再編システムの開発と適用

( 課題番号 17560475 )

平成17年度～平成18年度  
科学研究費補助金(基盤研究(C))研究成果報告書

平成19年3月

研究代表者 溝上 章志  
( 熊本大学大学院自然科学研究科 教授 )

# まえがき

本書は、平成 17 年度～平成 18 年度における独立行政法人日本学術振興会科学研究費補助金( 基盤研究 ( C ) ) の「路線別特性評価手法に基づくバス路線網再編システムの開発と適用」の成果をまとめたものである。

本報告は、下記のような章から構成されている。第 2 章では、「地方バス路線再編の検討と公的補助負担の公平性の検証」を行った。第 3 章では、「規制緩和後の生活交通の再編動向の分析と課題整理」について述べている。第 4 章では、「路線別特性評価に基づくバス路線網再編手法の提案」を行った。

第 5 章では、「熊本電鉄の都心乗り入れと L R T 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」を行った。第 6 章では、「L R T 化後の熊本電鉄利用需要予測のための B I 法の適用可能性」について検討を行った。最後に、7 章では本研究の成果と課題についてまとめている。

なお、本研究を実施する上で以下の多くの方々にご協力を頂いた。本研究報告は、協力者と共著で執筆した審査付き論文集に掲載されて論文をとりまとめたものである。ここに記して感謝致します。

## 研究協力者の氏名・所属

- ・ Parumog Michelle：熊本大学大学院自然科学研究科博士後期課程環境共生科学専攻（現職：財団法人運輸政策研究機構運輸政策研究所）
- ・ 橋内次郎：熊本大学大学院自然科学研究科博士前期課程環境共生科学専攻（現職：パシフィックコンサルタンツ株式会社）
- ・ 齋藤雄二郎：熊本電気鉄道株式会社営業本部長
- ・ 辻 泰明：熊本大学大学院自然科学研究科博士前期課程環境共生科学専攻 2 年

本研究の成果が今後の地方都市における公共交通計画や政策に活用されることになれば幸いである。

平成 19 年 3 月

研究代表者

熊本大学大学院自然科学研究科  
教授 溝上 章志

# 科学研究費補助金（基盤研究（C））研究成果報告書

## [ 研究課題 ]

路線別特性評価手法に基づくバス路線網再編システムの開発と適用

## [ 課題番号 ]

1 7 5 6 0 4 7 5

## [ 研究組織 ]

研究代表者 溝上 章志 熊本大学・大学院自然科学研究科・教授

研究分担者 柿本 竜治 熊本大学・政策創造研究教育センター・助教授

研究分担者 橋本 淳也 八代工業高等専門学校・土木建築工学科・講師

## [ 交付決定額 ]

	直接経費	間接経費	合計
平成 17 年度	1,800,000	0	1,800,000
平成 18 年度	1,500,000	0	1,500,000
総 計	3,300,000	0	3,300,000

## [ 研究成果 ]（査読付き論文）

- (1) 柿本竜治, 溝上章志: 路線別バス事業経営評価手法の提案, 都市計画論文集, No.40, No3, pp.373-378, 2005.
- (2) Ryuji Kakimoto, Shoshi Mizokami: Bus Industry Evaluation Method per Route, Journal of the Eastern Asian Society for Transportation Studies, Vol.6, pp.519-528, 2005.
- (3) 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/IV-68, pp.27-39, 2005.
- (4) 柿本 竜治・辻 泰明: 地方バス路線再編の検討と公的補助負担の公平性の検証, 都市計画論文集(学術研究論文発表会論文), Vol.41, No.3, pp. 67-72, 2006.
- (5) Parumog Michelle, Shoshi MIOZKAMI, and Ryuji KAKIMOTO: Value of Traffic Externalities from Attribute-Based Stated Choice: Route Choice Experiments, Journal of the Transportation Research Record, No.1954, pp. 52-60, 2006.
- (6) 溝上章志・橋内次郎・齋藤雄二郎: 熊本電鉄の都心乗り入れとL R T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, 土木学会論文集 D, Vol.63, No.1, pp. 1-13, 2007.

# 目 次

第1章 序 論	1
1．本研究の背景	2
2．本研究の目的	2
3．本研究の構成	3
第2章 地方バス路線再編の検討と公的補助負担の公平性の検証	5
1．はじめに	6
2．バス乗降調査の概要	7
3．バス乗降調査の結果	8
4．補助負担の公平性の検証	12
5．おわりに	16
第3章 規制緩和後の生活交通の再編動向の分析と課題整理	18
1．はじめに	19
2．九州の市町村の生活交通への取組みの現状	19
3．熊本県下の市町村の生活交通対策の現状	24
4．熊本県下でのコミュニティバスの導入状況	31
5．おわりに	33
第4章 路線別特性評価に基づくバス路線網再編手法の提案	36
1．はじめに	37
2．路線再編のための路線別特性評価の方法	39
3．バス路線別特性評価と路線網再編の考え方	42
4．路線別特性評価に基づくバス路線網再編	46
5．おわりに	51
第5章 熊本電鉄の都心乗り入れとL R T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	55
1．はじめに	56
2．熊本電鉄の現状とL R T化計画案の概要	57
3．公共交通の利用実態と意識に関する調査	60
4．交通需要の予測プロセス	65
5．費用対効果分析	72
6．おわりに	75
第6章 L R T化後の熊本電鉄利用需要予測のためのB I法の適用可能性	77
1．はじめに	78

2 . L R T化計画案の概要と従来の需要予測方法	78
3 . B I法とは	80
4 . 行動予測のためのMM調査	85
5 . B I法を適用した需要予測	91
6 . 利用需要の予測結果と考察	101
7 . おわりに	104
第7章 結 論	106

# 第 1 章

## 序 論

# 第1章 序 論

## 1. 本研究の背景

乗合バスは、都市部では大量輸送手段として交通混雑の解消や環境改善に貢献しているだけでなく、交通弱者へのモビリティを高める交通手段としても重要である。しかし、全国の都市でバス利用需要の減少や採算性の悪化が深刻になっている。このような中、平成 14 年には需給調整規制が撤廃された。運賃についても上限価格制の措置がなされるようになった。これらの政策転換により、路線への新規参入や事業の自由競争が促進し、バス輸送は路線沿線のニーズに応じた高サービス・低料金のシステムへ改善されることが期待される。その反面、需要の多い幹線部では供給過剰による混乱が生じるとか、不採算路線からの撤退が急増してその沿線住民の日常的なモビリティの維持が困難になるなどの懸念もある。さらに、平成 13 年に導入された生活交通確保のための新しい補助制度では、内部補助を前提とした事業者から、黒字・赤字事業者を問わず生活交通確保のため地域にとって必要な赤字路線を補助対象とするようになった。上記の規制緩和と補助制度の改正により、路線ごとの特性把握や経営効率性の評価、および路線網の妥当性が今まで以上に厳しく求められるようになった。特に、需要の顕在化構造や路線の生産性構造が複雑な都市部のバス路線に対して、路線別特性の評価手法やシステムティックな路線網再編手法の開発が喫緊に望まれているところである。

一方、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、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。このように、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整合的に適用した事例はあまりないように思われる。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方法論が求められている。

## 2. 本研究の目的

伝統的なバス路線サービスの評価・計画手法の多くは、総走行時間などのシステム効率性指標を最適

にするような路線網や運行頻度を決定する数理最適化手法に基づいていた。これらは問題の定式化や解法の開発に研究の主な目的があり、個別路線の特性を詳しく評価・計画しようという視点は少ない。また、その都市圏総合交通体系における公共交通政策の基本戦略を考慮することは容易ではないし、システム最適化の結果は現実的でない経路網やサービス水準となるなどの課題がある。

本研究では、系統が敷設されるルートと系統特性に依存する生産性と需要獲得能力の素質によって路線を評価・分類し、その結果を路線網代替案作成のための改善策として活用する技術的・政策的方法論を開発する。さらに、熊本都市圏バス路線網再編計画に適用して実用可能性を検証することを目的とする。

一方、地方鉄道の需要予測と便益評価手法については、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。さらに、行動意図法(以下、BI法と記す)を適用した需要予測を行う。BI法は、新しい環境が創出された場合の行動を各人に予測してもらい、それを報告したデータを直接計測するため、選択に影響を与えるあらゆる要因を需要予測に取り込むことができる。また、交通機会の増加や目的地の変更による利用需要も予測可能である。したがって、本研究は、1)BI法を適用したLRT化計画案実施後の熊電の利用需要予測を行い、2)需要予測結果を従来法による予測結果によって比較することで、新規交通施策の需要予測へのBI法適用に関する知見を得ることを目的とする。

### 3. 本研究の構成

本報告は下記のような構成となっている。

まず、第2章では「地方バス路線再編の検討と公的補助負担の公平性の検証」について報告する。ここでは、熊本市の北部に位置する植木町を中心としたバス路線群のバス乗降調査を実施し、その結果をバスサービスの供給水準や利用実態を表したバスネットワーク図に示した。そして、そのバスネットワーク図を用いて対象バス路線群の再編の方向性を探った。また、利用実態を通して複数市町村に跨る赤字バス系統への現在の補助分担方法の問題点を検証した。

次に、第3章では「規制緩和後の生活交通の再編動向の分析と課題整理」を行っている。平成13年に地方バス補助制度、および平成14年に道路運送法の改正が行われたが、熊本県では、それらに加えて県単独補助制度を平成19年に改正することを予定している。バス事業を取り巻く環境は、このような制度の変更の影響に加えて、平成の大合併として加速度的に進んでいる市町村合併による地域構造の変化の影響も受けている。そこで、バス事業の規制緩和、市町村合併、および熊本県単独補助制度の改正を踏まえた生活交通対応の状況を把握するために、熊本県下の全市町村に生活交通対策の現状についてアンケート調査を実施した。本研究では、このアンケート調査をもとに、熊本県下の各市町村の生活交通対策の取り組みへ道路運送法や補助制度の改正、市町村合併が及ぼした影響を分析し、今後の地方部における生活交通の再編の課題を探る。



第4章では、「路線別特性評価に基づくバス路線網再編手法の提案」を行った。ここでは、バス輸送の持つ平均的生産性構造と実績費用とを比較することによる当該路線の生産効率性、および路線沿線の潜在需要と実際に獲得した乗車人員との比較による潜在需要の顕在化可能性という2つの視点から、バス路線別の特性評価を行う方法を提案したものである。さらに、この特性評価法による路線の分類、および分類された路線を改善する合理的でシステマティックな路線再編方策を示す。熊本都市圏を対象として汎用交通需要予測パッケージの一つである JICA STRADA を利用し、この路線分類別の改善方策にしたがったバス路線網の再編を試みた。再編バス路線網に対して交通需要予測を行った後の路線別、および路線網全体の乗車人員や営業係数などについての効果分析を行い、本手法の実用可能性と有用性を検証した。

次に、第5章では「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」を行っている。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99<sup>1)</sup>」に準拠した費用便益分析を行った。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。

第6章では、「LRT化後の熊本電鉄利用需要予測のためのBI法の適用可能性」について検証を行っている。これは、近年、既存路線を活用したLRT化計画が各地で提案されている。熊本電鉄（熊電）でも、軌道の市電乗り入れとシステムのLRT化を骨子とした鉄道活性化計画（LRT化計画）を発表した。このような新規交通施策に対する需要予測手法としては、従来は四段階推計法が用いられている。本LRT化計画案に対して、筆者らは非集計型のRPモデルによる交通機関分担と公共交通機関ネットワークへの確率配分を組み合わせた需要予測を行った。しかし、低床車両による乗りやすさや車両デザインなど、LRT固有の特徴を手段選択モデルに導入したりすることが難しいなどの問題点もある。本研究では、行動意図法（BI法）をLRT化計画案に対する需要予測に適用した。さらに、BI法による予測結果と従来法によるそれとを、サンプルベース、および集計ベースの両方で比較することにより、新規交通施策の導入による交通需要予測にBI法を適用する際に考慮すべき知見を得ることを目的とする。

最後に、第7章で、本報告のまとめと今後の研究課題を示した。

## 第 2 章

# 地方バス路線再編の検討と公的補助負担の公平性の検証

### REORGANIZATION OF LOCAL BUS ROUTE AND FAIRNESS OF COST SHARING BY PUBLIC SUBSIDY

本研究では、熊本市の北部に位置する植木町を中心としたバス路線群のバス乗降調査を実施し、その結果をバスサービスの供給水準や利用実態を表したバスネットワーク図に示した。そして、そのバスネットワーク図を用いて対象バス路線群の再編の方向性を探った。また、利用実態を通して複数市町村に跨る赤字バスシステムへの現在の補助分担方法の問題点を検証した。

The users of local bus are decreasing rapidly because of motorization and depopulation. Since many bus routes are deficit, local governments try to keep the bus routes by public subsidy as much as possible. However, many municipalities have a financial deficit and are pressed to reorganize the local bus route. The present subsidy system also has many problems about cost sharing among the municipalities. This paper examines reorganization of local bus route and studies what public subsidy should be. Then, the bus riding survey was performed on the northern area of Kumamoto prefecture in order to investigate the actual condition of bus utilization.

**Key Words:** *Local Bus, Public Subsidy, Bus Riding Survey, Cost Sharing, Reorganization of Bus Route*

## 第2章 地方バス路線再編の検討と公的補助負担の公平性の検証

### 1. はじめに

モータリゼーションの進展によるバス離れや過疎化の影響で地方路線バスの利用者は減少の一途をたどり、多くの路線が赤字運行している。路線バスは地域住民の通勤、通学、通院、買い物など日常生活を支える交通手段として重要な役割を担っており、国や地方自治体は補助金を出してその路線の維持に努めている。平成13年度に国庫補助制度の改正と規制緩和<sup>1)</sup>が実施され、事業者毎の内部補助を前提とした補助制度から赤字系統毎の補助に改められ、需給調整規制が廃止された。この結果、新規参入や路線撤退、既存事業者の分社化・関連会社への管理委託などによる経費削減が容易になり、自由競争によるサービス水準向上や経営改善が期待された。しかし、地域毎に設置されたバス協議会に人材やノウハウが不足していることが多く、当初期待されていたような効果はまだ現れていない<sup>2)</sup>。また、自治体の財政環境の悪化や運行赤字の拡大によりバス事業への補助制度も行き詰まりを見せており、バス事業を取り巻く環境は厳しさを増してきている。

熊本県では、地方バス運行等特別対策事業（単独分）補助制度により、これまで路線バス事業に対して全国でも有数の手厚い補助を行ってきた。このため、規制緩和後も大きな路線再編・路線廃止が行われなかった。しかし、平成15年の県下最大の民営バス事業者の経営破綻や平成17年の荒尾市営バスの民営バス事業者への経営移譲など、バス事業者そのものに再編の動きが見られるようになった。このような状況の中で、平成17年6月に熊本県は県単独補助制度を平成19年度に改正することを発表した<sup>3)</sup>。主な改正内容は、1日輸送量が3人未満の系統への補助を廃止し、複数市町村系統への補助率を1/2から1/3に削減するなどである。この改正により、赤字路線への県からの補助が大幅に削減されるため、現在のバス路線を維持する場合、各市町村は、大幅な補助負担増を強いられることになる。財政状況が厳しい中、バス事業に対しこれまで以上の補助負担は無理な状況であり、各市町村は補助対象バス路線の再編を早急に迫られている。

バス路線再編に関する研究には、GAを用いて路線網再編計画策定システムの構築を目指した研究<sup>4)</sup>や、企業性と公共性の観点から素質面、顕在面で路線分類を行い改善策を検討した研究<sup>5)</sup>、GISを利用したバス路線評価指標から公共輸送網計画を支援するシステムの構築を目指した研究<sup>6)</sup>等がある。いずれも都市圏のバス路線を取り扱いネットワーク最適化やサービス水準の向上に重点を置いている。一方、バス事業への補助金投入を取り扱った研究には、路線ポテンシャルを用いて補助を投入すべき路線の判定を行った研究<sup>7)</sup>や、生産効率性と潜在需要の顕在化可能性の2つの視点から路線別経営評価を行った研究<sup>8)</sup>があり、運行実績を重視し経営努力を考慮しない現行の補助制度の問題点を指摘している。また、ゲーム理論を用いた研究<sup>9),10)</sup>では、新規の広域バス路線に対して協力ゲームで費用配賦を行った負担方式と、各市町村での運行距離で按分する負担方式とに一致性が見出され、公平性が満たされることを理論的に示している。

これらの研究に対して本研究は、複数の市町に跨る系統距離の長い路線や利用度の低い路線の再編を目指しており、乗降実態に即した合理化を指向するものである。また、同時に補助実績と乗降実態とから市町内での運行距離で按分する負担方法の問題点を実証的に指摘する。具体的には、熊本市の北部に隣接した鹿本郡植木町を中心に複数市町に跨るバス系統群を対象に乗降調査を実施し、バス路線再編の

方向性と市町村間の補助負担の公平性について検討する。

## 2. バス乗降調査の概要

分析対象バス路線群の中心に位置する植木町は、熊本市から山鹿市方面へ国道3号線が縦貫し、玉名市方面の国道208号線、南関町方面の県道3号線などに分岐する交通の要衝として発展してきた町である。九州縦貫自動車道植木IC、JR 鹿児島本線の田原坂駅、植木駅を抱え、熊本市から県北への玄関口としての役割を担っている。バス路線網についても同様で、前述の幹線道路を走るバス路線など、平日ベースで全41系統290便のバスが運行している。(図-1参照)この内、35系統が赤字運行で補助対象となっている。平成17年の町の補助負担額は約2350万円であり、平成17年のバス運行実績に県単独補助制度が改正された場合の基準を適用して試算すると町の補助負担額が約750万円増加することになる。

植木町に関係するバス路線の再編を検討する場合、対象となるバス路線群が4市6町に跨っており、また、最長50.5kmのバス系統も存在するため、4市6町でのバスの乗降分布など利用実態を把握することは重要である。

平成19年度から適用される熊本県の県単独補助基準に「平均乗車密度1.0人以上かつ1日輸送量3人以上の系統」とあるように、補助金申請時に運行実績として提出されるデータは、系統の収支、1日当たり運行回数、平均乗車密度、輸送量等である。系統毎の収支は、その系統での運賃収入と、その系統の運行事業者のバス運行総経費を系統毎の実走行距離で按分した運行経費で算出されている。また、平均乗車密度は1系統全線での運賃収入を平均賃率と実走行距離で除したものであり、1回の運行を通じ

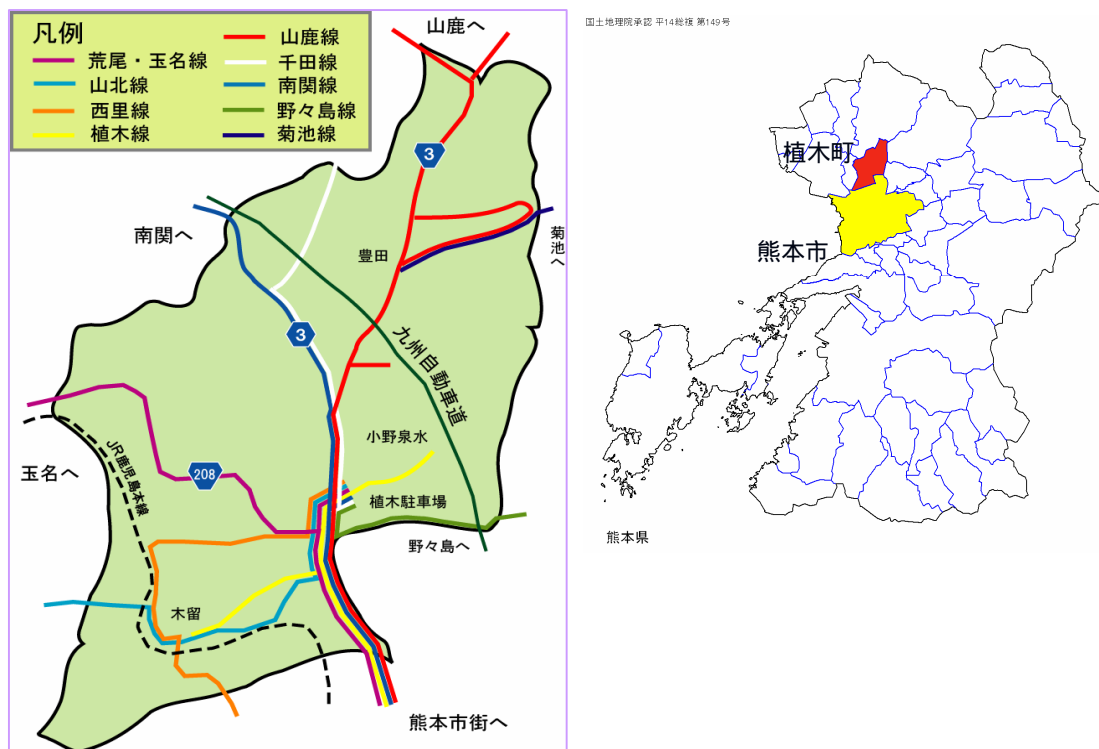


図 - 1 植木町の所在と交通体系

での運賃収入ベースでの乗客数である。1日当たり運行回数は1往復を1回，1日輸送量は平均乗車密度と運行回数の積として算出されている。このように補助基準のデータは収入に基づいているため，特に割引率が高い通学者が多数利用する系統などにおいては，乗客数が多くても輸送量は小さくなるなど利用実態と乖離している可能性が高い。また，熊本県の北部地域を対象としたPT調査も実施されておらず，対象地域のバス乗降の地域分布や利用実態と補助負担の関係を明確に出来るデータが整備されていない。

そこで，対象バス路線群の利用実態データを得るため，バス乗降調査を実施した。具体的には，植木町の補助対象系統を抱える事業者が運行する39系統286便に，周辺市町村で同じ事業者が運行する42系統222便を加えた全81系統506便を9月27日火曜日に79名の調査員を使って一斉調査した。この日の調査では，バス1便に調査員1名が始点から終点まで乗車し，乗客の乗降車バス停，性別，年代，予定通過時刻に対する実際の通過時刻などを記録した。

### 3．バス乗降調査の結果

ここでは，植木町の補助対象系統を抱える事業者が運行する39系統286便の乗降調査結果を整理する。調査実施日の39系統286便の総乗客数は8202人であった。39系統のバスネットワークとこの8202人の乗降調査結果をデータベース化した。データベースに含まれる内容は，バスネットワークデータとして，系統番号，便番号，車両長，バス停コード，地区コード，時刻表データ，実通過時刻データ，バス停間距離，経路コード等であり，バス乗降調査データとして，乗客の性別・年代等個人属性，乗降および通過バス停コード，乗降地区，乗降時刻，乗車バスの系統番号，便番号等である。

データベースを用いて4市6町間のODを集計した結果を総流動として図-2に示す。図-2から明

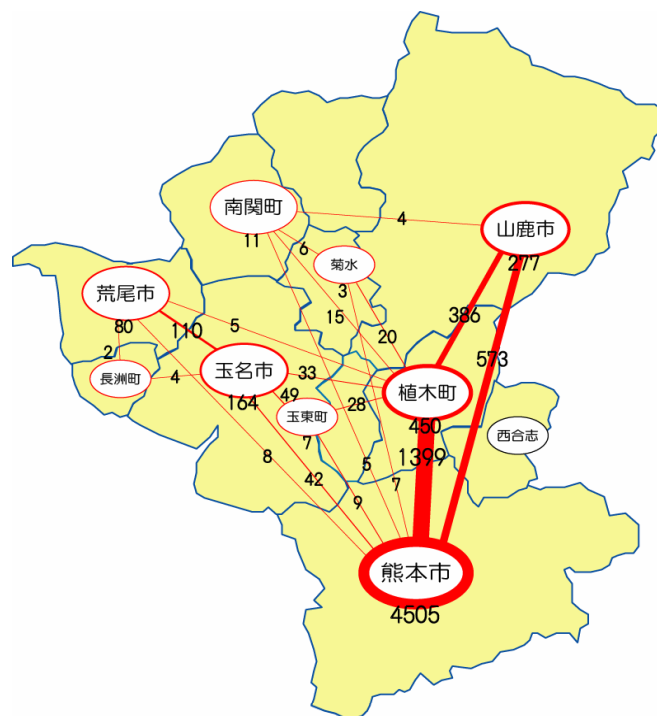


図 - 2 バス利用による市町間流動（単位：人）

らかなように、熊本市を発もしくは着としたバス利用者は総計 6548 人であり、対象路線の全乗降者 8202 人の約 8 割を占めている。また、その乗降の過半数は熊本市内々での乗降である。植木町発着利用者も大半が熊本市関係で、次いで植木町内での利用、山鹿市との間での利用が多い。運行距離が最も長い熊本市・荒尾市間の路線は、1 日に往復 26 便供給されているが、これらの市の間での利用者はわずか 8 人である。

この路線の 1 系統の各バス停での乗降客数、のぼり・くだりの乗車客数、およびその平均乗車客数を図 - 3 に示す。この系統は 50 km 以上の路線を運行しているが、多くの利用者は、同一市町内や隣接市町村間での短距離利用であることが分る。

次にバスネットワークデータを用いて作成したバスサービスの供給量を表すバスネットワーク図を図 - 4 に示す。このバスネットワーク図は、バス停をノード、その間のバス路線をリンクとして構成されている。ここで、リンクの色はバスの運行本数の多少を表しており、暖色系ほど運行本数が多く、寒色系になるに従い少なくなるように表現されている。また、リンクの幅は最大輸送可能量を表しており、最大輸送可能量が大きいほど幅を大きく表現している。なお、リンクの最大輸送可能量は、車両長 6.9m、8.9~9.4m、11m のバスの乗車定員をそれぞれ 30 人、50 人、70 人として、リンクを通過するバスの乗車定員の総和である。

バス乗降調査データを用いて各リンクでの乗客数、混雑率、および各バス停の乗降客数、利用率を算出し、バスネットワーク上に表したものが図 - 5 である。ここで、混雑率は、当該リンクの最大輸送可能量に対する当該リンクを通過するバスの乗車客数の総和の比率であり、利用率は、当該バス停を通過するバスの総運行本数に対する当該バス停の総乗降客数の比率である。ここで、リンクの色は混雑率を表しており、暖色系ほど混雑率が高く、寒色系になるに従い混雑率が低くなるように表現されている。また、リンクの幅は乗客数を表している。ノード（バス停）の色は利用率を表しており、暖色系ほど利用率が高く、寒色系になるに従い利用率が低くなるように表現されており、幅は乗降客の総数を表している。

このようにサービスの供給量と利用実態をバスネットワーク上で比較することで、乗客の少ないリンクやサービス過剰なリンクの抽出が簡単になり、現在のバスサービスの需要と供給のバランスの地域分布の把握が容易になる。本研究で対象としている路線群は、図 - 4, 5 から明らかに現在のバス需要に対

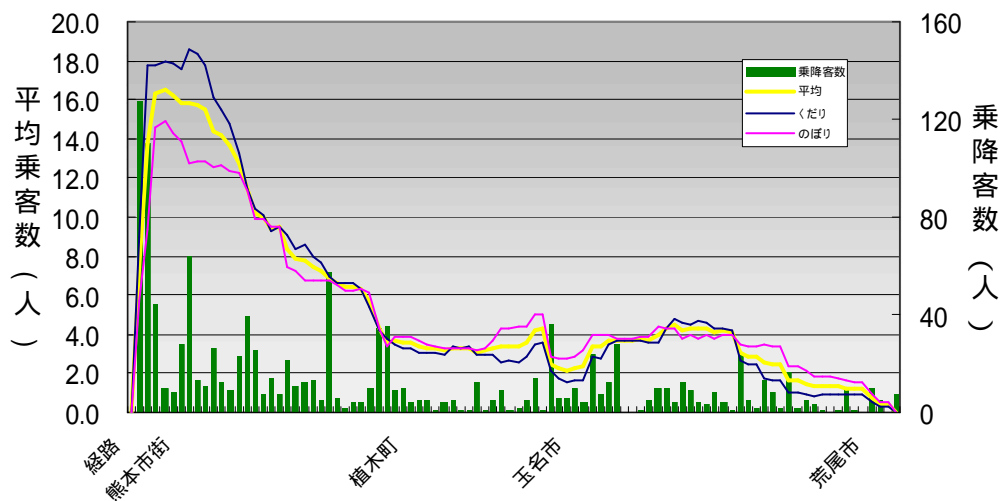


図 - 3 熊本荒尾線の系統断面乗客数

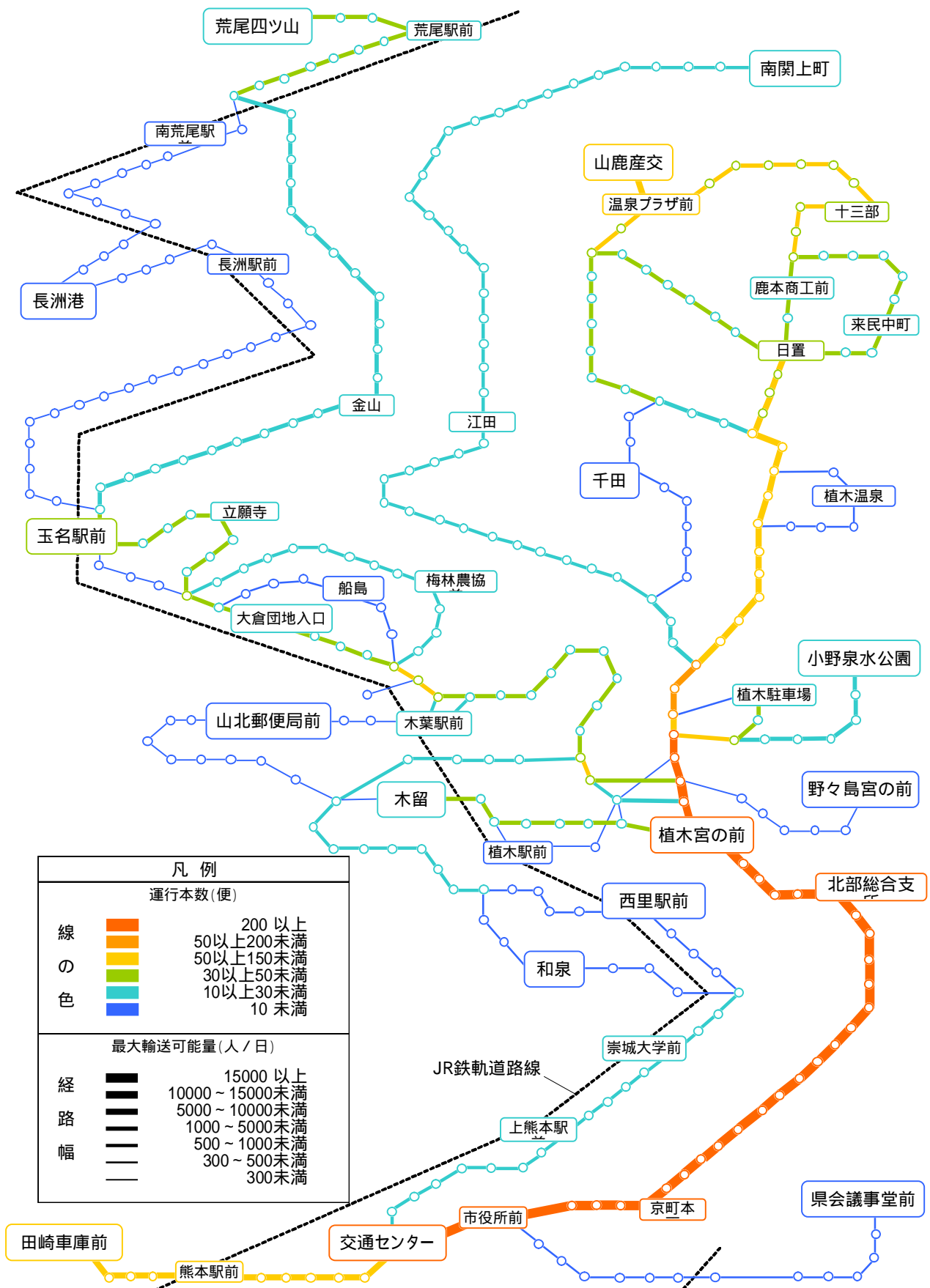


図 - 4 サービス供給量を表したバスネットワーク図

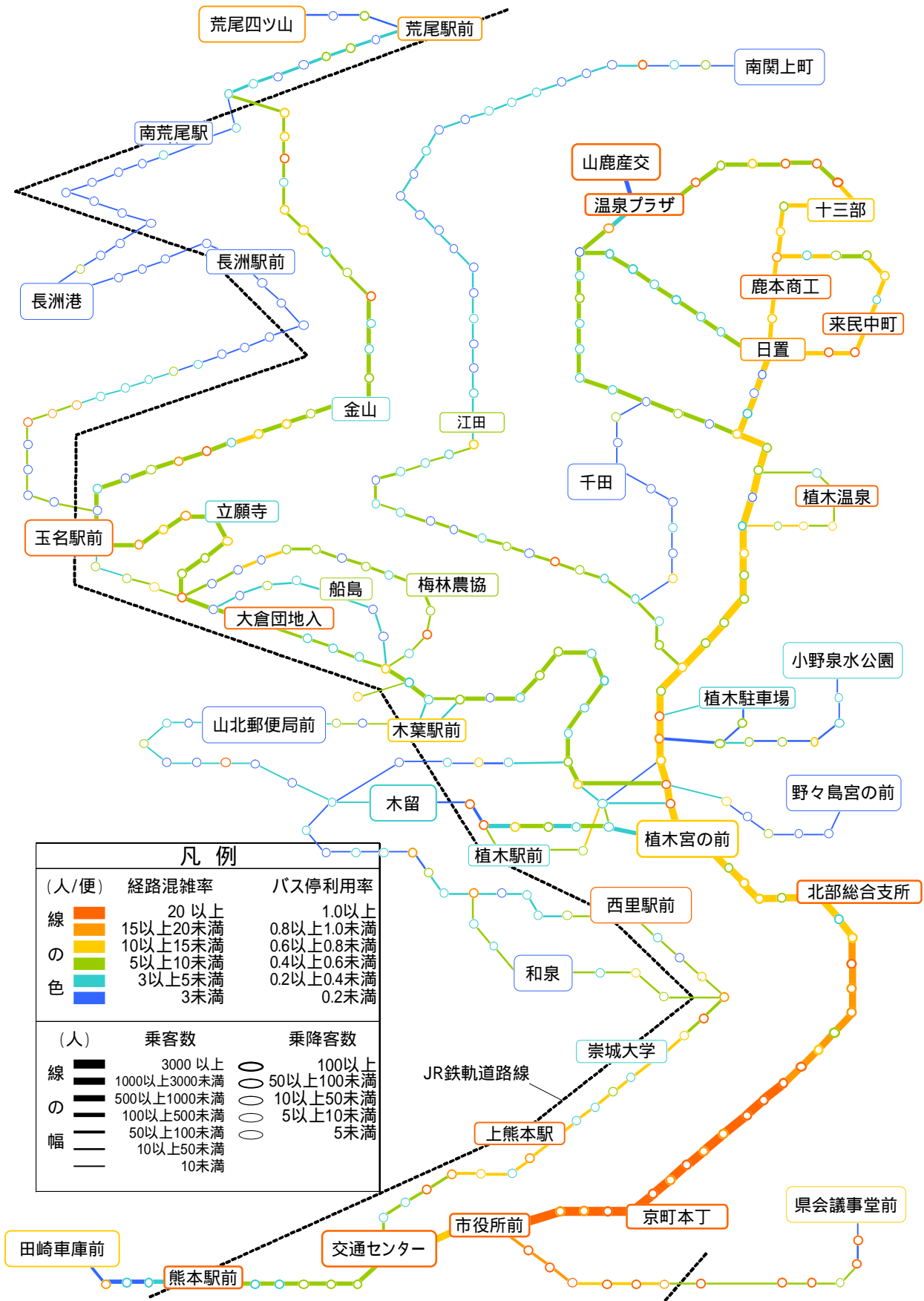


図 - 5 バスの利用実態を表したバスネットワーク図



し、最大輸送可能量にかなり余裕があり、バス需要増には対応可能である。したがって、本研究では、これ以上バス需要を減らさないことに重点を置き、利用実態に即したバス路線の再編の方向性を整理する。対象路線の大部分は、熊本市中心部へ向かう路線であり、乗り継ぎ利用がほとんどないため、ある方面の路線の再編が重複区間以外で他方面のバス需要にほとんど影響を与えない。そこで、以下では利用実態に即した路線再編の方向性を方面別に整理する。

図 - 4,5 から見て取れる通り、熊本市から植木町を經由して玉名市・荒尾市方面へ運行している路線と熊本市から植木町・山鹿市方面へ運行している路線は、バスサービスの供給量および利用実態からみて熊本市・植木町・山鹿市の区間に大動脈を形成している。しかし、ここに含まれる熊本市・山鹿市線 9 系統中 7 系統が赤字運行で県単独補助路線となっており、植木町の補助負担額の約 2 割をこの熊本市・山鹿市線で計上している。乗客数は、熊本市・植木町境界リンクで 2033 名、植木町・山鹿市境界リンクで 949 名あり、熊本市・植木町・山鹿市の区間を通して乗客数は多い。しかし、熊本市・植木町間の一日運行回数は、熊本市・山鹿市間の 61 回を含む 121 回にも上り、最大輸送可能量は、熊本市・植木町境界リンクで 15900 名、植木町・山鹿市境界リンクで 8680 名あり、サービスの供給過剰が赤字を招いているものと考えられる。熊本市・植木町間では、同じ時刻帯に重複している便が多数あり、利用者にとって現在のサービス水準を損なわない程度の減便は可能である。したがって、1 便あたりの乗客数を増加させ収支性を改善させるための減便などの措置を講じる必要がある。

熊本市から植木町を經由して玉名市・荒尾市方面へ運行している路線については、先述したように、運行距離が長いにもかかわらず長距離利用者が少ない。図 - 2 の市町間流動分布から分かるように、多くは同一市町内や隣接市町間での短距離利用である。この路線では長距離運行によって定時性の確保が困難になっており、長距離の利用者は、並行して走っている定時制の面で有利な JR を利用していると考えられる。長距離の利用は JR に委ねて路線分割し、駅へのアクセス性を高めるような再編を講じる必要がある。

南関町方面へのバス路線は、特に南関町に入ってから乗降客が少ない。しかし、この路線の主な利用者は高校生であり、並行する九州縦貫自動車道を走る高速バスには、荒尾市・玉名市方面の JR のような競合性はなく、高校生の通学のモビリティを確保する意味で重要な路線となっている。このような路線ではバスを存続させていく必要がある。

西里地区、野々島地区、山北地区、千田地区などを走る廃止代替バス路線は、乗車密度が小さいため県の新補助制度で補助外になることが見込まれている。利用実態からこれらの路線のみが路線バスとして運行されている地域を見てみると、乗降客、乗客とも非常に少なく、細く青いノード、リンクが連続して表れている。これらの地域では、路線廃止を伴った路線再編、代替交通手段の導入の検討が必要である。

#### 4．補助負担の公平性の検証

植木町を經由・発着地とするバス系統は、すべて複数市町に跨っている。複数市町村に跨るバス系統に対して複数市町村で赤字欠損を補助負担する場合、当該バス系統の市町村内での運行距離に応じた負担方法が取られている。しかし、同一のバス系統でも市町村が異なれば地域内で競合する系統の有無等によりその系統の存在価値に市町村間で差異が生じる。効率的費用負担の観点からは、各市町村の当該

系統の単位運行距離あたりの補助負担額は、各市町村での当該系統の運行距離に関する社会的限界便益を上回らない額でなければならないであろう。当該バス系統への各市町村の赤字負担額の総和が社会的限界便益の総和を上回れば、そのバス系統は廃止されることになるであろう。したがって、運行距離に応じて補助負担を按分する現行の負担方法については、市町村間の負担の公平性の観点から検討が必要であろう。各バス系統の各市町村での社会的限界便益を計測することは、非常に困難であるので、ここでは、単純にバス乗降調査結果を用いて、乗降客の地域分布と系統の運行収支の関係を多角的視点から整理し、現行の市町村間での補助負担の方法の歪みについて言及する。

競合する系統が多数存在し、赤字対策として減便等の必要がある熊本市・山鹿市間で運行されている9系統の乗降調査結果を集計して分析事例として用いる。

分析対象を熊本市・植木町・山鹿市に跨る路線のみを取り扱うため、ここではバス路線網を単純に1次元として捉え、バス停（ノード）に熊本市から山鹿市に向かって番号を付ける。また、リンクにも、ノード番号に準じて番号を付ける。すなわち、ノード番号*i*のノードに山鹿市側から接続するリンクのリンク番号を*i*とする。この時、ノード*ab*間の乗客数・乗車量は、バス乗降調査結果を用いて次のように算出している。ここでノード*ab*間の乗車量は、この区間の全乗客の延べ乗車距離のことである。

$$p_i = \sum_{j=1}^i (O_{Dj} - D_{Dj}) + \sum_{j=i+1}^n (O_{Uj} - D_{Uj}) \quad (1)$$

$$P_{ab} = \sum_{i=a}^b (O_{Di} + D_{Di} + O_{Ui} + D_{Ui}) \quad (2)$$

$$Q_{ab} = \sum_{i=a}^{b-1} p_i l_i \quad (3)$$

$l_i$ ：リンク*i*の区間距離， $n$ ：系統内ノード総数， $O_{Di}$ ：ノード*i*での下り線乗車客数， $D_{Di}$ ：ノード*i*での下り線降車客数， $O_{Ui}$ ：ノード*i*での上り線乗車客数， $D_{Ui}$ ：ノード*i*での上り線降車客数， $p_i$ ：リンク*i*での乗客数， $P_{ab}$ ：*ab*区間の乗降客数， $Q_{ab}$ ：*ab*区間の乗車量 ( $a < b$ )

熊本市，植木町，山鹿市の対象路線への補助負担割合，対象系統の各市町村での乗降客数，乗車量の割合を図-6に示す。運行距離に応じて補助金を按分する際に、熊本市の市街地部分（熊本市交通センターを中心とした5km圏）は、負担除外区間とされているので、熊本市については熊本市街と熊本市郊外に分けて集計し、熊本市街部分を除いた按分区間のみで各指標の割合を算出した結果も同時に掲載している。

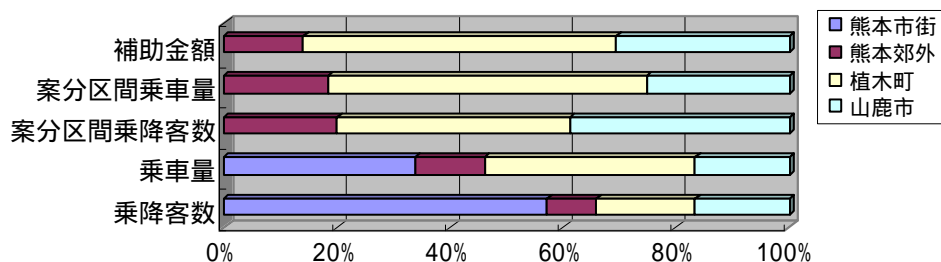


図-6 熊本市・山鹿市間9系統の各種指標の割合分布

乗車量の割合は、各市町内の対象路線の運行区間収入を各市町に帰属すると仮定したときの3市町の運行収入の割合に相当する。この割合を当該路線の各市町区間での収入への貢献度と仮定し、補助金を按分する運行区間で比較すると、たとえば植木町区間では、運行収入への貢献が大きいにも拘らず、路線長が長いため補助負担額は大きくなっている。路線長による補助負担は運行費用に基づくものであり、上記のような路線収入への貢献は無視されている。したがって、補助負担の公平性の検証のために、当該路線の各市町区間での路線収入への貢献と運行費用が反映された運行収支状況に着目する意義は高い。しかしながら、複数市町に跨るバス系統の各市町での運行収入を測る方法は明確でない。そこで、本研究では各市町区間の運行収入を、先述の「乗車量による方法」、「乗降バス停に応じた方法」、「路線延伸による方法」の3つの方法で算出し、市町毎の収支バランスを検証する。その際、運行費用と乗車量に基づく運行収入の算出は次式によって行う。

$$C_{ab} = \sum_{i=a}^b c_i l_i \quad (4)$$

$$F_{Qab} = \sum_{i=a}^{b-1} f_i p_i l_i \quad (5)$$

$C_{ab}$ ：ノード  $ab$  区間の運行費用， $c_i$ ：リンク  $i$  での 1 km あたり運行費用， $F_{Qab}$ ：乗車量に基づく  $ab$  区間の運賃収入， $f_i$ ：リンク  $i$  での 1 km・1 人あたり区間収入， $f_i$  は、初乗り、子供、定期券利用者等乗客の属性によって変化するものであるが、ここでは簡単化のため  $f_i$  を定数として取り扱い、対象路線の乗降調査結果と実際の運行収入額から 1 人 1 km 当たりの運行収入の平均値である 28 円/km・人を用いる。 $c_i$  も、本来は傾斜や道幅など道路の状態の違いによる燃費効率の差異や、平均速度や運行時間帯、運行管理の違いによる人件費の差異などで、地域およびバス系統ごとに変化するものである。しかし、現行の補助制度では事業者別・地域ブロック別での単純平均値が算出されていて、これに実走行距離をかけたものが各系統の運行費用として算出されている。本研究でも簡単化のため同様に  $c_i$  を定数と

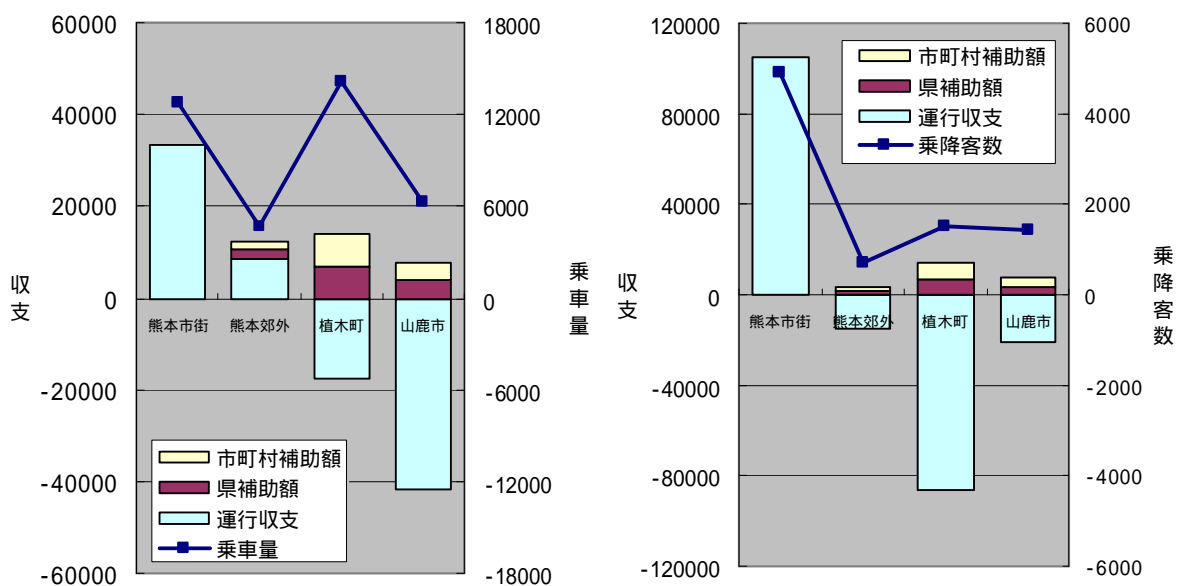


図 - 7 乗車量・乗降バス停所在地で運行収入を計上

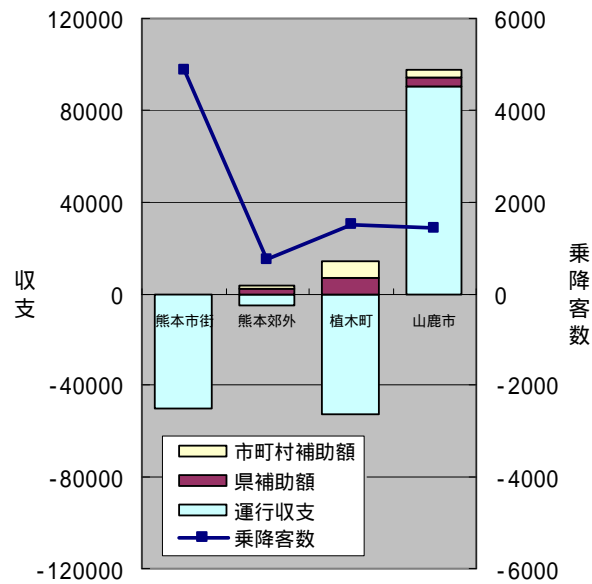


図 - 8 延伸先バス停所在地で運行収入を計上

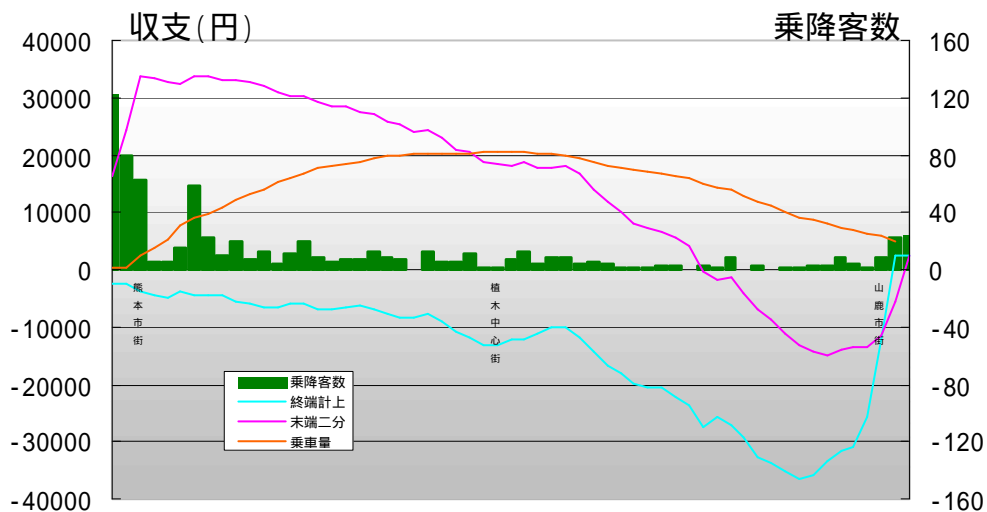


図 - 9 熊本市側を始点とした累計運行収支

して取り扱い補助対象事業者の標準費用である 281 円/km を用いる。

図 - 7 の左図は、対象路線の運行収入を各市町内の乗車量に応じて各市町に配分した場合の収支グラフである。図 - 7 の右図は、乗降を行ったバス停で運行収入が発生すると考え乗降バス停間で運行収入を2分の1ずつを折半し、市町単位で運行収入を集計した場合の収支グラフである。いずれも、植木町内や山鹿市内の欠損を熊本市内での運行収入で補っているような収支状況となった。しかし、熊本市内のバス停で乗るまたは降るこの路線のバス利用者には、図 - 2 に示したように植木町や山鹿市“へ”，または，“から”の利用者も含まれているので、熊本市の収支状況に植木町および山鹿市区間の運行の影響を無視することは出来ない。そこで、植木町や山鹿市に関係したバス利用者の運行収入への影響を考慮するため、熊本市街地側にバス路線の始点を固定し、運行距離を山鹿市側の終点まで1バス停区間ずつ路線を延ばしながら路線長と運行収入の関係を分析した。ここで、運行収入は、現在のバス利用者の乗降状況を固定した下、設定した運行区間で完結するODについて発生するものとし、また、運行費用は

設定した運行距離分だけ発生するものとしている。運行距離を延ばすことによって発生する運行収入をすべて延伸先のバス停が所在する市町で集計した場合の収支状況を示したのが図 - 8 である。この場合、山鹿市に関する OD の運行収入がすべて山鹿市に帰属するため山鹿市での運行収入が大きくなり、熊本市・植木町間の欠損を補っているような収支状況となった。図 - 9 は、対象路線のうちの黒字の 1 系統について熊本市側から運行距離を延ばしていった場合の累計収支を表したグラフ（水色線）である。熊本市から植木町までの運行では赤字運行であり、特に植木町の北部まで延伸するに従い収支性が悪化している。しかし、山鹿市まで路線を延伸すると収支性が急激に改善されていることが分る。この系統の場合、植木町北部地域では需要が低く限界収支性が悪化するため植木町にとっては北部地域まで延伸する価値は低い、山鹿市側での需要は大きいため山鹿市にとっては路線延伸の価値は高い。

以上のことから、運行距離で補助負担を按分する現行制度では、補助負担額の大きさと路線維持の価値の間で乖離が生じている可能性がある。バス利用者の地域内の分布状況によって結果は異なってくるが、この事例で示したように地域を貫通することになる複数市町村に跨る系統の中間に位置する市町村内で運行区間が長くなると補助負担に偏りが生じる可能性は否定できない。それに対し、系統の始末端の市町村は路線の存在価値に対して低い補助負担額しか担っていない可能性がある。特にこの事例では、熊本市市街地が按分区間から除かれているため、過少負担になっている可能性がある。

## 5. おわりに

本研究では、熊本市の北部に位置する植木町を中心としたバス路線群のバス乗降調査を実施し、その結果をバスサービスの供給水準や利用実態を表したバスネットワーク図に示した。そして、そのバスネットワーク図を用いて対象バス路線群の再編の方向性を探った。また、利用実態を通して複数市町村に跨る赤字バス系統への現在の補助分担方法の問題点を検証した。

利用実態から対象としたバス路線群の再編の方向性を以下にまとめる。

- 1) 熊本市から植木町を経由する荒尾市・玉名市方面のバス路線は実際の利用実態と比較して運行距離が長すぎるきらいがあり、また、熊本市・荒尾市間および熊本市・玉名市間の都市間輸送は JR 線と競合もしている。都市間交通としての機能は JR に委ね、JR との乗り換えの利便性向上を目指し、路線を分割し、乗り換え需要が期待できる JR 駅へのアクセス性を高める再編が必要であろう。
- 2) 西里地区、野々島地区、山北地区、千田地区などを走る廃止代替バス路線は、いずれの路線も利用者が少ないので路線バスとしての運行を廃止し、より需要の見込める地域でコミュニティバスの運行や公共交通空白地帯での乗合タクシーの運行など代替交通手段の導入を検討する必要があるであろう。
- 3) 熊本市・植木町間の主要幹線での一日運行回数は 121 回（往復 242 便）にも上り、供給過剰気味である。熊本市・山鹿市方面の路線と、熊本市・植木町間で競合している熊本市から植木町内を終着地とする枝分かれしたバス路線については運行回数を削減し、端末部分については、主要幹線へのフィーダーバス的なバス路線への再編を検討する必要があるであろう。

次に、複数市町村に跨る赤字補助路線に対して、運行距離によって補助負担額の按分を行う現在の分担方法の問題点をまとめる。

複数市町村に跨る赤字バス系統への補助負担割合を運行距離によって決めた場合、複数市町村に跨る系統の中間に位置する市町村で補助負担に偏りが生じる可能性がある。中間に位置する市町村内で運行

距離に比較して乗降客が少なく、その市町村にとって重い補助負担にも関わらず存在価値が低く廃止を検討したとしても、始末端の都市間で需要の多い場合、その路線は維持していかざるを得ない。市町村の補助負担額がその市町村の路線の限界便益を上回っても当該路線が廃止できない場合、市町村間に補助負担の不公平感を生じさせる原因となろう。今後、市町村間での赤字バス系統への補助分担については、負担の効率性および公平性の観点からさらに検討する必要がある。

本研究では、バス利用者の需要が固定されている状況で、利用実態から路線の再編の方向性を探ったが、今後は、路線再編による誘発需要等を考慮できる枠組みで分析を重ねていく必要がある。また、利用実態をネットワーク図に表したがこれについてもさらに見やすく改良を重ねていく。赤字バス路線への補助のあり方については、現在使用されている補助基準指標の改善の検討や補助分担の方法等について理論および実証の両面から研究を重ねていく。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省自動車交通局 (2001): 地方バスマニュアル - 生活交通の確保のために -
- 2) 国土交通省自動車交通局旅客課(2005): 魅力あるバス事業のあり方研究会・中間取りまとめ
- 3) 熊本県 (2005): 地方バス運行等特別対策事業 (単独分) 補助制度の見直しについて (通知)
- 4) 高山純一・塩土圭介・宮崎耕輔 (1997): 運行スケジュールを考慮したバス路線網最適化計画策定システムの構築, 都市計画学会論文集 No.32, pp.547 ~ 542
- 5) 杉尾恵太・磯部友彦・竹内伝史 (1999): 企業性と公共性を考慮したバス路線別経営改善方針の提案 - 素質面と顕在面のギャップを鍵概念として - , 土木計画学研究・論文集 No.16 , pp.785 ~ 792
- 6) 杉尾恵太・磯部友彦・竹内伝史 (2001): GIS を用いたバス路線網計画支援システムの構築 - 潜在需要の把握による路線評価について - , 土木計画学研究・論文集 Vol.18 No.4 , pp.617 ~ 626
- 7) 竹内伝史・山田寿史 (1991): 都市バスにおける公共補助の論理とその判定指標としての路線ポテンシャル, 土木学会論文集第 425 号/IV-14, pp.183 ~ 192
- 8) 溝上章志・柿本竜治・橋本淳也 (2005): 路線別特性評価に基づくバス路線網再編手法の提案, 土木学会論文集第 793 号/IV-68, pp.27 ~ 39
- 9) 谷本圭志・鎌仲彩子・喜多秀行 (2003): 広域バス路線の補助負担に関する合意形成過程と公平性のゲーム論的分析, 土木計画学研究・論文集 Vol.20 No.3 , pp.721 ~ 726
- 10) 谷本圭志・喜多秀行 (2004): 広域バス路線の補助金負担方式に関するゲーム論的考察, 土木学会論文集第 751 号/IV-62, pp.83 ~ 95

## 第3章

# 規制緩和後の生活交通の再編動向の分析と課題整理

### A REORGANIZATION OF DAILY TRANSPORTATION AFTER DEREGULATION OF BUS BUSINESS

平成13年に地方バス補助制度，および平成14年に道路運送法の改正が行われたが，熊本県では，それらに加えて県単独補助制度を平成19年に改正することを予定している．バス事業を取り巻く環境は，このような制度の変更の影響に加えて，平成の大合併として加速度的に進んでいる市町村合併による地域構造の変化の影響も受けている．そこで，バス事業の規制緩和，市町村合併，および熊本県単独補助制度の改正を踏まえた生活交通対応の状況を把握するために，熊本県下の全市町村に生活交通対策の現状についてアンケート調査を実施した．本研究では，このアンケート調査をもとに，熊本県下の各市町村の生活交通対策の取組みへ道路運送法や補助制度の改正，市町村合併が及ぼした影響を分析し，今後の地方部における生活交通の再編の課題を探る．

This paper describes the influences of deregulation of bus business, revision of public subsidy, and the consolidation of local governments on daily transportation in Kumamoto prefecture. In this research, a questionnaire for 59 local governments in Kumamoto prefecture was executed in order to survey these influence. The trend of a reorganization of daily transportation was analyzed using the questionnaire data, and factors of the trend were made clear. Community bus tend to be adopted as a facility of future daily transportation. However, community bus may cause problems if regionality is disregarded. Then the issues were found in order to reorganize daily transportation in local area.

**Key Words:** *deregulation, daily transportation, local area*

## 第3章 規制緩和後の生活交通の再編動向の分析と課題整理

### 1. はじめに

乗合バスは、地域住民の通勤、通学、病院、買物といった日常生活を支える公共交通機関としての重要な役割を果たしてきた。しかし、自家用車の普及や地方部での過疎化の進展などにより、全国でバス事業の経営の悪化が深刻化している。九州における乗合バス事業の輸送人員は、昭和44年度の12億734万人をピークに以後毎年減少が続いており、平成16年度には昭和44年度と比べて56.8%減の5億2208万人となっている。営業収入も輸送人員と同様に減少傾向にあり、平成16年度は1076億2796万円と最近10年間で約30%の減収となっている。民営事業者、公営事業者の収支率はそれぞれ95.7%、77.7%であり、民営、公営に関わらず赤字事業となっている。これらの赤字の大部分は公的な補助金によって補填されている。

このような状況の中で、平成13年4月から生活交通確保のための新しい地方バス補助制度がスタートしている。新しい地方バス補助制度は、これまでの内部補助を前提とした事業者への補助措置ではなく、生活交通確保のために地域にとって必要な路線に対する路線毎の補助制度に改められた。新しい地方バス補助制度に続き平成14年2月には道路運送法が改正され、乗合バス事業の規制緩和が行われ、需給調整規制が廃止された。需給調整規制の廃止は、競争を促進するとともに輸送の安全や利用者利便の確保に関する措置を講じることにより、利便性が高く、安全で安心なサービスの提供を図り、バス事業の活性化と発展を図ることが目的とされている。また、需給調整規制が廃止された後においても、地域において政策的に維持することが必要な生活交通については、地方自治体、特に市町村が主体的に関与することがこれまで以上に求められることになった。

そこで、本研究では規制緩和後の地方の市町村の生活交通の変化と変化の方向を把握し、今後の地方部における生活交通再編の課題を探る。規制緩和後の生活交通への市町村の取組みに関する研究は、路線バスに対する自治体の責務の研究<sup>1)</sup>やバス交通に関する自治体の取組み事例の研究<sup>2), 3), 4)</sup>など近年さかんに行われている。本研究もそれらの研究と同種の研究であるが、広域かつ多面的に生活交通の変化の要因を捉えようとしているところに特徴がある。具体的には、規制緩和後の九州の生活交通の状況と市町村の生活交通対策への取組み状況を調査し、その大まかな動向を整理する。詳細な生活交通対策の動向については、平成19年度から地方バス運行等特別対策事業(単独分)補助制度の改正が予定されている熊本県の市町村を対象に、バス事業の規制緩和、市町村合併、および県単独補助制度の改正を踏まえた生活交通へ対応状況を分析する。

### 2. 九州の市町村の生活交通への取組みの現状

#### (1) アンケート調査概要

九州の市町村の生活交通への取組み状況を把握するため、平成16年2月(熊本県では平成14年12月に実施)に沖縄県を除く九州7県の全516市町村(平成15年1月時点)を対象にアンケート調査を行った。主な調査内容は、現在の各種バスの運行状況(民営路線、公営路線、スクールバス、福祉



バス，コミュニティバスの運行の有無），生活交通確保策の現状（高齢者・障害者へのタクシーチケット，バスチケットの配布・料金負担，遠距離通学生への補助実施の有無），規制緩和後のバス事業の変化及びこれに対する自治体の取組み（規制緩和後の事業者新規参入や路線撤退・廃止合理化の有無，バス事業の変化に対する取組み），規制緩和後の地域内交通における役割の方向性・基本方針（行政の介入・事業者支援などの実施状況）の4項目である．アンケート調査の回収状況を表-1に示す．

表-1 アンケート回収状況

県名	市町村数	回収数	回収率（％）
福岡	96	82	85.4
佐賀	49	37	75.5
長崎	79	48	60.8
熊本	94	94	100.0
大分	58	41	70.7
宮崎	44	27	61.4
鹿児島	96	54	56.3
計	516	383	74.2

## （2）生活交通への取組み状況

アンケート調査の集計結果を表-2に示す．なお，熊本県下の市町村にアンケート調査を行った際に，「規制緩和後のバス事業の変化」についての質問項目を設けていなかったため，この項目の結果には熊本県の市町村のデータは反映されていない．

「各種バスの運行状況」および「生活交通確保策の現状」への回答から，90%以上の市町村でコミュニティバスを含む何らかのバスが運行されている．しかしながら，約45%の市町村でバス運行以外の具体的な生活交通確保策が行われていない．

規制緩和後にバス事業等に変化が見られたと回答があったのは135市町村（47%）である．その変化の内容は，バス事業者やタクシー事業者などの新規参入は少なく，既存路線の廃止や合理化，事業者の撤退といった地域の公共交通サービスが縮小する方向である．それらの変化に対して136市町村（36%）が「バスの利便性向上」に取り組んでいるが，その主な内容は，“バス会社への経営支援”（98市町村）であり，補助金支出をもって取り組んでいると考えている市町村が多いようである．また，「代替交通機関導入の検討」や「関係機関の話し合いの場の設置」など，市町村とバス事業者が関係した取組み事項が，「住民との話し合いの場の設置」や「路線マップ配布」などバス利用者に対する取組み事項を上回っている．

「規制緩和後の地域内交通における役割の方向性・基本方針」への回答では，「民間事業者への支援・連携」（189市町村，49.3%）を実施・検討しているとの回答が最も多く，支援・連携の内容としては先述と同様に路線維持のための補助金交付が多く見られた．一方，自治体の財政難や民間バス事業者への補助金の高騰を防ぐといった理由で行政の介入は避けるべきという意見も10市町村からあった．また，117市町村（30.5%）から「方向性・基本方針回答なし」と地域内交通における役割について消極的な回答があった．それに対し，「積極的な行政の介入」へは132市町村（34.5%），「総合的・体系的な交通対策の検討」へは108市町村（28.2%）の回答があり，30%以上の市町村が，主体的に地域内交通における役割を果たそうとしている．

表 - 2 アンケート集計結果

a) 各種バスの運行状況		市町村数	(%)
民営路線バス		281	73.4
公営路線バス		17	4.4
スクールバス		92	24.0
福祉バス		87	22.7
コミュニティバス		63	16.5
路線バスの運行無し		29	7.6
b) 生活交通確保策の現状		自治体数	(%)
高齢者・障害者が対象	タクシーチケット配布	120	31.3
	バスチケット配布	18	4.7
	料金負担	25	6.5
学生対象	通学補助	99	25.9
その他		12	3.1
生活交通確保策なし		171	44.6
c)-1 規制緩和後のバス事業変化*		自治体数	(%)
新規参入	バス事業者	8	2.8
	タクシー事業者	18	6.2
廃止・合理化	路線廃止	83	28.7
	路線合理化	49	17.0
	事業者撤退	13	4.5
その他		9	3.1
事業変化なし		154	53.3
c)-2 事業変化に対する自治体の取組み		自治体数	(%)
バスの利便性向上		136	35.5
代替交通機関導入(検討)		70	18.3
関係機関の話し合いの場設置		46	12.0
利用者(住民)の意識調査		23	6.0
住民との話し合いの場の設置		17	4.4
まちづくりから見たバス交通の検討		16	4.2
d) 規制緩和後の地域内交通における役割の方向性・基本方針		自治体数	(%)
積極的な行政の介入		132	34.5
民間事業者への支援・連携		189	49.3
総合的・体系的な交通対策の検討		108	28.2
新たな交通システムの実践		76	19.8
その他		16	4.2
方向性・基本方針回答なし		117	30.5

注) 各項目について複数回答可

### (3) 生活交通への取り組みの特徴

「生活交通確保策の実施」の項目への回答割合を県別に集計したグラフを図-1に示す。福岡県および佐賀県の市町村で、高齢者・障害者向け補助の実施割合が高く、大分県の市町村で遠距離通学の生徒への通学補助の実施割合が高い。一方、熊本県、宮崎県、鹿児島県では生活交通確保策を行っていない市町村が多く見られる。

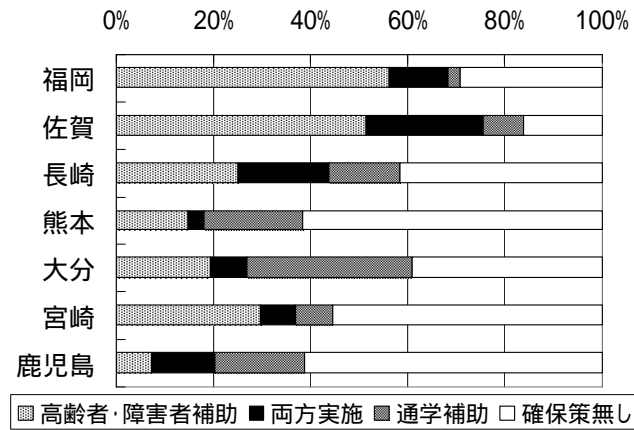


図 - 1 県別の生活交通確保策の実施割合

「規制緩和後のバス事業の変化」の項目への回答割合を県別に集計したグラフを図 - 2 に示す。各県とも新規参入より既存路線の廃止・合理化の割合が高い。特に福岡県と佐賀県で、既存バス路線の廃止合理化を行なった市町村が 50%を超えている。各県の事業変化の大きさに差異をもたらす要因の 1 つにブロック協議会の大きさが考えられる。表 - 3 に示すように、事業変化の大きい福岡県では平均 16 市町村、また佐賀県では全県 1 ブロックと広域の市町村でブロック協議会が構成されているのに対して、他の県が平均 10 市町村以下でブロック協議会が構成されている。小域の市町村でブロック協議会が構成されている場合、複数のブロック協議会に跨るバス路線が多数出現するためバス路線再編にはブロック協議会内だけでなくブロック協議会間での調整も必要となり、時間を要しているようである。

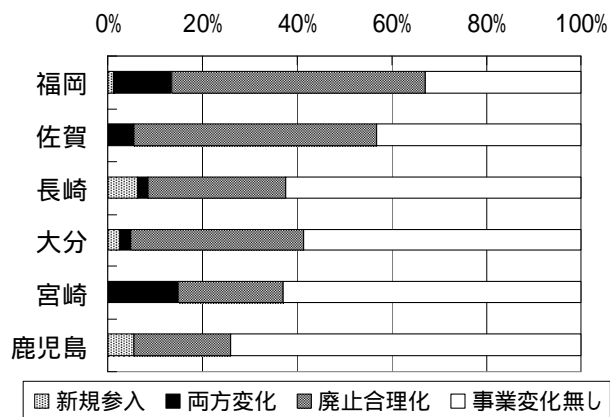


図 - 2 県別規制緩和後のバス事業変化の割合

各市町村の生活交通への取組みは、自治体の財政力や政策能力が反映されると考えられる。財政力や政策能力は、市町村の人口規模と相関が高い。今回のアンケート調査の際、バス事業関連の担当窓口は、多くの市町村で総務系または企画系の課もしくは係であり、人口規模の小さな自治体では、担当者はバス事業関連担当以外に複数の業務を兼務していた。そのため、バスに関しては実質的には補

助金の支出に関わる事務手続きが主な業務となっていた。そこで、市町村の人口規模や昼夜間人口率別に取組み状況を整理する。なお、人口データは平成14年3月末時点における住民基本台帳人口<sup>5)</sup>の数値を使用した。

表 - 3 人口規模別市町村数とブロック協議会数

人口規模 県名	人口規模別市町村数					計	回答のあった市町村				計	ブロック協議会数
	5千人未満	5千～1万人	1万～5万人	5万人以上	計		5千人未満	5千～1万人	1万～5万人	5万人以上		
福岡	9	14	57	16	96	7	13	49	13	82	6	
佐賀	4	22	19	4	49	3	15	16	3	37	1	
長崎	25	32	18	4	79	16	17	13	2	48	8	
熊本	22	35	34	3	94	22	35	34	3	94	11	
大分	23	15	14	6	58	15	10	11	5	41	6	
宮崎	10	9	21	4	44	4	6	13	4	27	8	
鹿児島	22	35	35	4	96	11	21	20	2	54		
計	115	162	198	41	516	78	117	156	32	383		

注) 鹿児島県のブロック協議会は、休廃止等の申し出に基づき関係市町村で随時開催

人口規模別の生活交通確保策の実施割合を図-3に示す。学生への通学補助を除けば、比較的人口規模の大きな市町村のほうが金銭面で生活交通確保策をよく実施している。

人口規模別の規制緩和後の地域内交通における役割の方向性・基本方針の実施・検討割合を図-4に示す。明らかに、人口5万人以上の市町村で各項目の実施・検討割合が大きい。「総合・体系的交通対策」、「新たな交通システムの実践」といった政策能力を必要とする項目については、市町村の規模が大きく効いていることが分る。県を構成する市町村規模の差異が、図-1や図-2の県別の差異の1つの要因となっている。

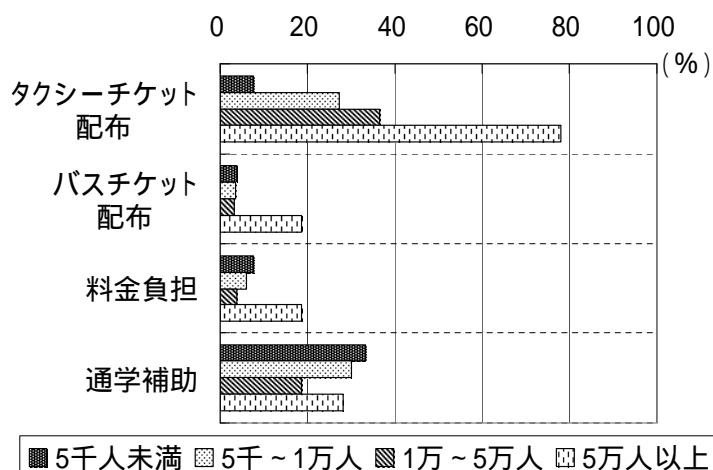


図 - 3 人口規模別の生活交通確保策の実施割合

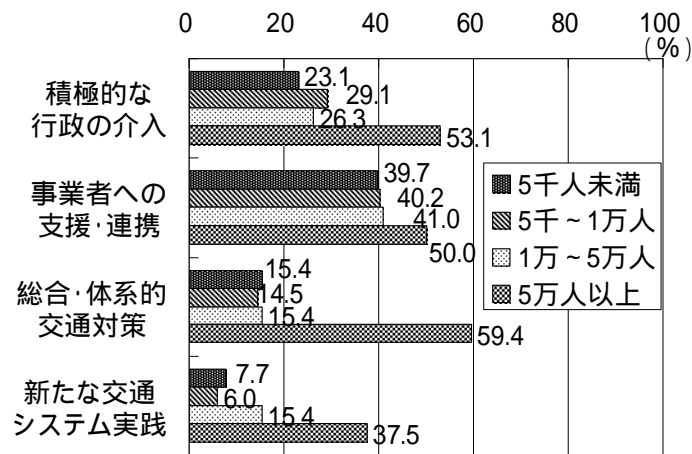


図 - 4 人口規模別の規制緩和後の地域内交通における役割の方向性・基本方針の実施・検討割合

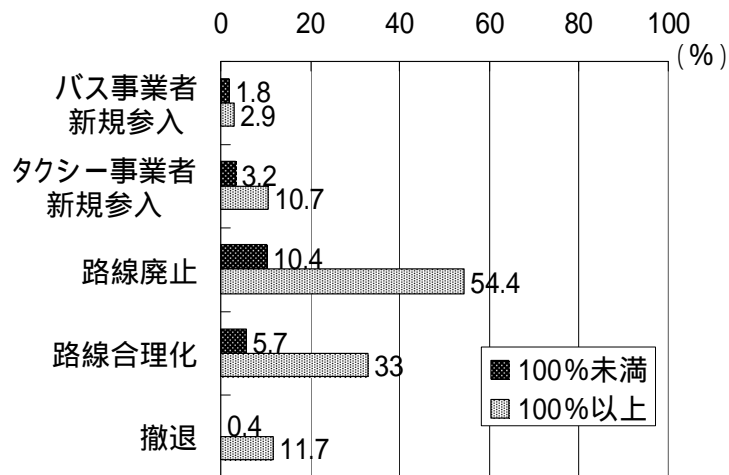


図 - 5 昼夜間人口比別の規制緩和後のバス事業変化の割合

規制緩和後のバス事業変化に関する項目への回答割合を昼夜間人口比別に整理したものを図 - 5 に示す。規制緩和後にバスに関連した事業変化は、昼夜間人口比 100%以上の市町村に多く見られる。特にバス路線の廃止は、昼間人口の多い市町村の半数以上で行なわれている。通勤や通学、買物などが集中する地域の中心的市町村で、バス路線の再編が活発に行われている。

### 3. 熊本県下の市町村の生活交通対策の現状

#### (1) 熊本県におけるバス事業を取り巻く環境

熊本県における乗合バス輸送人員と運行収入は、九州の乗合バスの状況と同様に減少する一方である。乗合バス事業の自由競争を促進し、バス利用者へのサービス向上と事業の活性化を図る目的で乗合バス事業の規制緩和が実施されたが、実際には不採算路線からの撤退が増加している。熊本県の国および県の補助の対象系統数と補助金額の推移<sup>6)</sup>を図 - 6 に示す。国・県ともに補助対象系統数は増

加傾向にあり、県の補助系統数は10年前と比較して227系統も増加している。補助金額についても補助対象路線数と同様に増加傾向にある。

このような状況の中、熊本県は平成19年度から地方バス運行等特別対策事業（単独分）補助制度の改正を予定している。県単独補助制度の主な改正内容を表-4に示す。これまでの県単独補助制度では平均乗車密度1.0人以上との条件が、平均乗車密度1.0人以上でかつ1日輸送量3人以上の系統に改正されるため、県の補助対象となる路線が減少する。また、補助率が一律に3分の1となるため複数市町村に跨る路線については2分の1から3分の1へ補助率が低下する。補助対象路線数・補助金額ともに増加傾向である中での県単独補助制度の改正は、既存バス路線を維持する場合、市町村の補助負担額を急激に増加させる。

熊本県では平成15年4月のあさぎり町合併を初めとして、平成18年3月末までに62市町村が合併し、新たに16市町村が誕生した。熊本県の市町村合併の推移と地理的状况を図-7に示す。合併による行政区画の拡大は、新市町村住民に対し旧市町村境界を越えて公共施設等各種施設へのアクセスを確保する必要がある。すなわち、合併の効果を効率的に発揮させるために新市町村域に適応したより広域的で一体的な生活交通対策が必要となってくる。

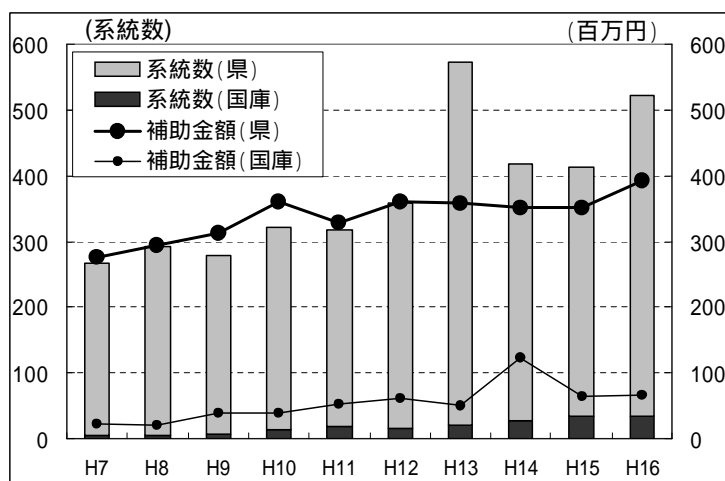


図 - 6 国・県補助路線の系統数・補助金額

表 - 4 県単独補助制度の主な概要<sup>7)</sup>

項目	改正前(H16)	改正後(H19)
補助対象路線	平均乗車密度1.0人以上の系統	平均乗車密度1.0人以上かつ1日輸送量3人以上の系統
補助率	H13時点の既存路線に限定	新設路線も対象
	複数市町村系統は補助率1/2	補助率は一律1/3
	単独市町村系統は補助率1/3	
補助対象事業者	系統の赤字額は74.28円/kmを上限	削除
	事業者の運行経費について制限無し	運行経費が標準費用の全国平均額を超える事業者は補助対象外
	路線バス事業が赤字の事業者：バス事業 業欠損額 = 補助上限	事業者の収支は問わない

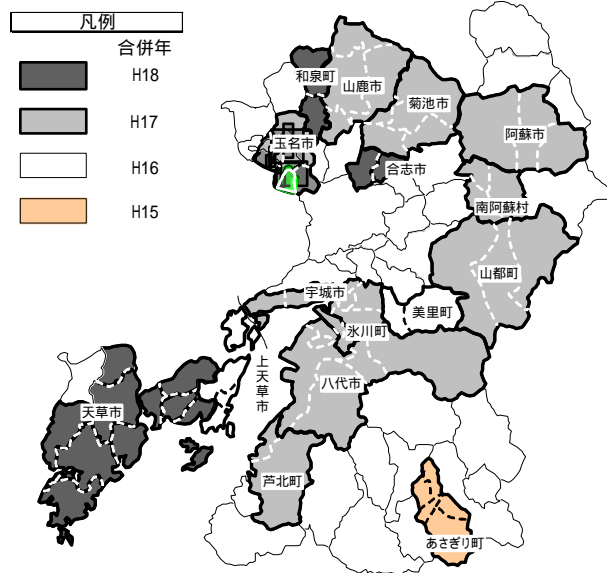


図 - 7 熊本県下の市町村の合併の状況

乗合バス利用者が減少する中、このように熊本県下の市町村は、バス事業の規制緩和、熊本県単独補助制度の改正および市町村合併の影響を踏まえた生活交通対策が求められている。

## (2) 生活交通対策アンケート調査の概要

熊本県内における生活交通対策の現状を把握するため、平成 17 年 11 月に県内の全 59 市町村を対象に生活交通対策に関するアンケート調査を実施した。アンケートは郵送配布・回収、および電話でのヒアリングで行った。また、合併した市町村には各庁舎にも回答を依頼した。アンケート調査の主な内容は以下の通りである。

### 1) 現在の生活交通体系について

民営・公営路線バス、スクールバス、福祉バス、コミュニティバス（CB）、および乗合タクシーの運行の有無とサービス内容に関する質問を行った。なお、コミュニティバスについては、市町村主体の運営（直営もしくは民間事業者への運行委託）、利用者制限が無い（交通弱者や市町村住民などに利用を制限しない）、新規路線である（廃止代替であっても民営路線の再編によるものはCBに含める）に当てはまるもの<sup>8)</sup>をコミュニティバスとして回答してもらった。

### 2) 県単独補助制度改正の影響について

平成 19 年度熊本県単独補助制度の改正内容を平成 16 年度補助実績に当てはめて補助対象外となる路線数を回答してもらった。また、同時に補助制度改正への対応状況についても回答してもらった。

### 3) 地域内交通について

市町村が行っている地域内交通対策の方針や内容について回答してもらった。

### 4) コミュニティバスの運営について

コミュニティバス導入市町村（廃止済 2 件を含む全 13 件）を対象に運営目的、運営時の工夫と留意点、問題点、利用者評価について質問を行った。

アンケートは、全 59 市町村から回答を得ており、回収率は 100% である。また、平成 14 年 12 月にも熊本県下全 94 市町村に生活交通対策についてのアンケートを実施（回収率 100%）しており、可能な限り変化を比較する。

### (3) 規制緩和による生活交通対策への影響

平成 14 年時点と平成 17 年時点で各市町村において提供されていた生活交通サービスを表 - 5 に示す。なお、表中の人口総数、面積は平成 14 年度の数値であり、「公営」は公営路線バス、「民営」は民営路線バス、「スク」はスクールバス、「福祉」は福祉バス、「乗合」は乗合タクシーを表している。また、合併した市町村の生活交通の体系の今後方針については、「不明、または未検討」を「-」、「新たな交通手段の検討」を「▲」、「日常生活圏の拡大に伴う整備」を「□」、「旧市町村のシステムを全域に拡大」を「■」で表している。

平成 14 年から平成 17 年の間のバス事業の規制緩和の影響は、多くの市町村での福祉バス、スクールバスの導入・廃止やコミュニティバスの導入の動きに見ることが出来る。規制緩和により、不採算路線からの撤退が届出制となり容易となったため、過疎地域の多くの市町村でバス路線が縮小され、その後の生活交通確保のためスクールバスや福祉バスが導入されている。また、バス路線の縮小とともに山都町の旧蘇陽町のように既存のスクールバスや福祉バスを整理統合しコミュニティバス化している市町村もある。福祉バス、スクールバスの導入・廃止やコミュニティバスの導入の動きへ影響を与えたのは規制緩和だけではなく、市町村合併の影響も見られる。市町村合併により、旧市町村間の公共サービスの水準の整合性を取るために福祉バス、スクールバスの導入・廃止やコミュニティバス、乗合タクシーの導入を行っている市町村も見られる。

既存バス路線撤退後の代替手段として近年注目を集めているコミュニティバスは、熊本県下の市町村では、どちらかといえば過疎地域で廃止代替バスとしての導入が先行していた。旧菊池市で平成 14 年に試験運行された中心部循環のコミュニティバスが平成 16 年に導入され、同時に中山間地域と市街地を結ぶ乗合タクシーが導入された。水保市でも同時期に中心部巡回型のコミュニティバスが導入されている。また、合志市でも、合併と同時に旧西合志町で運行されていたコミュニティバスが、旧合志町を含めて路線が延長されている。このように最近では、小都市の中心市街地を循環もしくは巡回するコミュニティバスの導入が広がってきている。一方で、あさぎり町や御船町など山間地で導入されている乗合タクシーも広がりを見せようとしている。平成 18 年中に、熊本市と玉名市を跨ぐ廃止代替バス路線が廃止され、同地域に乗合タクシーが導入される予定であり、山鹿市も旧山鹿市と旧菊鹿町地域で、コミュニティバスと乗合タクシーの試験運行を予定している。また、大津町も平成 18 年中に乗合タクシーを導入する予定である。

まだ、数としては少ないが、規制緩和の影響から生じた具体的な生活交通確保策の地域的な流れは、過疎部での路線バス、スクールバス、福祉バスの整理統合に伴う過疎型のコミュニティバスの導入に始まり、次に地方小都市の市街地路線撤退に伴う循環または巡回型のコミュニティバスの導入、そして廃止路線代替バスの廃止による生活交通空白地域への乗合タクシーの導入へと進行している。また、バス事業の規制緩和は、市町村の生活交通への関わり方へも変化を及ぼしている。平成 14 年と平成 17 年のアンケート時の各市町村のバス担当部署の割合を表 - 6 に示す。平成 14 年と平成 17 年とも総務系もしくは企画系が担当している割合が高いが、バス担当を専門とする交通系が平成 17 年には平成 14 年に比べて若干増えている。市町村合併が進み行政組織が統合されていく中で、生活交通を担当する部署が設置される傾向は高まると思われる。



表-5 平成14年 - 平成17年の運行状況の推移

地方バス ブロック 協議会名	市町村名		人口総数 (千人)	面積 (km <sup>2</sup> )	合併施行		合併		運行状況											
	(H18.3)	(H14)			年	月日	形式	方針	H14	H17	H14	H17	H14	H17	H14	H17				
	計48市町村	計94市町村							公営	民営	スグ	福祉	CB	乗合						
熊本	熊本市	熊本市	669041	267.1																
		玉名市	45688	91.3																
玉名	玉名市	岱明町	15151	22.8	H17	10月3日	新設													
		横島町	5952	17.0																
		天水町	7223	21.5																
		玉東町	5653	24.4																
	南関町	南関町	11643	69.0																
		長洲町	17752	19.4																
	和水町	菊水町	7011	38.3	H18	3月1日	新設													
		三加和町	5814	60.5																
荒尾市	荒尾市	56909	57.2																	
鹿本	山鹿市	山鹿市	32590	87.0	H17	1月15日	新設													
		鹿北町	5113	86.2																
		菊鹿町	7426	77.4																
		鹿本町	8578	17.6																
	鹿央町	5155	31.5																	
植木町	植木町	31194	65.8																	
菊池	菊池市	菊池市	27145	182.6	H17	3月22日	新設													
		七城町	5764	20.5																
		旭志村	5326	46.6																
		酒水町	14067	27.0																
	合志市	合志町	22368	28.9	H18	2月27日	新設													
		西合志町	27801	24.3																
	大津町	大津町	28534	99.1																
	菊陽町	菊陽町	29017	37.6																
阿蘇	阿蘇市	一の宮町	10051	105.5	H17	2月11日	新設													
		阿蘇町	18385	199.4																
		波野村	1711	71.4																
	南小国町	南小国町	4647	115.9																
	小国町	小国町	8805	137.0																
	産山村	産山村	1792	60.7																
	高森町	高森町	7188	174.9																
	西原村	西原村	5986	77.2																
	南阿蘇村	白水村	4551	47.9	H17	2月13日	新設													
		久木野村	2575	50.6																
	長陽村	5411	38.8																	
上益城	御船町	御船町	18284	99.0																
	嘉島町	嘉島町	8259	16.7																
	益城町	益城町	32394	65.7																
	甲佐町	甲佐町	11811	57.9																
	山都町	蘇陽町	4536	118.9	H17	2月11日	新設													
		矢部町	12018	296.4																
清和村		3164	129.5																	
宇土市	宇土市	38168	74.2																	
宇城	宇城市	三角町	9987	48.3	H17	1月15日	新設													
		不知火町	9703	28.8																
		松橋町	25143	38.2																
		小川町	13749	41.7																
	城南町	豊野町	4958	31.5																
		城南町	19822	36.9																
	富合町	富合町	7782	19.6																
	美里町	中央町	5141	41.7	H16	11月1日	新設													
砥用町	7499	102.3																		
八代	八代市	八代市	106803	146.8	H17	8月1日	新設													
		坂本村	5914	162.8																
		千丁町	7114	11.2																
		鏡町	16616	28.2																
	氷川町	東陽村	2881	64.6																
		泉村	2833	266.6																
	章北町	8874	23.4	H17	10月1日	新設														
	宮原町	5067	9.9																	
水俣・芦北	水俣市	水俣市	30365	162.9																
	芦北町	田浦町	5190	32.8	H17	1月1日	新設													
		芦北町	16668	200.7																
津奈木町	津奈木町	5645	34.0																	
人吉・球磨	人吉市	人吉市	38519	210.6																
	錦町	錦町	11903	84.9																
	多良木町	多良木町	11842	165.9																
	湯前町	湯前町	4895	48.4																
	水上村	水上村	2626	192.1																
	相良村	相良村	5500	94.5																
	五木村	五木村	1456	252.9																
	山江村	山江村	4034	121.2																
	球磨村	球磨村	5055	207.7																
	あさぎり町	岡原村	岡原村	2932	20.2	H15	4月1日	新設												
		上村	5359	89.7																
		須恵村	1462	18.0																
		深田村	1922	21.3																
天草郡市	上天草市	深田村	6002	10.3	H16	3月31日	新設													
		大矢野町	17100	38.0																
		松島町	8821	51.2																
		姥戸町	3649	19.3																
	天草市	龍ヶ岳町	4997	17.5	H18	3月27日	新設													
		本渡市	40644	144.8																
		牛深市	18986	89.8																
		有明町	6652	59.6																
		御所浦町	4401	20.2																
		倉岳町	3968	25.6																
		栖本町	3065	32.9																
		新和町	4238	55.2																
五和町	10877	50.1																		
天草町	4817	85.5																		
河浦町	6692	119.3																		
苓北町	苓北町	9259	67.1																	

表 - 6 バス担当窓口の変化

担当	H14	割合(%)	H17	割合(%)
企画系	44	47%	22	37%
総務系	40	43%	27	46%
交通系	4	4%	9	15%
建設系	0	0%	1	2%
商工系	2	2%	0	0%
地域系	1	1%	0	0%
その他	3	3%	0	0%

(4) 県単独補助制度改定による生活交通対策への影響

平成 16 年度の県単独補助対象路線数および平成 19 年度の補助制度の改正内容を平成 16 年度の輸送実績に適用した場合に補助対象となる路線数をブロック協議会毎に集計したものを表-7 に示す。なお、複数市町村に跨るバス路線も市町村単位で集計しているためここで掲載している路線数は延べ路線数である。また、各市町村の県単独補助制度改正への対応状況をブロック協議会毎に集計した結果も表-7 に示す。

平成 16 年度の県単独補助対象路線数は県全体で 1105 路線あり、この中で平成 19 年度の補助基準を満たす路線は 539 路線あり、半数以上の 51.2% の路線が県単独補助対象外になると推計される。ブロック別にみると、玉名、鹿本ブロックといった県北地域において半数以上が補助対象外となる。また、上益城、水俣・芦北ブロックといった中山間地域の路線を多く抱えるブロックでは補助対象路線数の減少がさらに顕著である。もっとも影響が大きいのは天草郡市ブロックであり、実に 73% が補助の対象外となってしまう。県単独補助の対象外となるバス路線を維持する場合、市町村の補助負担がこれまで以上に増すことになる。県単独補助路線の対象外となるバス路線を抱える市町村の多くは、人口規模が小さく、比較的財政力の弱い市町村が多く、これまで以上の補助負担は財政を圧迫するため、路線の再編・整理等の対応が迫られている。

しかしながら、表-7 に対応状況を示しているように玉名ブロックや水俣・芦北ブロックで補助改正への対応の協議に着手した市町村の割合が高いが、県全体としては対応は捗々しくない。平成 17 年 11 月時点で 59 市町村中 28 市町村と半数近くが補助改正の対応の協議さえ行っていない状況である。その多くの市町村が 1 年間は、県の補助金の削除は我慢するとの回答であった。公共交通に関しては、多くの市町村でバス担当は補助金の支出を主な業務としていたためバス路線の再編や統合の経験がな

表 - 7 県単独補助制度の改正の影響と対応状況

項目 ブロック	補助対象路線数			対応状況		
	H16	H19	減少率	実施中	協議中	協議無
熊本	121	63	47.9	0	0	1
玉名	93	41	55.9	0	6	3
鹿本	76	31	59.2	0	0	2
菊池	45	37	17.8	0	3	0
阿蘇	89	47	47.2	1	4	2
上益城	50	20	60.0	1	1	3
宇城	78	58	25.6	0	2	1
八代	98	82	16.3	0	1	1
水俣・芦北	65	24	63.1	0	3	1
人吉・球磨	90	55	38.9	0	5	6
天草郡市	300	81	73.0	0	4	8
計	1105	539	51.2	2	29	28

いことや担当課や係の多くが総務係や企画系であるため合併が進行する中、対応が後回しにされていることが要因として挙げられる。だが、平成 18 年度になって多くの市町村で検討が始められている。

#### (5) 市町村合併の生活交通対策への影響

地域内の生活交通対策の今後の方針を合併（協議中を含む）・未合併市町村別に集計した結果を表 - 8 に示す。なお、設問への回答は複数回答可として得ている。

32 の未合併市町村中 19 市町村と半数以上の未合併市町村が今後バス路線整備・再編の検討を行うと回答している。それに対して、合併市町村（協議中を含む）では 27 市町村中 16 市町村が、今後の生活交通対策について検討無しと回答しており、地域内の生活交通対策の今後の方針に差が見られる。これは、図 - 8 に示す県単独補助制度改正への未合併市町村と合併市町村の対応状況の差と同じ傾向である。

平成 16 年度の県単独補助対象路線を未合併市町村で集計すると 457 路線あり、この中で平成 19 年度の補助基準を満たさない路線は 195 路線、42.7% の路線が県単独補助の対象外になる。それに対して合併市町村では 648 路線中 371 路線、57.3% の路線が県単独補助の対象外となる。このように合併市町村は、未合併市町村と比較して県単独補助制度の改正の影響が大きいにもかかわらず、生活交通対策の今後の方針にしても県単独補助制度改正へ対応についても取組みが活発でない。

熊本県で平成 18 年 3 月末までに合併により誕生した 16 市町村の合併協定書の中で、福祉バスやスクールバスもしくは通学補助等移動補助については、大部分の合併協定書で学校教育関係や福祉関係の協議項目の中で取り扱われていたが、公共交通もしくはバス路線の維持に関する具体的な記述があったのはわずか 2 件だけであった。これは、県が例示している合併協定書の雛形に公共交通もしくはバス路線の維持に関する協議項目が入っていないためであろう。ちなみに、公共交通もしくはバス路線の維持に関する取扱いは、2 件とも合併協定書の中でその他の事業の取扱いとされていた。このように合併協議の中で生活交通に関して具体的に協議に取り上げられず、市町村合併が進行する中で生活交通への対応が先送りされている。同様の傾向は宮崎らの研究<sup>9)</sup>でも指摘されている。

未合併市町村でバス路線整備・再編の検討に次いで回答が多かったのがコミュニティバス導入の検討である。コミュニティバス導入については、合併市町村でも 6 市町村で検討しており、未合併市町村にしる合併市町村にしる、今後コミュニティバスを導入する市町村が増加することが予想される。

表 - 8 生活交通対策の今後の方針

未合併市町村が行っている施策・方針 (N=32)	件数
路線整備・再編	19
事業者支援による路線存続	9
バス停整備・位置変更	3
車体の小型化	8
コミュニティバス等の代替手段の検討	12
スクールバスの空き時間を利用した送迎	2
現在は検討無し	6
合併(協議中)市町村が行っている施策・方針 (N=27)	件数
日常生活圏の拡大に伴う交通ネットワーク整備	1
合併を期に既存システムを廃止・縮小	2
旧市町村のシステムを新市町村全域に拡大	2
コミュニティバス等の代替手段の検討	6
旧市町村地域を越えた公共施設間の交通ネットワーク整備	5
スクールバスの空き時間を利用した送迎	1
現在は検討無し	16

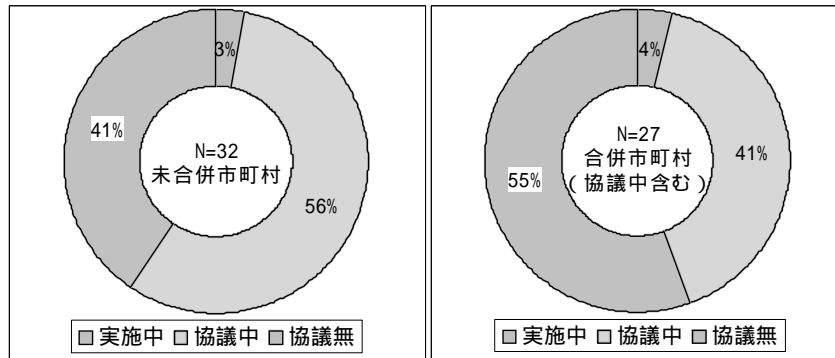


図 - 8 県単独補助制度への対応状況

#### 4 . 熊本県下でのコミュニティバスの導入状況

規制緩和や補助金削減の影響で、既存バス路線が撤退や整理統合により縮小する中、多くの市町村がその影響の緩和にコミュニティバスの導入を検討している。また、合併市町村においてもコミュニティバスで旧市町村の庁舎間を連絡し、地域の融合を目指す動きもみられる。そこで、本章では熊本県下の市町村のコミュニティバス導入状況とその問題点を整理する。

##### (1) コミュニティバスの導入動向

熊本県下の市町村でのコミュニティバスの運行状況を表 - 9 に示す。平成 18 年 3 月末時点で、11 のコミュニティバスが運行されている。また、県内にはこの 11 の事例の他にも過去に熊本市と人吉市で市内循環型のコミュニティバスが運行されていた。熊本市のコミュニティバスは、オムニバスタウン計画の一環で、平成 13 年より都心循環バスとして運行が開始されたが、平成 17 年 5 月に利用者低迷のため約 4 年間の運行を終えている。人吉市でも「魅力ある商店街づくりソフト支援事業」として平成 13 年に市内の商店街を循環するコミュニティバスが運行されたが、運行データの収集を目的とした試験運行で終えている。

熊本市や人吉市で運行されたコミュニティバスは、市民への新しい公共交通サービスによるまちづくりが目的であった。同様の導入目的でコミュニティバスが運行されているのは、旧西合志町や菊陽町といった熊本市周辺のベットタウンである。菊陽町の場合は大規模住宅団地と大型小売店舗の開発に併せて導入されている。また、旧西合志町で運行されているコミュニティバスは、合併後に旧合志町地域まで延長されている。

それに対し、最低限の生活交通の確保策としてコミュニティバスを導入している市町村もある。合併後天草市となった旧御所浦町、旧有明町、旧新和町はいずれもタクシー会社に委託してコミュニティバスを運行している。同様なコミュニティバスは、高森町や旧蘇陽町、南阿蘇村といった山間地の人口の少ない町村で見られる。旧蘇陽町のコミュニティバスは、平成 14 年に運行開始された民営事業者受託の教育福祉バスを平成 15 年に空き時間を利用して一般客を混乗させる形でコミュニティバスに転換を図ったものである。南阿蘇村では町所有のバスを活用して旧 3 村の庁舎と各公共施設を連絡するコミュニティバスが導入されている。

市町村の財政事情が厳しい中、多くの補助路線を抱えている市町村で、財政の効率化を目的に既存バス路線を再編し、コミュニティバスを導入している市町村もある。菊池市では廃止路線代替バスを廃止し、市中心部に循環型のコミュニティバスを、郊外の山間地から市中心部には乗合タクシーを導入している。バス利用者の比較的多い中心部を循環バス、利用者の少ない郊外を乗合タクシーと地域交通における役割を地域分担し、効率化を図っている。従来より補助支出が削減され、しかも利用者より利便性が高まったと評価されており、県内の他の市町村からも注目されている。水俣市も同様に赤字バス路線を整理し、市中心部に巡回型のコミュニティバスを導入し、補助支出の圧縮を行っている。山鹿市も赤字路線を廃止し、旧山鹿市と旧菊鹿町地域で、コミュニティバスと乗合タクシーの試験運行を予定している。

## (2) 地方部のコミュニティバスの特性

前節で熊本県下の市町村のコミュニティバスの運行状況を整理したが、各市町村の地域性がコミュニティバスの導入目的に反映されているようである。企業の立地や住宅開発が盛んな熊本市周辺の新興地域で新しい公共交通サービスとしてコミュニティバスが導入されているが、過疎部では生活交通のシビルミニマムとして導入されている。また、古くから地域の中心的な都市では膨張した路線バスへの補助金を削減し、財政の効率化を図るためコミュニティバスを導入している。

表 - 9 熊本県下の市町村でのC Bの運行状況

市町村名	C B導入旧市町村名	運行目的	C B導入年月日	系統	運賃		法律条項	運行方式	使用車両(定員)	総路線長(km)
					方式	金額				
水俣市	(未合併)	公共交通・路線整備統合	H15.1.6	2系統	均一	150	21条	委託	中型(37)	53.8km
山鹿市	鹿北町	代替交通	H13.12.20	7系統	無料		-	委託	小型(29)	約140km
菊池市	菊池市	利便性確保	H16.6.1	1系統	均一	100	4条	補助	小型(29)	18.1km
菊陽町	(未合併)	-	H14.9.30	6系統	均一	100	4条	委託	中型	-
合志市	西合志町	公共交通・利便性確保	H13.12.20	3系統	均一	100	4条	委託	小型(29)	53.4km
	(合併後導入)	公共交通・旧町間の連絡	H18.3.28	2系統	均一	100	4条	委託	小型(29)	56km
高森町	(未合併)	公共交通	H16.4.1	8系統	均一	200	21条	委託	小型(11)	343.2km
南阿蘇村	(合併後導入)	路線整備統合	H17.4.1	3系統	無料		80条	委託	小型(28)	68km
山都町	蘇陽町	公共交通	H15.7.1	26系統	無料		21条	委託	小型(29)	1432.7km
天草市	御所浦町	公共交通	H8.7.1	3系統	均一	300	21条	委託	小型(9)	149.6km
	有明町	路線整備統合	H14.9.30	4系統	均一	100	21条	委託	小型(29)	165km
									中型(45)	
新和町	公共交通	H16.4.1	2系統	均一	100	21条	委託	ワゴン車(10)	78km	

市町村名	C B導入旧市町村名	乗客数(単位:人)			運行収入(単位:千円)			運行費用(単位:千円)			運行補助(単位:千円)		
		H14	H15	H16	H14	H15	H16	H14	H15	H16	H14	H15	H16
水俣市	(未合併)	-	14475	19387	-	1733	2153	-	3864	4208	-	2131	2055
山鹿市	鹿北町	7292	7917	7655	0	0	0	2981	2981	2981	2981	2981	2981
菊池市	菊池市	-	-	15276	-	-	1439	-	-	6230	-	-	4791
菊陽町	(未合併)	2404	7807	9838	-	-	-	-	-	-	-	1020	1028
合志市	西合志町	6478	8768	9001	648	877	900	6773	6233	7187	6125	5356	6287
	合志町	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
高森町	(未合併)	-	-	16363	-	-	3722	-	-	11830	-	-	3861
南阿蘇村	(合併後導入)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
山都町	蘇陽町	-	105740	105040	-	55354	66791	-	46880	44548	-	0	0
天草市	有明町	5718	9584	11793	569	955	1178	5618	5985	5880	5049	5030	4702
	御所浦町	13977	14129	12438	3725	3820	3229	15949	16015	15394	12224	12195	12165
	新和町	-	-	2166	-	-	134	-	-	2016	-	-	1882

これまで合併した市町村でのコミュニティバスの運用に着目すると、そこにもいくつかの特徴がみられる。たとえば、西合志町と合志町のように旧町の人口規模や面積の似通った市町村が合併した場合、旧町間を連絡するようにコミュニティバスが導入されている。これは、南阿蘇村でも旧3村に設けられた支所を連絡するようにコミュニティバスが運行されている。合併により南阿蘇村となった旧白水村、旧久木野村、旧長陽村は、やはり人口規模や面積が似通った村であった。菊池市のように核となる市が周辺の小さな市町村を取り込むように合併した場合には、核となった旧市を中心にコミュニティバスが運行されている。このような傾向は、コミュニティバスの導入を予定している山鹿市にもみられる。天草市や山都町のように旧市町村の市街地が地理的に離れている場合、既存の交通システムがそのまま地域に残され、合併したとはいえ交通的には旧市町村単位で閉じた状態にある。このような合併市町村内での公共交通ネットワーク形成の特徴は、行政機能の配置との関連性が高いことが指摘されている<sup>10)</sup>。合志町や南阿蘇村が行政機能を分散させて配置しているのに対して、菊池市や山鹿市が本庁に行政機能を集中させていることから窺える。

各市町村のコミュニティバスの乗客数と運行収入、費用等を表-9の下段に示す。乗客数の推移が把握できるコミュニティバスは限られてはいるが、把握できる範囲では横ばいか増加傾向にあり、通常の路線バスの乗客が減少しているのとは比べると利用者獲得について健闘している。しかしながら、収支率の推移を見ると、水俣市が50%前後で推移しているが、他の市町村では、良くて20%程度であり、運行費用の大部分を補助金に頼っている。なお、山都町では、スクールバス等の普通交付税を運行収入に含めて算定しているため運行収支が黒字となっている。路線バスへの補助負担に続き、コミュニティバスについても財政上の問題が今後持ち上がることが懸念される。また、菊池市と水俣市以外の市町村のコミュニティバスは、1台のバスを複数の路線で使用しているため、路線毎に曜日限定の運行となっており、また、過疎部で運行距離が長く、利便性の点でも問題も多い。

## 5. おわりに

九州の市町村アンケート調査集計結果よりバス事業の規制緩和は、まずは人口規模の大きい自治体に地域生活交通の変化をもたらしている。その内容は、バス事業者の新規参入といった競争を促す変化よりも、路線の廃止や合理化といった地域交通サービスを縮小させるものである。特に、人口規模が大きく、昼間に人が集まるような地域の核となる自治体で地域生活交通に変化がみられる。また、人口規模の大きい自治体で地域の生活交通に対する方向性や基本方針を検討している割合が高い。一方、少子高齢化が進む小規模な自治体では、規制緩和後の自治体としての方向性や基本方針を検討しているところが少ない。これは、人口規模の小さな自治体ほど、生活交通に関連した担当部署の組織化されていないことが影響している。

アンケート調査の回答からは人口規模の小さい自治体で地域生活交通に変化が起こっている市町村が少なかったが、これは規制緩和の影響がないではなく、その対応が遅れているため顕在化していないのであろう。バスの利用者が減少する中、今後も赤字路線の撤退がさらに進むと考えられるが、自治体も財政事情が厳しく、小規模な自治体は生活交通対策において益々厳しい状況に直面するであろう。少子高齢化が進む中、地域生活交通対策の遅れは地域の魅力を低下させ、人口流出を加速させる恐れがある。これまで生活交通対策への対応が遅れていた自治体は、「総合的・体系的交通対策」を立て、その中で生活交通の位置付けを明確にしていくことが必要であろう。

熊本県の市町村アンケート調査結果より、規制緩和は、過疎部での路線バス、スクールバス、福祉バスの整理統合に伴う過疎型のコミュニティバスの導入や地方小都市の市街地路線撤退に伴う循環または巡回型のコミュニティバスの導入をもたらしている。そして今後、コミュニティバスとともに生活交通空白地域へ乗合タクシーを導入する市町村を増加させることが予想される。しかしながら、これまで有料で運行されているコミュニティバスの収支性はあまり良いとはいえず、自治体の財政状況が厳しい中、利用者が低迷すると、これまでの路線バス同様に廃止される恐れがある。コミュニティバスを導入するには、菊池市が行っているような地域の特性に合わせた運行システムの工夫の必要があろう。それとともに運行評価や入札制度等を整備し、費用を抑制する工夫も必要もある。一方、無料運行されている過疎型のコミュニティバスの多くは、路線距離が長く、運行も曜日限定であり、利用しづらい交通手段となっている。市町村合併が進む中、地方部で旧市町村間に跨る路線の長いコミュニティバスが増えそうである。合併で行政区域が拡大する公共交通機関の乏しい地方部では、移動効率の高い行政機能の配置とともにコミュニティバスの適切な路線設計の必要がある。

生活交通の現状や動向から公共交通体系の構築に市町村が主体的に関与する必要性がこれまで以上に高まっていることが明らかになった。しかしながら、多くの市町村で生活交通に対応する組織化や人材養成が遅れているのが現状である。まだわずかではあるが生活交通に対応した体制を整えつつある市町村も出てきている。市町村合併が進み行政区域が拡大し、公共交通ネットワーク構築も複雑化している。行政組織が統合され効率化されていく中で、生活交通政策能力を向上させる必要がある。

従来、営利事業として捉えられていたバス事業も地方部では大部分の路線バスは公的補助金なしには運行が難しい状態にあり、路線バスであれ、コミュニティバスであれ、実質は公的な資金で支えられており、公助に依っている。しかしながら、近年、NPO等によるコミュニティバスの運行がみられるように共助で支える動きもみられる<sup>1)</sup>。生活交通確保策として、コミュニティバスを導入する市町村が増えつつあるが、既存路線バスとの競合や同一地域での料金差の問題等も生じている。コミュニティバスを導入する場合、路線バスとの機能分担を明確にすべきであろう。たとえば、ある小域内の移動はその地域の共助によるコミュニティバスで、小域間の移動や市町村間の移動は公助による路線バスといった路線維持主体の分担と移動機能の分担も考えられるだろう。地域の生活交通を支えていく公共交通機関を将来に亘って維持していくためには、行政の役割とともに共助の役割も大きくなってくる。今後、地域の生活交通を支える公共交通機関を地域自身が支えていくしくみづくりも生活交通政策上重要な課題となる。

謝辞：生活交通アンケート調査にご協力頂いた九州各県の生活交通担当者の皆様および資料提供やヒアリング調査にご協力頂いた熊本県交通対策総室の皆様がこの場を借りて御礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 竹内 伝史：路線バスの規制緩和と自治体の責務，土木計画学研究・講演集，vol.25(1),2002
- 2) 高野 伸栄：バス交通に関する自治体の取組の現状と計画情報の作成について，土木計画学研究・講演集，vol.25(215),2002
- 3) 若菜 千穂 他：地方自治体による生活交通の供給方法の現状に関する研究，土木計画学研究・講演集，vol.27(158),2003
- 4) 新倉 淳史 他：地域交通課題に対するバスを活用した市町村の取り組み事例分析，土木計画学研究・講演集，vol.29(29),2004

- 5) 朝日新聞社：民力 2003
- 6) 九州運輸局：九州運輸要覧 1989-2004
- 7) 熊本県：地方バス運行等特別対策事業（単独分）補助制度の見直しについて（通知），2005.6.15
- 8) 加藤 博和：市町村合併時の公共交通政策に関する基礎的考察，土木計画学研究・講演集，vol.29(31),2004
- 9) 宮崎 耕輔・高山純一・中山昌一郎：市町村合併後の公共交通計画策定有無に関する要因分析，土木計画学研究・講演集，vol.33(83),2006
- 10) 高野 伸栄・宮内 淳：市町村合併による地域公共交通の変化について，土木計画学研究・講演集，vol.33(82),2006
- 11) 福本 雅之 他：地域公共交通の運営方式に関する適材適所の検討，土木計画学研究・講演集，vol.33(73),2006



## 第 4 章

# 路線別特性評価に基づくバス路線網再編手法の提案

### A METHOD OF LINE CHARACTERISTIC EVALUATION AND NETWORK REORGANIZATION PLANNING OF BUS SYSTEMS

本研究は、バス輸送の持つ平均的生産性構造と実績費用とを比較することによる当該路線の生産効率性、および路線沿線の潜在需要と実際に獲得した乗車人員との比較による潜在需要の顕在化可能性という 2 つの視点から、バス路線別の特性評価を行う方法を提案したものである。さらに、この特性評価法による路線の分類、および分類された路線を改善する合理的でシステマティックな路線再編方策を示す。熊本都市圏を対象として汎用交通需要予測パッケージの一つである JICA STRADA を利用し、この路線分類別の改善方策にしたがったバス路線網の再編を試みた。再編バス路線網に対して交通需要予測を行った後の路線別、および路線網全体の乗車人員や営業係数などについての効果分析を行い、本手法の実用可能性と有用性を検証した。

By the spread of passenger cars, and introduction of a new transportation system, the bus attraction gets worse in cities across the country. As deregulation of bus service, it is easy to enter or get out of bus service. When bus employer gets out of unprofitable bus route, there is fear that the life route for local resident is spoiled. So we need characteristic evaluation by bus service. In this paper, from the two view points of production efficiency and elicitation potential demand along the bus line, we assess existing bus line and propose rational method of reorganization on bus network on Kumamoto urban area.

**Key Words:** bus route reorganization, transit latent demand, transit production effectiveness

## 第4章 路線別特性評価に基づくバス路線網再編手法の提案

### 1. はじめに

#### (1) バス事業に関する最近の情勢

乗合バスは地域の日常生活を支える公共交通サービスの役割を担ってきた。都市部では、自動車の代替手段として、交通混雑の解消やNO<sub>x</sub>などの環境改善に貢献しているだけでなく、若年層や高齢者などの交通弱者に対する移動手段としてもその役割は極めて重要である。地方部では地域住民のモビリティを保障する唯一の公共交通機関でもある。しかし、乗用車の利便性の向上やより利便性の高い新たな公共交通手段の導入により、全国の都市でバス利用需要の減少が深刻になっている。一方で、従来、公共性の高いバス事業は、サービス規模の維持の必要性から「免許制」による事業者数の調整（需給調整）規制が実施されていた。また、運賃は認可制であり、その基準は能率的経営の下における適正な原価を償いかつ適正な利潤を含むものであること（道路運送法第9条）という総括原価に基づく運賃であった。このように、乗合バス事業は、サービス供給規模を自由に調整するのが難しい反面でバス利用需要は低下して収益減になるという矛盾を持ち、営利サービスとしての効率性の面で非常に厳しい構造を余儀なくされている。

このような中、平成14年2月には生活路線の維持方策の確立を前提にして、需給調整規制が撤廃された。これによって、従来の認可制から、輸送の安全の確保と安定的なサービス提供、および利用者保護に関する一定以上の能力などの要件を満たすものには乗合バス事業への新規参入・退出を認める許可制になった。運賃制度についても、運輸政策審議会での答申に基づいて上限価格制の措置がなされるようになった。これによって、路線への新規参入を容易にして事業の自由競争を促すことで、バス輸送は路線沿線のニーズに応じた高サービス・低料金のシステムへ改善されることが期待される。その反面、需要の多い都市中心部では供給過剰による混乱が生じるとか、不採算路線からの撤退が急増してその沿線住民の日常生活に必要なモビリティの維持が困難になるなどの懸念もある。

平成13年4月からは、生活交通確保のための新しい補助制度が開始された。従来の補助対象が内部補助を前提とした事業者であったものを、新補助制度では黒字・赤字事業者を問わず生活交通確保のため地域にとって必要な赤字路線とするようになったのが特徴である。上記の規制緩和に加えてこの補助制度の改正により、バス事業全体ではなく、個別路線の特性把握や経営効率性の評価が今まで以上に厳しく求められるようになったといえる。

#### (2) 従来の路線別評価・計画手法と本研究の目的

従来の伝統的なバス路線サービスの評価・計画手法<sup>1), 2), 3)</sup>は、その数学的取り扱いや解法に幾つかのバリエーションはあるものの、基本的には総走行時間などのシステム効率性指標を最適化するような路線網や運行頻度を決定する数理最適化手法が用いられている。これらの研究では、バス路線網設定問題を設定可能リンク上で路線を敷設するか否かを0-1変数とする整数計画法によって定式化し、その解法として分枝限定法やGAによる近似解法を提案するなど、問題の定式化や解法の開発に研究の目的があったといえる。その中には、個別路線の特性を詳しく分析・評価しようという視点はあまりない。また、システム効率化の結果は、現実的でない経路網やサービス水準となることもあるなど、実際の都市圏で

は計算可能性や適用可能性に課題がある。さらに、利用者需要は固定であるのが一般的であり、路線網再編後のバス分担需要の変動は考慮されていない。また、このような数理的手法では、都市軸には幹線サービスを導入すると同時に主要ターミナルからは面的なフィーダーサービスを徹底するなど、その都市圏総合交通体系における公共交通サービスの基本戦略を考慮することは容易ではなかった。

これに対して、路線ごとの補助の妥当性を検討するにあたり、路線ポテンシャルという指標を用いて、名古屋市営バス路線を競争的で経営可能な企業路線と市民のモビリティ確保のためのシビルミニマム路線とに分類した竹内らの研究<sup>4)</sup>は先駆的である。路線ポテンシャルとは、経営効率性の主要な指標である営業係数(=収入/経費)を(収入/旅客キロ)・(旅客キロ/潜在沿線需要)・(潜在沿線需要/営業キロ)・(営業キロ/乗務時間)・(乗務時間/経費)に分解したとき、路線ごとに固有と見なすことができる(潜在沿線需要/営業キロ)値を示す指標である。これは、ひとたび路線が設置された後は当該路線の潜在的集客能力を示すので、路線の素質を評価する指標として有用である。しかし、補助対象路線や路線別補助額を現況の収支額をもとにして決定している点は路線ポテンシャルによる路線特性評価法と整合しない。なぜなら、収支額は顕在化した需要からの収入とサービス提供に必要な経費の差であり、その絶対額では投入や産出が効率的になされているかという生産性の程度と潜在需要量発掘のための営業努力の程度とを分離することができないからである。また、収支額の実績値は営業の結果として得られた指標であり、当該路線が持つ潜在的な能力を評価する指標としては適切でない。

GISを用いたバス路線網計画支援システムを構築して路線ポテンシャルと限定依存人口をシステムティックに計測し、その結果をバス路線網代替案作成に活用しようとする試みは杉尾ら<sup>5),6)</sup>によってもなされている。この研究では、路線ポテンシャルを企業経営性、限定依存人口を公共性を表す指標とし、両者の視点から個々の路線を評価・分類している。しかし、限定依存人口の定義は当該路線の廃止によって公共輸送サービスを享受できなくなる人口であるから、その値は人口密集地域に設定された路線で大きな値をとる場合もあるため、果たして人口低密地域におけるモビリティ水準などを示す公共性指標として合理的であるかは疑問である。この研究では、路線特性による分類結果を個々の路線の改善策に用いるという概念を示している点で有益であるが、実際には路線再編やサービス改善計画に適用されてはいない。

本研究では、各路線が本質的に持つ素質によって路線を評価・分類し、その結果を路線網代替案作成の基礎資料にするという竹内らや杉尾らの考え方を踏襲するが、営業係数を構成する生産効率性と潜在需要の顕在化可能性という2つの視点から個々の現況バス路線の路線特性を評価・分類する方法、およびその特性に即した改善案を個別路線に実施することによって路線再編を行う合理的なバス路線網代替案提示手法を示す。2.ではバス輸送の持つ平均的生産性構造と実績費用とを比較することによる当該路線の生産効率性、および路線沿線の潜在需要と実際に獲得した乗車人員との比較による潜在需要の顕在化可能性という2つの視点から路線別の特性評価を行う方法を提案する。3.では、この路線別特性評価法による路線分類、および分類された路線を改善する合理的でシステムティックな路線再編方策を示す。4.では汎用交通需要予測パッケージの一つであるJICA STRADAを利用し、この路線分類別の改善方策にしたがって熊本都市圏バス路線網の再編を試みる。さらに、5.では、再編バス路線網に対して交通需要予測を行った後の路線別、および路線網全体の乗車人員や営業係数などについての効果分析を行い、本手法の実用可能性と有用性を検証する。最後に、6.では本手法を実用化するに当たっての課題を明らかにする。

従来の同様の研究と比較して本研究が持つ有用性は以下の点である。

1) バス路線ごとの経営状況を、費用と収入の両方に対する素質の達成度によって評価している。

2) 路線別に経営改善の方策を示すことができる。

3) 路線別特性評価と改善方策に基づいて実際の都市圏バス路線網の再編を行い、その効果を分析するまで実用可能なシステムにしている。

路線別特性評価と路線網再編計画の対象は熊本都市圏のバス路線網であり、熊本市交通局、およびKA、KB、KC社という3つの民営バス企業による約400系統で構成されている。需給調整規制の撤廃後も際だった路線の新規参入・退出や料金の改訂はないが、需要の少ない路線の統廃合や運行頻度の削減などは進行している。また、上記の4バス輸送事業者の総料金収入の約40%を占める大手民間バス企業が実質的な債務超過に陥っており、今後、産業再生機構の支援を得て再建するために大幅な路線再編が実施されると思われる。

ここで、路線とは通過ルートや停車バス停の一部が異なるだけでほぼ同一と見なせる1つ、または幾つかの系統を統合したものをいい、以下では系統と区別して用いる。

## 2. 路線再編のための路線別特性評価の方法

### (1) 路線別特性評価指標

従来、路線ごとの特性評価指標としては営業係数や輸送密度が用いられてきた。しかし、これらの評価指標は経営の結果として得られる指標であるから、当該路線の持つ潜在的な資質を評価している訳でない。また、たとえ営業係数が1.0を上回っていたとしても、それが収入に対して過大な経費を要しているために生じているのか、または経費に対して収入が少ないために生じているのかの判別ができない。そこで、本研究では図-1に示すように、

1) バス輸送システムの平均的生産性と比較して当該バス路線の生産性水準はどの程度であるかという生産効率性

2) 当該路線のもつ潜在需要をどれだけ実需要として顕在化させているかという潜在需要の顕在化可能性という2つの視点から路線別特性の評価を行う。

生産効率性の視点からの評価方法は以下の通りである。まず、経年データを用いて生産理論と整合的な費用関数を推定し、バス輸送企業が標準的に持っている生産性構造を特定化する。この費用関数に各路線別の説明変数データを代入することによって、当該路線の標準的な費用を推定する。この標準的費用と実績費用とを比較することによって当該路線の生産効率性の程度を評価するというものである。

一方、潜在需要の顕在化可能性の視点からの評価方法は下記の通りである。各路線の持つ潜在集客能

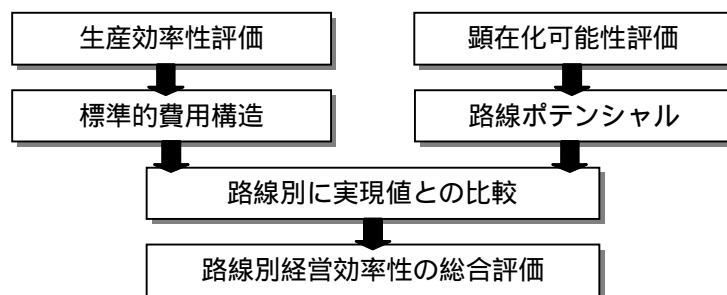


図 - 1 路線別特性の評価手法

力を表す路線ポテンシャルを後述の方法で推計する．この推計値と乗車人員の実績値とを比較をすることにより，潜在需要の顕在化可能性の程度を評価する．

## (2) 費用関数を用いた路線別生産効率性指標

### a) トランスログ型費用関数

企業の生産構造を分析するために，生産関数の双対関数であり，生産理論と整合的な費用関数を分析するという手法が開発されてきた．特に，公益事業の分野で，トランスログ型費用関数を用いることによって規模の経済性などの生産構造を直接的に推定するという試みがなされている．

トランスログ型費用関数は，生産要素価格  $P_i$  ( $i=1, \dots, n$ ) と産出量  $Q_i$  ( $i=1, \dots, m$ ) の関数であり，前もって関数形を特定化することなく，生産構造特性を推定パラメータ値や各種生産構造指標により検証できるという利点がある．一般形は費用関数の2次のテーラー展開によって得られ，次式のように表される．

$$\ln C = \alpha_0 + \sum_i^m \alpha_i \ln Q_i + \sum_j^n \beta_j \ln P_j + \frac{1}{2} \sum_i^m \sum_j^m \delta_{ij} \ln Q_i \ln Q_j + \frac{1}{2} \sum_j^n \sum_j^n \gamma_{ij} \ln P_i \ln P_j + \sum_i^m \sum_j^n \rho_{ij} \ln Q_i \ln P_j \quad (1)$$

各バス輸送企業の費用関数を推定する際の説明変数には，産出物  $Q_i$  として乗車人員  $J$  と走行台キロ  $S$  を，投入要素価格  $P_j$  としては総費用の構成比率の上位から，労働費  $W$  (円/人)，工事費  $R$  (車両修繕費と減価償却費の合計で円/台)，燃料費  $F$  (円/kl) を使用した．このとき，産出量と投入要素価格それぞれについての対称性，および総費用の投入要素価格に対する1次同次条件を考慮すると，最終的に費用関数は以下のようなになる．

$$\begin{aligned} \ln C - \ln F = & \alpha_0 + \alpha_J \ln J + \alpha_S \ln S + \beta_W \ln W (\ln W - \ln F) + \beta_R \ln R (\ln R - \ln F) \\ & + \delta_{JJ} (\ln J)^2 / 2 + \delta_{JS} \ln J \ln S + \delta_{SS} (\ln S)^2 / 2 \\ & + \gamma_{WW} (\ln W - \ln F)^2 / 2 + \gamma_{WR} (\ln W - \ln F) (\ln R - \ln F) + \gamma_{RR} (\ln R - \ln F)^2 / 2 \\ & + \rho_{WJ} (\ln W - \ln F) \ln J + \rho_{RJ} (\ln R - \ln F) \ln J + \rho_{WS} (\ln W - \ln F) \ln S + \rho_{RS} (\ln R - \ln F) \ln S \end{aligned} \quad (2)$$

一方，総費用に対する労働と工事と燃料の費用シェア関数は，それぞれ次式で表される．

$$S_W = \beta_W + \gamma_{WW} (\ln W - \ln F) + \gamma_{WR} (\ln R - \ln F) + \rho_{WJ} \ln J + \rho_{WS} \ln S \quad (3)$$

$$S_R = \beta_R + \gamma_{WR} (\ln W - \ln F) + \gamma_{RR} (\ln R - \ln F) + \rho_{RJ} \ln J + \rho_{RS} \ln S \quad (4)$$

$$S_F = \beta_F + \gamma_{WF} (\ln W - \ln F) + \gamma_{FR} (\ln R - \ln F) + \rho_{FJ} \ln J + \rho_{FS} \ln S \quad (5)$$

費用シェアの和は1.0という制約による冗長性をなくすために，パラメータ推定の際は，費用関数式(2)と燃料に関するシェア関数(5)を除いた費用シェア式(3)，(4)を用いた．また，これら複数の方程式体型の回帰モデルを同時推定するために，3段階最小2乗法を用いた．トランスログ型費用関数の特性については付録1や参考文献7)を参照されたい．

### b) 推定結果とその考察

費用関数を推定するためのデータは企業ごとの平成5年から平成13年の時系列データであり，投入要素価格と総費用についてはH12年を100としたデフレーターで除してH12年価格に基準化している．産出量には年間の乗車人員と走行距離のデータを用いている．路線別のクロスセクションデータではなく企業全体の時系列データを用いるのは，バス輸送企業ごとの平均的な費用構造を示す長期費用関数を推定するのが目的であるからである．データの詳細については付録2を参照されたい．各社ごとの費用関数の推定結果を補表-2に示す．各社とも説明変数のパラメータのt値はおおむね高く，残差平方和も小さ

いので、統計的な回帰式の当てはまりも良いといえる。DW 比はいずれも 2.0 に近い値を示しており、残差系列にみられる規則性はないといえる。

次に、各パラメータに関する簡単な検討を行う。産出量に対するパラメータ  $\alpha_j, \alpha_s$  を見てみると、市交通局では、乗車人員の増加に伴って総費用は増加するという構造になっている。民間企業の KA 社と KB 社では、乗車人員が減少し、走行台キロが増加するほど総費用が増加するのに対して、KC 社はこれとは逆の構造となっている。ただし、式(2)からも分かるように、これらの変数は単独で総費用に影響するのではなく、その他の変数との組み合わせで影響を及ぼす。次に、投入要素価格に対するパラメータ  $\beta_w, \beta_R, \beta_F$  について見てみると、各社ともにそれぞれの投入要素価格を増加させるとコストも増加するという構造になっている。このように、運行主体ごとに異なる生産構造を持っており、特に公営か民営かによってその構造がかなり異なることが分かる。これらの生産構造特性についての詳細な分析は他に譲る。

### (3) 路線ポテンシャルを用いた路線別潜在需要の顕在化可能性指標

路線ポテンシャルとは需要に対する各路線の素質とでもいうべきもので、各バス停の沿線に居住、あるいは従業している人口などに依存して当該バス路線が獲得可能な潜在需要を表す。ここで言う潜在需要とは、当該路線の沿道から発生する可能性のあるトリップ数の最大値ではなく、路線の設定ルートやその延長、路線上のバス停の位置とその数などの物理的・地理的要因などが決められれば、当該路線の沿線から獲得可能な標準的バス利用需要である。ここでは竹内らの方法を参考にして、自宅ベースの居住人口に基づく住居地系ポテンシャルに加えて、非自宅ベースの各産業従業者数に基づく業務地系ポテンシャル、学校の在籍生徒数に基づく文教ポテンシャル、病院の病床数に基づく医療ポテンシャル、主な公共施設の利用者数や観光地訪問者数に基づく施設ポテンシャルを足し合わせて路線ポテンシャルとする。ここでは、路線ポテンシャルを簡便に推計することを目的として、各種ポテンシャルの重みは全て 1.0 とした。したがって、本研究の路線ポテンシャルは、重み係数そのものを試行錯誤的に設定する竹内らの定義とは異なっている。このようにして推計された路線ポテンシャル値は、ルート上のゾーンの交通発生強度と公共輸送選択性向によって平均化されるため、適切な値の重み係数を用いた場合と大きな差が生じることは無いと考えられる。

路線ポテンシャルの計測は、図 - 2 に示すように 4 つの段階を経て行われる。

1) バス停勢力圏内の交通発生力の算出を行う。バス停勢力圏とはバス停を中心とした半径 500m の円を基本としており、住居地系ポテンシャルの他に非自宅ベースのポテンシャルも考慮する。

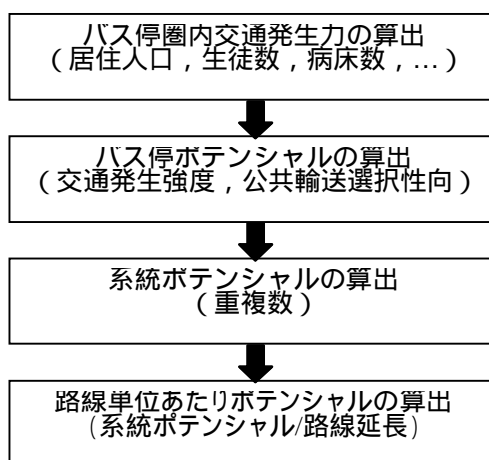


図 - 2 路線ポテンシャルの算出法

- 2) バス停勢力圏内交通発生力に、交通発生強度を表す平均的交通発生頻度と公共輸送選択性向を表すバス分担率を乗じてバス停ポテンシャルを算出する。
- 3) 任意の系統の通過するバス停ポテンシャルの総和を重複数で除して系統ポテンシャルの算出を行う。
- 4) 各路線に含まれる系統の系統ポテンシャルをその系統の運行頻度で重み付き平均した値を各系統の延長を路線について運行頻度で重み付き平均した値で除して、単位距離当たりの路線ポテンシャルを算出する。

### 3. バス路線別特性評価と路線網再編の考え方

#### (1) 系統別生産効率性評価

費用関数は時系列データを用いて推定されているので、各社の長期費用関数といえる。この関数に路線網再編年度の路線別の説明変数データを代入することにより、当該路線にかかる総費用の標準値を推計することができる。このとき、投入要素価格については全ての路線に対して H12 年基準価格を用いれば良い。一方、産出量の路線別データ値は推定時の値域とかなり異なるのでそのまま代入できない。そこで、予め事業者ごとに総走行台キロと乗車人員に対する各路線の両者の比（拡大率）の間の回帰式を求めておき、各路線の総走行台キロをその年の総走行距離に等しくなるように拡大すると同時に、乗車人員についても回帰式から推計される拡大率で拡大した値を代入した。

この推計値と路線ごとの総費用の業務実績値とを比較することにより、当該路線の生産効率性を評価する。推計値は回帰推定値であるから、実績値との差の有無は、本来、統計的に検定されるべきであるが、ここでは両者の値を単純に大小比較する。ここでは、H12 年度の市交通局 76 路線、KA 社 84 系路線、KB 社 47 路線、KC 社 21 路線、合計 228 路線に対して生産効率性の評価を行った。各社ごとの各路線の業務実績費用と推計費用の比較、および収支についての関係を表 - 1 に示す。全社では推定費用よりも高コスト構造である路線（生産効率性が低い）が 113、低コスト構造である路線（生産効率性が高い）が 115 であった。民間企業では低コストで運行されている路線が多いこと、市交通局では黒字であっても高

表 - 1 生産効率性の評価結果

生産効率性	市交通局		KA社		KB社		KC社	
	高	低	高	低	高	低	高	低
黒字路線	12	16	31	15	4	4	7	14
赤字路線	11	37	30	8	20	19		
計	23	53	61	23	24	23	7	14

注) KC社については営業状況データが入手できなかった

表 - 2 生産効率性の判別要因

説明変数	判別係数	F値
路線長 (km)	-0.091	15.1
運行回数 (本/日)	0.034	5.4
重複数	-0.081	11.9
単位距離当たりバス停数	0.250	3.9
バスセンター発着ダミー	0.372	1.4
定数項		0.660
的中率 (%)		73.6

コスト構造である路線が多いことも分かる。

標準的な費用よりも実績費用が大きい路線が否かは、路線長や運行回数など、設定された路線の物理的特性と提供されているサービス水準に依存すると考えられる。そこで、路線長やバス停数、運行回数、重複数などの特性変数を用いて両者の判別分析を行った。要因が既知である 223 路線についての判別分析の結果を表 - 2 に示す。路線長が短く、運行回数が多く、重複数が少なく、単位距離当たりのバス停数が多い系統ほど、標準的費用より低コストで運行できている。ここで、運行回数とは一日の運行回数（本/日）、重複数とは通過ノード数が全線の 70.0% 以上同じである路線の数である。これらの結果は後述する路線再編のための対応策に活用される。

## （2）路線別潜在需要の顕在化可能性評価

丁目別人口は 100 人を一つの点として当該丁目内にランダムに分散配置させ、それらの点をデジタル座標化した人口ドットマップを用いて、バス停周り 500m の居住人口、および産業別従業者数を算出する。学校在籍生徒数、病院病床数、その他公共施設利用者数は地図上の所在地をもとにして、各バス停の勢力圏人口算出のためのデータとする。交通発生強度と公共輸送選択性向については、第 3 回熊本都市圏パーソントリップ調査 C ゾーンごとの発生原単位の平均 2.57（トリップ/人）とバス分担率の平均 0.0675 とした。各社、系統の乗車人員、走行距離は年間のデータであるから、運行頻度なども年間の値に補正して使用している。

上記 228 路線を対象として、算出した単位距離あたりの路線ポテンシャル値と単位距離あたり乗車人員の実績値との比較を図 - 3 に示す。両者の値の大小がそのまま潜在需要の顕在化可能性の有無を表しているわけではないが、図中の直線に対して上方にあるものは相対的に潜在需要を効率的に顕在化しており、下方にあるものは顕在化していない路線を示すことになる。路線ポテンシャルが実績乗車人員よりも低い路線が 116、高い路線が 112 であった。

路線単位距離あたり乗車人員と比較して潜在需要を顕在化できているか否かは、主として当該路線の提供しているサービス水準や競合路線の存在に依存すると考えられる。そこで、路線別単位距離あたり乗車人員が路線ポテンシャルよりも大きい系統とそうでない系統を、路線長、バス停数、運行回数、重

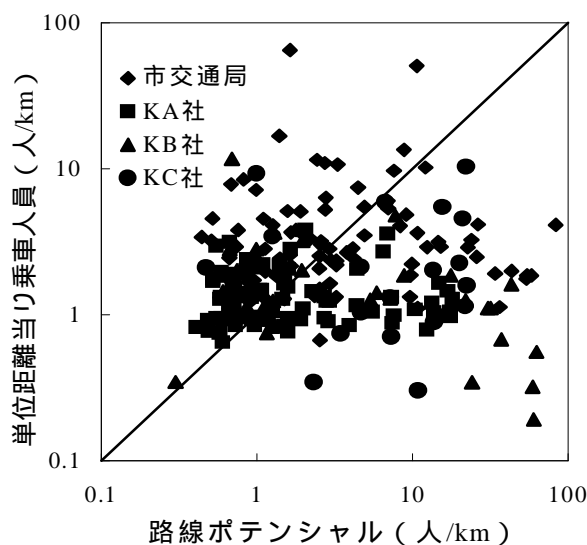


図 - 3 潜在需要の顕在化可能性の評価結果



表 - 3 顕在化可能性の判別要因

説明変数	判別係数	F値
路線長 (km)	0.047	5.8
運行回数 (本/日)	0.050	5.5
重複数	0.037	7.6
単位距離当たりバス停数	-0.184	2.2
バスセンター発着ダミー 定数項	-0.263	0.8
	0.618	
的中率 (%)	67.8	

複数などの特性変数を用いた判別分析で判別する。その結果を表 - 3 に示す。路線長が長く、運行回数が多く、重複数が多く、単位距離当たりのバス停数が少ない系統ほど、潜在需要を顕在化できていないことが判明した。これらの結果も後述する路線再編のための方策に活用される。

### (3) バス路線別特性評価と路線網再編方策

黒字か赤字かという現在の経営状況、および生産効率性と潜在需要の顕在化可能性という2つの評価指標を併用して、熊本都市圏のすべてのバス路線を表 - 4 に示す A ~ H の8つのカテゴリーに分類した。各カテゴリーに分類される路線網を図 - 3 (A) ~ 図 - 3 (H) に示す。例えば、A のカテゴリーに属する路線は現在、黒字経営であり、生産効率性、潜在需要の顕在化可能性ともに高い優良路線群を示す。カテゴリーE は生産効率性、潜在需要の顕在化可能性とも高いにもかかわらず赤字を余儀なくされている路線群であり、沿道住民のモビリティ確保のために路線を維持するために公的補助を投入する合理性の論拠を持つ路線といえる。

この表からは、先の判別分析から得られた路線の再編やサービス水準の改善方策をカテゴリーごとに知ることができる。たとえば、生産効率性は高いものの潜在需要の顕在化可能性が小さいカテゴリーB の路線群は、路線の重複を小さくするなどのサービス水準の適正化や潜在需要の高い地域にルートを変

表 - 4 特性別路線分類と改善のための対応策

評価	経営 状況	生産 効率性	顕在化 可能性	路線数		路線特性、および改善のための対応策
				市営	民間	
A	黒字	高	大	10	16	生産効率性需要顕在可能性とも高く、このまま存続させても良い路線
B	黒字	高	小	2	19	潜在需要の顕在化が十分ではないため、重複を少なくしたり潜在需要の高い地域に経路を変更したりすることによって、より高い経営が可能になると思われる路線
C	黒字	低	大	11	15	生産効率性を向上するために、路線長やサービスレベルを調整することによってより経営が向上すると思われる路線
D	黒字	低	小	6	4	抜本的な路線再編、およびサービス水準の改善により、経営状況をより向上させることが可能と思われる路線
E	赤字	高	大	7	18	生産効率性、需要顕在可能性ともに高いにも関わらず、経営状況は赤字であるので、地域のモビリティ確保のために補助・存続すべき路線
F	赤字	高	小	5	32	需要の顕在化可能性が小さいため、重複度や運行頻度の適正化や潜在需要の高い地域に経路を変更すべき路線
G	赤字	低	大	19	11	生産効率性を向上するために路線長やサービスレベルなどを調整すべき路線
H	赤字	低	小	16	10	抜本的な路線再編を行うか廃止の対象とする路線

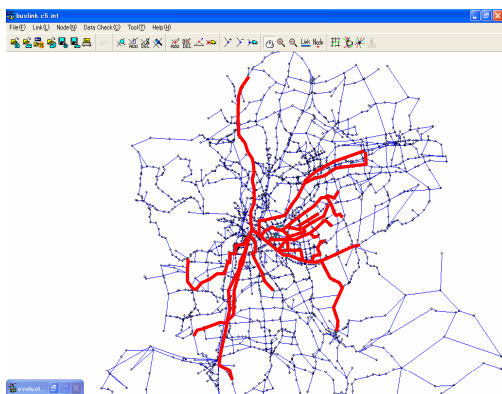


図 - 4 (A) 評価 A の路線

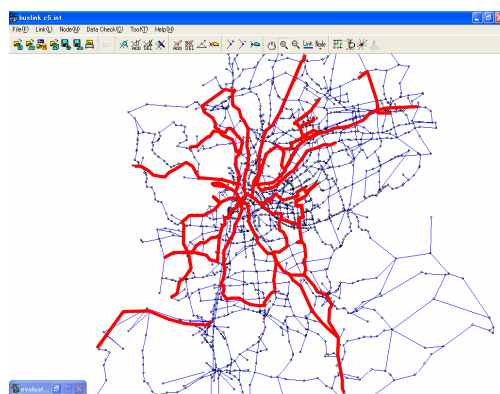


図 - 4 (B) 評価 B の路線

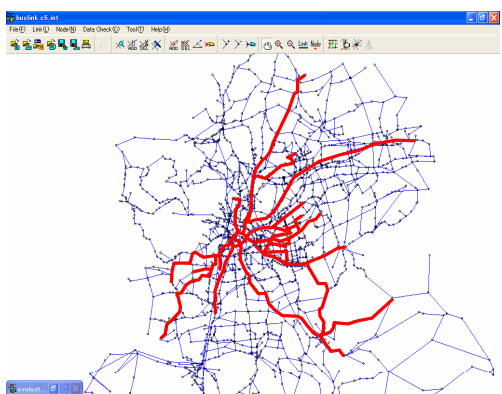


図 - 4 (C) 評価 C の路線

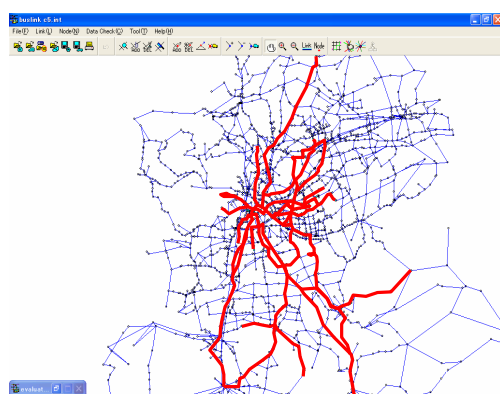


図 - 4 (D) 評価 D の路線

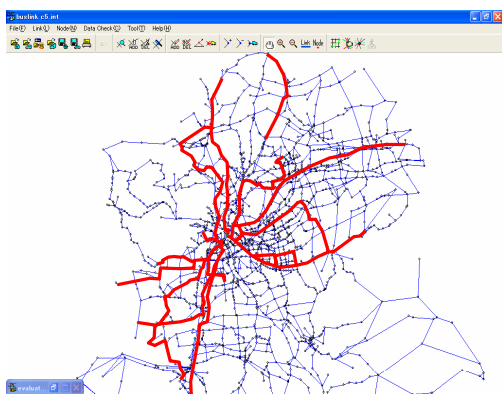


図 - 4 (E) 評価 E の路線

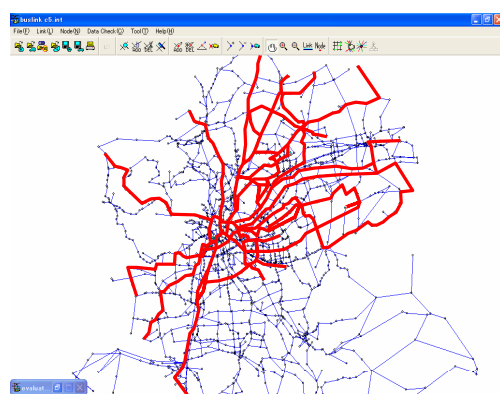


図 - 4 (F) 評価 F の路線

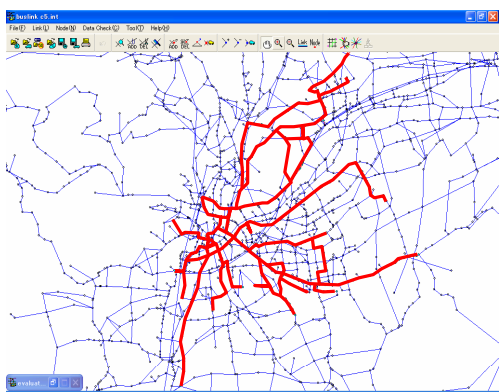


図 - 4 (G) 評価 G の路線

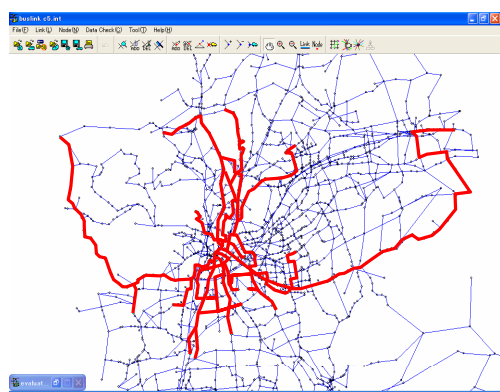


図 - 4 (H) 評価 H の路線

更することによって、より経営効率を高めることが可能である。これらの情報は、これまで事業者の経験的判断のもとで極めて恣意的に行われてきた路線再編計画を、より客観的、かつ合理的に行うことを可能にする。

#### 4．路線別特性評価に基づくバス路線網再編

##### (1) JICA STRADA を用いた路線別需要の予測

###### a) JICA STRADA 概説

路線網再編を行った後の効果を分析するためにはバス路線別輸送需要の予測が必要である。ここでは、国際協力事業団（JICA）が交通需要の予測と計画に関する効果的な技術移転を実現するために開発した交通需要推計汎用プログラムパッケージ JICA STRADA を用いた。

JICA STRADA は図 - 5 に示すような画面对応型ユーザーインターフェイスを持っており、視覚的に入力と出力を確認しながら交通需要の予測・評価を実施することができる。伝統的な 4 段階交通需要推計法を支援する 25 個のサブプログラムから構成されるが、そのいずれを使用するかはユーザーの使用目的に合わせて自由に決定できる。本研究では、自動車と公共交通機関との機関分担需要は路線再編後も変動しないと仮定し、公共交通需要配分に関連する Network Editor（道路ネットワーク作成・編集）、Transit Line Editor（公共交通網作成・編集）、Equilibrium Assignment（自動車利用者配分）、Parameter Editor（公共交通利用者配分に関する各種パラメータ設定）、Transit Assignment（公共交通利用者配分）、Transit Reporter（公共交通利用者配分結果のレポート）を使用した。

従来の都市圏規模の公共交通機関利用需要の配分計算では、公共交通機関の路線が通過する道路区間を繋いで構成されるネットワーク上で、OD 間最小コスト経路にすべての OD 交通量を配分するといった簡便な方法をとるのが一般的である。この方法では個々の路線を区別できないため、公共交通機関相互の乗り換え抵抗や重複路線間の競合など、公共交通機関の配分需要に影響を与える要因を十分に考慮す

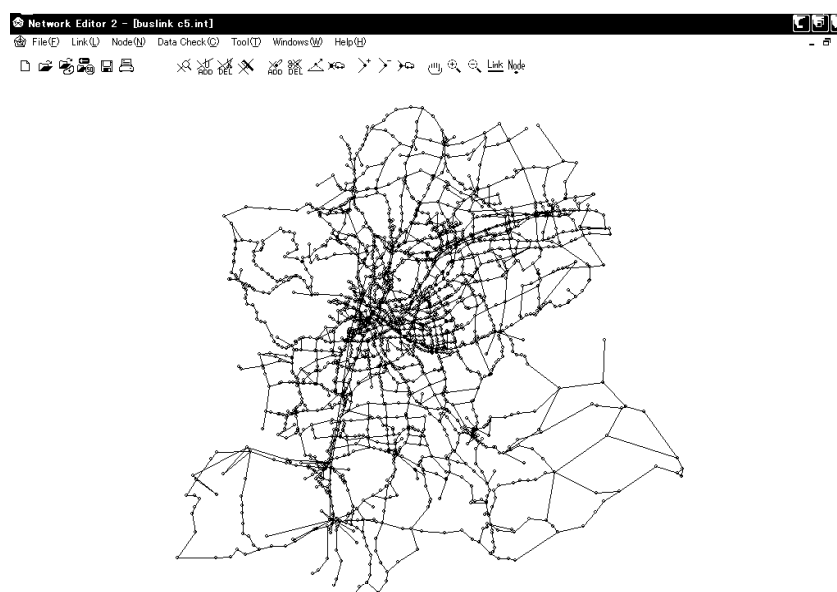


図 - 5 JICA STRADA の画面对応型インターフェイス

ることができない。これに対して、JICA STRADA は鉄道やバスなどの公共交通機関別の路線をネットワーク上で個別に設定できること、設定した公共交通機関利用経路の中から一般化時間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 交通量を配分することが可能であるなどの利点があり、より現況再現性の高い公共交通利用者配分を行うことができる。さらに種々の効果分析に利用できるように、台キロや台時間、乗客数、人キロ、人時間、平均トリップ長、平均支払料金などがアウトプットとして算出される。

b) 公共交通機関ネットワークデータの作成と系統別乗車人員の予測精度

対象地域は熊本都市圏(熊本市と周辺の16市町村)、ゾーンはH9年度第3回熊本都市圏パーソントリップ調査Cゾーン177であり、配分するのは鉄道と市電とバスの利用OD交通量である。道路網ネットワークはリンク数3,070、ノード数2,386であり、その上に公共交通機関としてバス231系統を設定した。さらに、軌道系としてJRを3系統(鹿児島本線、豊肥本線、三角線)、市営路面電車を2系統(田崎橋~健軍町、上熊本駅前~健軍町)、熊本電鉄を2系統(上熊本~北熊本、藤崎宮~御代志)設定している。前述したとおり、系統とはバス路線網を構成する最小単位であり、出発地から到着地までの運行ルートである。一方、重複区間が長く経路が類似した系統や運行管理上、統一的に扱う系統を統合したものが路線である。系統を路線に統合する方法については付録3を参照されたい。

上記を入力データとし、乗車人員について、JICA STRADA による配分結果の現況再現性を検証した。図-6に実績値と推定値の散布図を示す。相関係数は0.80、F値は2.0となり、現況再現性は高いといえよう。

(2) 路線網再編案の設定

熊本都市圏では、都心の交通センターを中心にして4バス輸送企業各社が固有のテリトリー内に独自に放射状の系統を設定している。そのために、熊本市内だけでも400以上の系統がある上、目的地への利用可能な系統が分かりにくい路線網となっている。また、1系統あたりの平均運行回数は非常に小さい一方で、競合区間では事業者間の過剰な競争に起因する乗客の取り合いや無駄な停車時間が生じるなど、

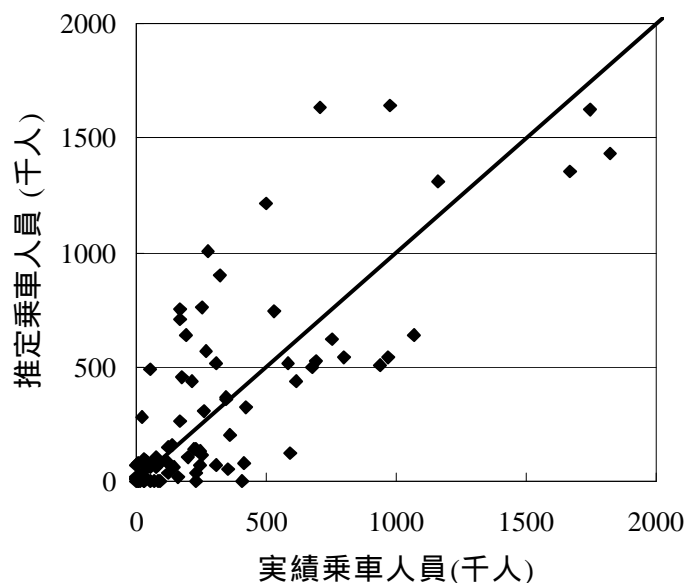


図-6 路線別乗車人員の現況再現性

表 - 5 路線網再編前後の走行台km

	市 交通局	KA社	KB社	KC社	合計
再編前	18058.5	27491.2	9156.4	5592.1	60298.2
再編後 (率)	17425.8 (96.5)	30366.9 (110.4)	10870.9 (118.7)	6561.8 (117.3)	65225.4 (108.2)

効率的な運行の妨げとなっている。そこで、第3回熊本都市圏パーソントリップ調査では幹線バスとフィーダーバスにより運行効率を図るゾーンバスシステムの形成が提案されている。このような総合交通体系の基本戦略を満足させ、かつ、以下のような条件を考慮しながら、路線網の再編案を作成した。

- 1) バス停は現在設定されているものを使用し、新設はしない。
- 2) バス事業者が所有している従業員や車両等の資源を大幅に変更することなく、総走行キロも現行に近い値になるように設定する。
- 3) 2)が調整可能な範囲でバス事業者間でも路線再編を行う。市交通局のシェアは極力、増さない。
- 4) ルートの変更によって路線空白地域ができないようにする。

JICA STRADA によって制御可能な変数は各路線のルートと運行頻度であり、これらを都市圏のバス輸送サービス現況に詳しい専門家と協議しながら、手作業ではあるものの、表 - 4 に示された路線分類別の改善策に基づいてシステムティックに設定した。作成した再編案の一日走行台キロを現況と比較したものを表 - 5 に示す。総走行台キロは合計で約 8% の増加である。再編された路線網に対して JICA STRADA を用いて公共交通利用 OD 交通量を配分し、路線ごとに単位距離当たり乗車人員の予測値を求め、この値と再編案に対して計算された路線ポテンシャルとを比較することによって再編後の潜在需要の顕在化可能性を評価する。生産効率性については、再編後の適正費用としての路線別標準的費用を示すことになる。

### (3) 路線再編後の考察

#### a) 再編後の路線別評価例

ここでは、路線評価カテゴリー B と E, F に属する特徴的な路線についての再編案を示し、再編後の路線ポテンシャルと単位距離あたり乗車人員、および生産効率性の適正值である標準的費用の推計結果を示す。ただし、単位距離あたり乗車人員などは、周辺の他路線のルートや運行頻度の変更にも影響を受けるので、当該路線だけの再編効果というわけではない。

#### 1) 評価カテゴリー B

評価カテゴリー B に分類された系統は、生産効率性は高く、黒字経営を行ってはいるが、潜在需要の顕在化が十分でない路線群である。したがって、潜在需要のある経路へルート変更を行ったり、サービス水準の適正化を行ったりすることによって潜在需要を顕在化させる必要のある路線である。この例として、小島～川口線、三角線、6-8 系統（交通センター～水前寺駅～小峯営業所）の結果を示す。

小島～川口線は熊本市西部を運行する系統であり、運行頻度を現況より 1.7 倍に増便することによって、路線ポテンシャルは 0.80 から 1.06 へ増加したが、単位距離あたり乗車人員も 0.70 から 1.19 まで増加した。潜在需要を十分には顕在化できていなかった路線が運行頻度の適正化によって潜在需要を顕在化できるようになったことが分かる。このときの標準費用は 3,990 千円であり、生産効率性を維持するためにはこの額を超えないような運行管理が求められる。

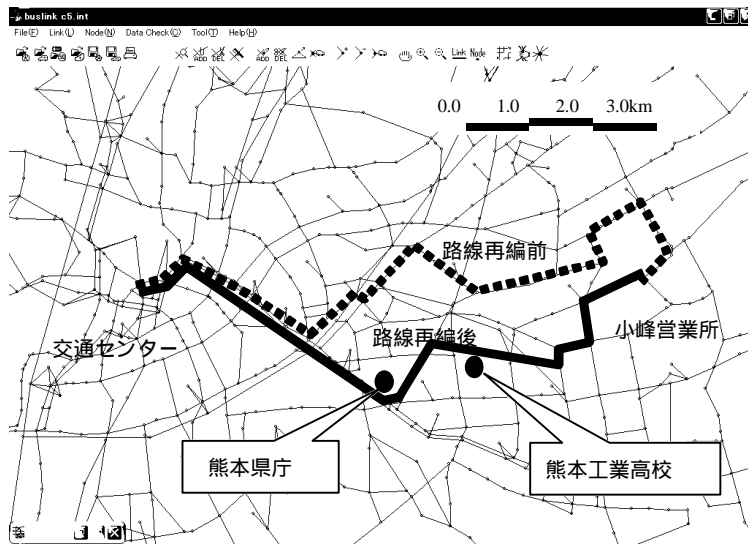


図 - 7 6 - 8 系統の経路変更例

一方、三角線は再編前の路線ポテンシャルが 1.97 もあるが、JR 宇土駅から JR 三角駅までは JR 三角線と競合しているためにその潜在需要の顕在化が困難なシステムの典型的な例である。運行頻度を現況より 1.7 倍に増便してサービス水準の向上を図ったが、路線ポテンシャルを上回るような潜在需要の顕在化はできなかった。しかし、再編後には単位距離当り乗車人員の値が倍増した。標準的費用は 7,855 千円となる。

6 - 8 系統については、図 - 7 の実線のような経路に変更した。実線上には熊本県庁や熊本工業高校といった潜在需要が高い施設がある。その結果、路線ポテンシャルは 1.89 から 2.49 に、単位距離当り乗車人員も 1.39 から 2.61 となり、潜在需要を乗客として顕在化することに成功した。再編後の標準的費用は 4,060 千円となり、この費用を超えないような運行管理が求められる。

## 2) 評価カテゴリー E

評価カテゴリー E に分類されたシステムは、生産効率性、潜在需要の顕在化可能性ともに高いにもかかわらず赤字経営を強いられている路線であり、沿道住民のモビリティ確保のために路線を維持するための公的補助を投入する合理的な論拠を持つ路線群といえる。これらのシステムは、評価カテゴリー A に属する路線群と同様に基本的には再編を行わなくてもよい。しかし、他の評価カテゴリーに属する路線の再編によって変更を余儀なくされるものもある。これらの例として 8 - 14 系統（交通センター - 城西高校）、鹿 4E（交通センター - 託麻市民センター - 木山）、東 4 系統（自衛隊環状）の結果を示す。8 - 14 系統は再編前とルートと運行頻度に変更はないが顕在化可能性は高い値を維持している。このときの標準的費用は 17,593 千円である。東 4 系統は運行頻度が非常に高い幹線システムであり、ルートの一部が重複している他路線の廃止や運行頻度の適正化によって路線ポテンシャルは 0.27 から 0.72 へ、路線単位距離当り乗車人員も 0.96 から 1.58 に増加した。標準的費用は 49,635 千円である。鹿 4E は評価カテゴリー F に属する鹿 4B と統合することによって運行頻度を 1.7 倍に増便させた。その結果、路線ポテンシャルは 0.37 から 0.85、路線単位当り乗車人員も 0.75 から 1.13 へと増加した。標準的費用は 12,493 千円である。

## 3) 評価カテゴリー F

このカテゴリーに分類されているシステムは、生産効率性は高いものの、潜在需要の顕在化可能性が小さいために赤字となっている路線群であり、サービス水準を適正化して潜在需要を顕在化させるか、あるいは路線からの撤退も考慮すべきシステムである。例として、北 1AK（交通センター - 富の原 - 菊池温泉）

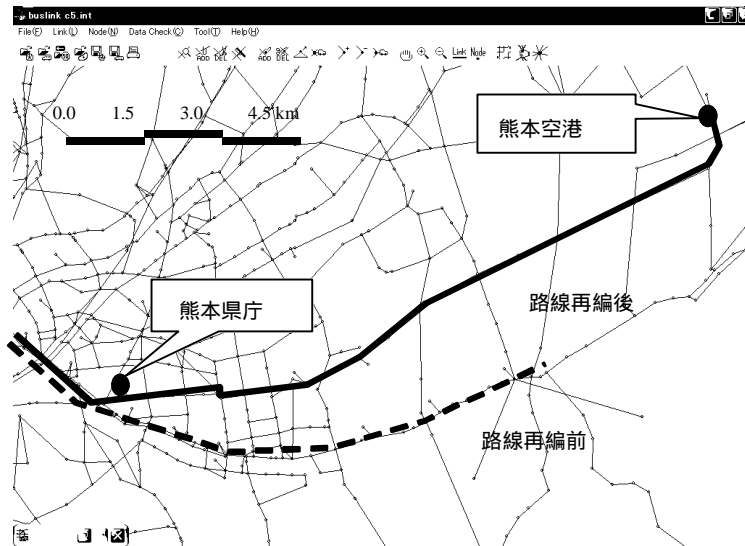


図 - 8 東 5 系統の経路変更例

の運行回数を現況の 2.0 倍に増便した結果を示す。再編後の路線ポテンシャルは 1.36 から 1.25 に低下したが、単位距離あたり乗車人員は 1.13 から 1.59 に向上し、潜在需要の顕在化可能性が大きく改善された。標準費用は 87,096 千円である。また、県 16 系統（交通センター～県庁～熊本空港）は、図 - 8 に示すように評価カテゴリー H に属する東 5 系統（中島五丁～健軍～木山産交）に統合し、県庁を經由して熊本空港を終点とする経路に変更した。その結果、路線ポテンシャルは 0.31 から 0.82 へ、単位距離当たり乗車人員は 0.30 から 0.94 に増加し、潜在需要の顕在化に成功している。

b) バス路線網再編後の効果

a) では、カテゴリー別に特徴的な系統別に再編後の効果を検討してきた。ここでは、再編前後の路線ポテンシャルと路線単位距離当たり乗車人員の分布、単位距離当たり乗車人員を路線ポテンシャルで除した値、および各社ごとの標準的費用と運賃収入についての総合的な効果の検討を行う。

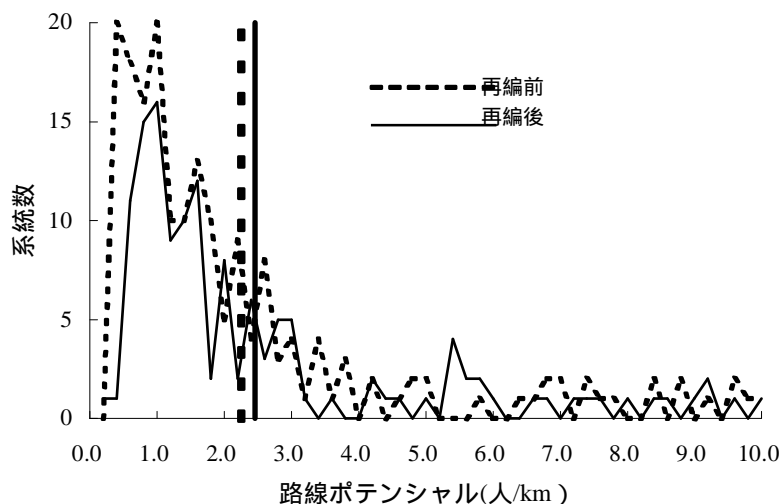


図 - 9 再編前後の路線ポテンシャル

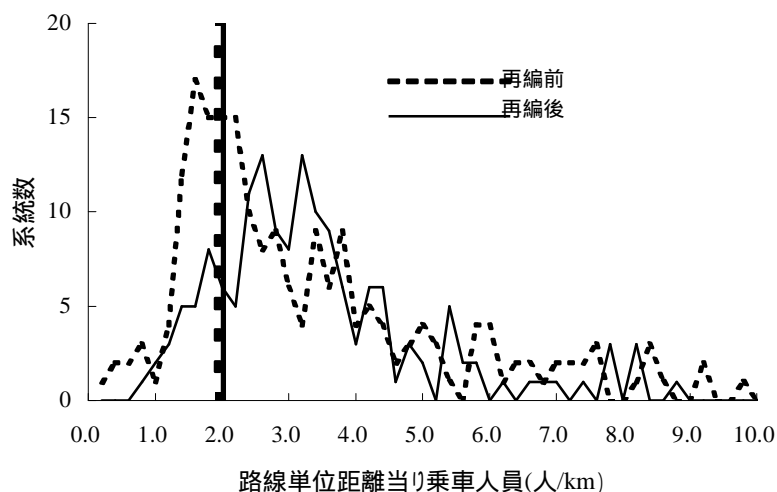


図 - 10 再編前後の単位距離当たり乗車人員

表 - 6 再編前後の標準費用と推定収入

	市交通局		KA 社		KB 社		KC 社		合計	
	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後
標準費用	2,411	1,527	1,475	773	1,279	1,976	494	598	5,660	4,876
料金収入	1,339	1,220	1,999	1,943	737	746	329	355	4,405	4,265
営業係数	1.80	1.25	0.74	0.40	1.74	2.65	1.50	1.68	1.28	1.14

まず，系統網再編前後の路線ポテンシャルと路線単位距離当り乗車人員の分布を図 - 9，図 - 10 に示す．路線ポテンシャルは再編前に 2.25 であった平均値は再編後には 2.46 となり，9.3%も増加した．一方，路線単位距離当り乗車人員の平均値は，路線ポテンシャルのそれほど大きくないものの，再編前の 1.93 から再編後には 2.01 になり，4.1%増加している．

再編前後の各企業の標準的費用と STRADA のアウトプットから得られる料金収入を表 - 6 に示す KC 社と KA 社では路線再編による料金収入の増加に比べて標準的費用が増大し，必ずしも企業経営を改善することはできないという結果になった．しかし，路線再編を集中的に行った市交通局と KA 社では料金収入には現況から改善はあまり見られないものの，標準的費用がかなり減少することから，適正な運行管理を行えば効率的な企業経営が可能となることを示している．これらの結果は普遍的なものではなく，設定した路線網再編案によって異なることから，これらの結果を参考に試行を繰り返すことによってより目的に沿った再編案を提案することは可能となるであろう．

## 5．おわりに

以下に，本研究で得られた主な結果と今後の課題を併記する．

1) 生産効率性，潜在需要の顕在化可能性という 2 つの視点から個々のバス路線の特性を評価する方法を



提案した。両者の評価視点と現在の経営状況をもとに、現行路線を8つのカテゴリーに分類し、カテゴリー特性に適した改善策を提示した。また、この方法を用いてバス路線網の合理的な再編計画を行うシステムを提案した。

2) 実績値が公表されていない会社の路線別の総費用や走行距離、乗車人員などのデータについては、類似した路線の物理的属性データによる回帰分析や公表されている合計値の按分などによって推計せざるを得ない。路線別特性評価に用いるデータそのものが推定値とならざるを得ない状況では、分析結果はより多くの誤差を含むことは自明である。本来、これらには実績値を用いるべきであり、路線別のポートフォリオとなる各種基礎データの正確な記録と公開が必要である。

3) 生産効率性の評価は、経年データを用いて特定化された長期費用関数による標準的費用と実績費用との大小比較によってなされた。しかし、標準的費用は回帰推定値であるから、実績費用との大小の差の有無は、たとえばパーセントの信頼区間などによる統計的な検定がなされるべきであろう。

4) 同様に、潜在需要の顕在化可能性は路線ポテンシャルと単位距離あたり乗車人員の実績値との単純比較によってなされた。しかし、両者の絶対値の大小がそのまま潜在需要の顕在化可能性の有無を表しているわけではない。標準化を行うなどして相対的に比較可能な指標にするなどの改善も必要である。

5) このように、本手法は生産効率性と潜在需要の顕在化可能性についての比較指標値と実績値との相対的な比較によってなされているに過ぎない。しかし、両指標は、特性別の路線分類、およびそれに整合した改善のために採るべき方策に対して十分に活用できる情報を含んでいる。

6) 本手法では、従来の勘や経験的な判断による路線網の設定をサポートし、マニュアルではあるものの、システムティックで合理的な路線網の再編案を提案できる。この情報をもとに、JICA STRADA を用いて、熊本都市圏総合交通計画の中でのバス路線網の再編案を提案することができた。

7) 路線再編後の総収入はさほど変わらないが、標準的費用は再編前よりかなり小さいこと、単位距離当りの乗車人員の値も現状より4.1%程度大きくなっていることから、今回の路線別特性評価に基づく路線再編の実用可能性は高いといえる。

## 付録

### 付録1：

生産要素価格  $P_i$  ( $i=1, \Lambda, n$ ) と産出量  $Q_i$  ( $i=1, \Lambda, m$ ) の関数であるトランスログ型費用関数式(1)の  $C$  は総費用、 $\alpha_i, \beta_j, \delta_{ij}, \gamma_{ij}, \rho_{ij}$  は推定されるべきパラメータである。生産活動においては、一般に産出量と投入要素価格それぞれで

$$\delta_{ij} = \delta_{ji}, \gamma_{ij} = \gamma_{ji}$$

なる対称性が成立する。また、総費用  $C$  は投入要素価格  $P_i$  に関して1次同次であるから、

$$\sum_i \beta_i = 1, \sum_j \gamma_{ij} = 0 \quad (i=1, \Lambda, n), \sum_j \rho_{ij} = 0 \quad (i=1, \Lambda, n)$$

が成立しなければならない。

また、シェパードの補題により、費用を最小にする最適な生産要素投入量の組み合わせ  $X(x_1, \Lambda, x_n)$  は

$$\partial C / \partial P_i = x_i \quad (i=1, \Lambda, n)$$

なることが知られており、その結果、

$$\frac{\partial \ln C}{\partial \ln P_i} = x_i (P_i / C) = \beta_i + \sum_j \gamma_{ij} \ln P_j + \sum_j \rho_{ji} \ln Q_j$$

が得られる。第2項の  $x_i P_i$  部は投入要素  $i$  の費用を表していることから、 $x_i (P_i / C)$  は総費用に占める投入

要素*i*の費用シェア $S_i$ を表す。このように、費用関数の中には生産関数の技術的条件に関するすべての情報が含まれている。

付録 2 :

KA 社については一部の路線について、KC 社については全ての路線について年間走行距離や年間乗車人員、総費用などのデータが入手できなかった。そのため、KA 社については既知の路線のデータから、KC 社については経営構造が似ている KB 社の路線データを用いた回帰分析により推計している。結果を補表 - 1 に示す。いずれのモデルも適合性は高く、信頼性のあるモデルが得られている。

補表 - 1 路線別の年間走行距離，年間乗車人員，総費用の推計モデル

	KA 社			KC 社		
	年間走行距離	年間乗車人員	総費用	年間走行距離	年間乗車人員	総費用
定数項	76440.4 (1.93)	84470.5 (1.95)	-3.53E+07 (1.10)	-748.6 (1.19)	63754.0 (3.96)	1.57E+07 (3.61)
走行距離 (km/日)	370.2 (4.81)	144.2 (7.05)	2.34E+06 (1.91)	384.6 (19.3)	89.8 (8.78)	81.8 (4.11)
運行回数 (本/日)			1.98E+06 (2.64)			
台時間 (時)			4.81E+05 (0.93)			
重相関係数	0.67	0.90	0.93	0.95	0.81	0.54
F 値	4.60	2.13	3.77	1.48	8.89	1.98

補表 - 2 費用関数の推定結果

		市交通局		KA 社		KB 社		KC 社	
		推定値	t 値	推定値	t 値	推定値	t 値	推定値	t 値
$\ln Q_i$	$\alpha_0$					-0.101	9.94	-0.118	6.43
	$\alpha_j$	0.883	3.29	-1.557	4.52	-2.630	3.26	1.544	7.14
	$\alpha_s$			2.326	6.20	5.364	18.4	-0.791	2.58
$\ln P_j$	$\beta_w$	0.859	49.2	0.709	73.7	0.807	24.6	0.828	21.3
	$\beta_R$	0.084	71.0	0.193	29.9	0.101	37.9	0.072	39.7
	$\beta_F$	0.057	86.9	0.098	30.8	0.091	49.6	0.101	39.7
$\ln Q_i \ln Q_j$	$\gamma_{WW}$			0.407	1.84	0.207	6.54	0.089	1.85
	$\gamma_{RR}$	0.046	2.13	0.278	2.37	0.076	8.06	0.063	9.96
	$\gamma_{FF}$	0.038	3.53	0.094	3.09	0.135	5.06		
	$\gamma_{WR}$			-0.296	1.98	-0.074	6.35	-0.082	5.75
	$\gamma_{WF}$					-0.133	4.80		
	$\gamma_{RW}$	-0.029	2.32					0.019	2.05
$\ln P_i \ln P_j$	$\delta_{JJ}$					233.3	24.0	75.06	9.85
	$\delta_{SS}$					446.7	17.6	207.9	10.2
	$\delta_{IS}$					-314.3	4.23	-123.1	4.53
	$\delta_{SI}$								
$\ln Q_i \ln P_j$	$\rho_{WI}$	0.165	3.82			-0.483	3.03	0.173	2.31
	$\rho_{RI}$	-0.096	3.66					-0.069	2.06
	$\rho_{FI}$	-0.069	3.53			0.359	3.55	-0.104	2.01
	$\rho_{SW}$	-0.165	3.82			0.483	3.03	-0.173	2.31
	$\rho_{SR}$	0.096	3.66					0.069	2.06
	$\rho_{SF}$	0.069	3.53			-0.359	3.55	0.104	2.01
式(2)	残差平方和	0.0011		0.0043		0.0006		0.0076	
	DW 比	20.6		2.82		2.37		3.12	
式(3)	残差平方和	0.0002		0.0077		0.0011		0.0012	
	DW 比	1.80		3.18		1.51		3.34	
式(4)	残差平方和	0.0001		0.0036		0.0006		0.0002	
	DW 比	1.84		3.18		1.35		2.88	

### 付録3：

メモリーの制約で対象地域内のバス系統の全てを設定することができないために適切に統合した。統合のルールは下記の通りである。

- 1) 一日の上りと下りの運行回数の平均が4本未満、4本以上10未満、10本以上の系統の3つに区別する。
- 2) 10本以上の系統は残す。
- 3) 4本未満の路線は、バス利用が不可能な地域が生じるような単独系統は残すが、それ以外は統合した。
- 4) 4本以上10未満の系統は、路線長が長く運行回数が多い系統に路線長が短く運行回数が少ない系統が重複している場合、後者を前者に統合する。

対象地域外で分岐している系統は統合して一つの系統と考える。出入車庫系統については運行回数も少ないので削除する。

### 参考文献

- 1) 枝村俊郎，森津秀夫，松田 宏，土井元活：最適バス路線網構成システム，土木学会論文集，No.300，pp.95-107，1980。
- 2) 天野光三，銭谷善信，近藤信明：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，土木学会論文集，No.325，pp.143-154，1982。
- 3) 高山純一：ITS を活用した公共交通活性化のための計画立案評価支援システムの開発研究，平成 12・13 年度科学研究費補助金（基盤研究(C)(2)）研究成果報告書。
- 4) 竹内伝史，山田寿史：都市バスにおける公共補助の論理とその判定基準としての路線ポテンシャル，土木学会論文集，No.425/ -14，pp.183-192，1991。
- 5) 杉尾恵太，磯部友彦，竹内伝史：企業性と公共性を考慮したバス路線別経営改善方針の検討 - 素質面と顕在面のギャップを鍵概念として - ，土木計画学研究論文集，No.16，pp.785-792，1999。
- 6) 杉尾恵太，磯部友彦，竹内伝史：GIS を用いたバス路線網計画支援システムの構築 - 潜在需要の把握による路線評価について - ，土木計画学研究論文集，No.18，pp.617-626，2001。
- 7) Berechman J.: Analysis of the Cost Structure of an Urban Bus Transportation Research, Journal of Transport Economics and Policy, Vol.18, No.4, pp.273-287, 1984.

## 第5章

# 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

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

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<sup>99</sup>」<sup>1)</sup>に準拠した費用便益分析を行った。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。

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.

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

## 第5章 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

#### 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<sup>2),3)</sup>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所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 L R T 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）とを結び、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

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

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。熊本電鉄と市電の沿線人口に対する利用者数の比較<sup>4)</sup>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。

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



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)

- 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 - 須屋 - 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、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

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"> <li>既存車両</li> <li>藤崎宮前駅で下車し、通町筋まで徒歩</li> </ul>	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"> <li>既存熊本電鉄区間をLRT化</li> <li>路線網の再編など、最寄り駅までのバスサービスの改善</li> <li>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</li> </ul>	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に乗車したままで約6分

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。

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

## (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」が4割以上、「月に数回」が35%と両方で約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。

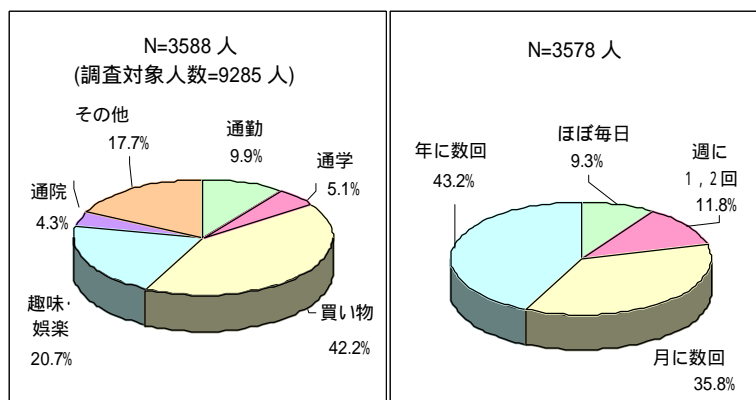


図 - 2 日常の熊本電鉄利用目的(左)と利用頻度(右)

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。

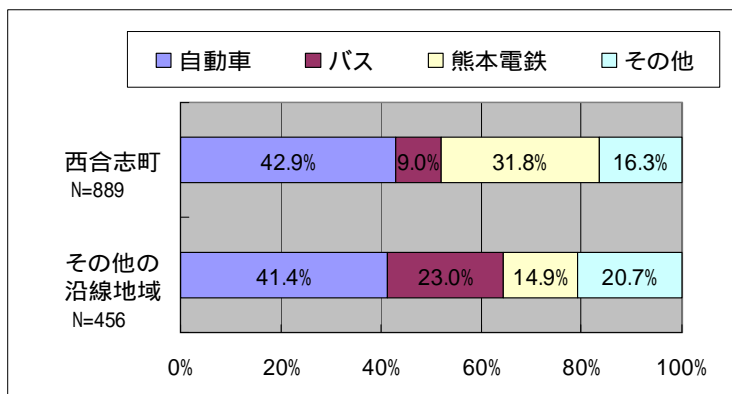


図-3 通勤・通学目的交通における利用交通手段

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」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。

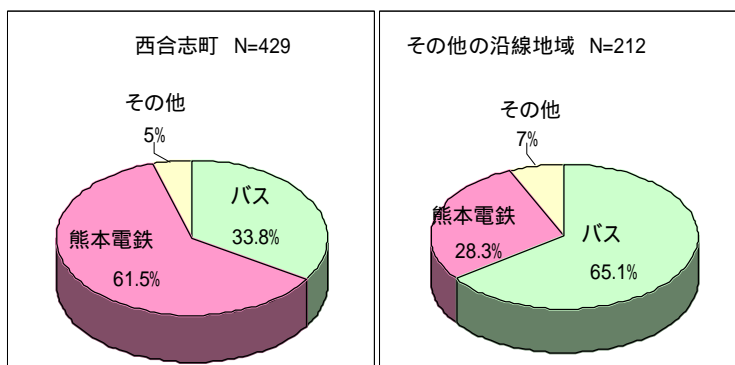


図-4 通勤・通学目的交通における地域別の自動車利用者の代替交通手段

図-5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。

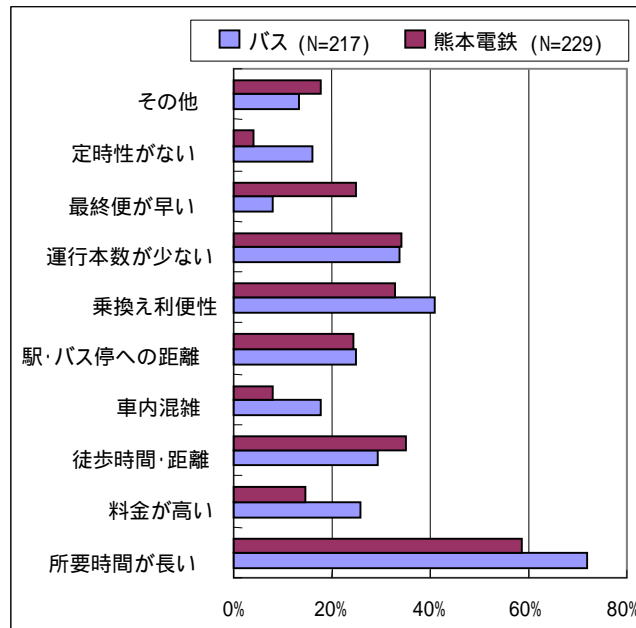


図 - 5 通勤・通学目的交通における自動車利用者が代替交通手段を利用しない理由（複数回答可）

c) L R T 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 - 6 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。

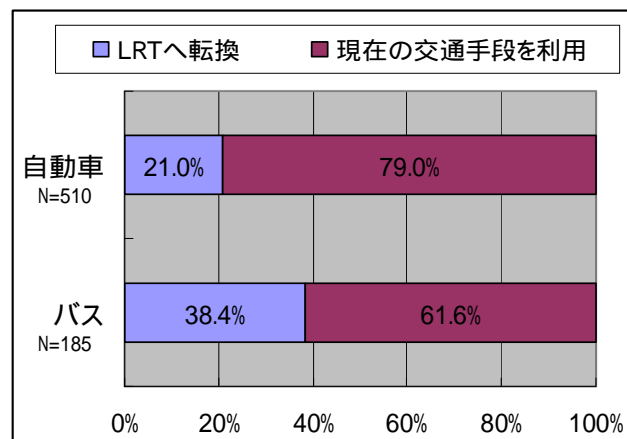


図 - 6 通勤・通学目的交通における現利用交通手段別の LRT への転換意向

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 - 7 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」などが多く見られた。

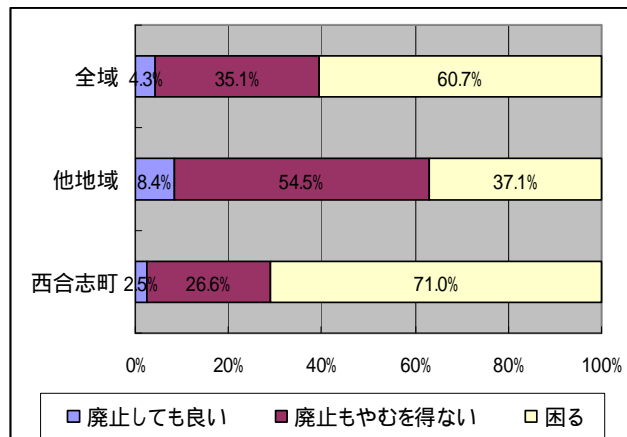


図 - 7 熊本電鉄鉄道部門廃止に対する意向

熊本電鉄存続のための方策に対する意向を図 - 8 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

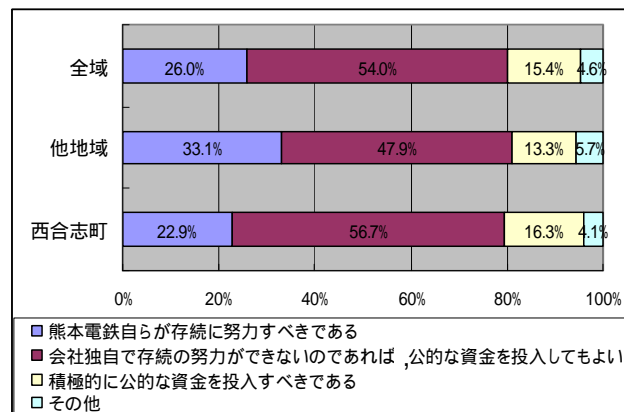


図 - 8 地域別の熊本電鉄存続のための方策

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。

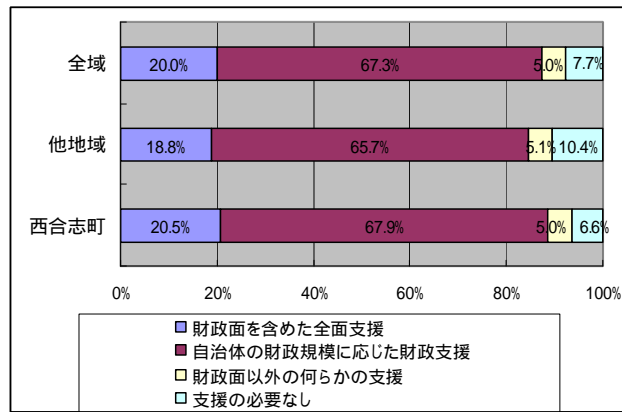


図 - 9 LRT 化計画に対する対応策への意向

#### 4 . 交通需要の予測プロセス

##### ( 1 ) L R T 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

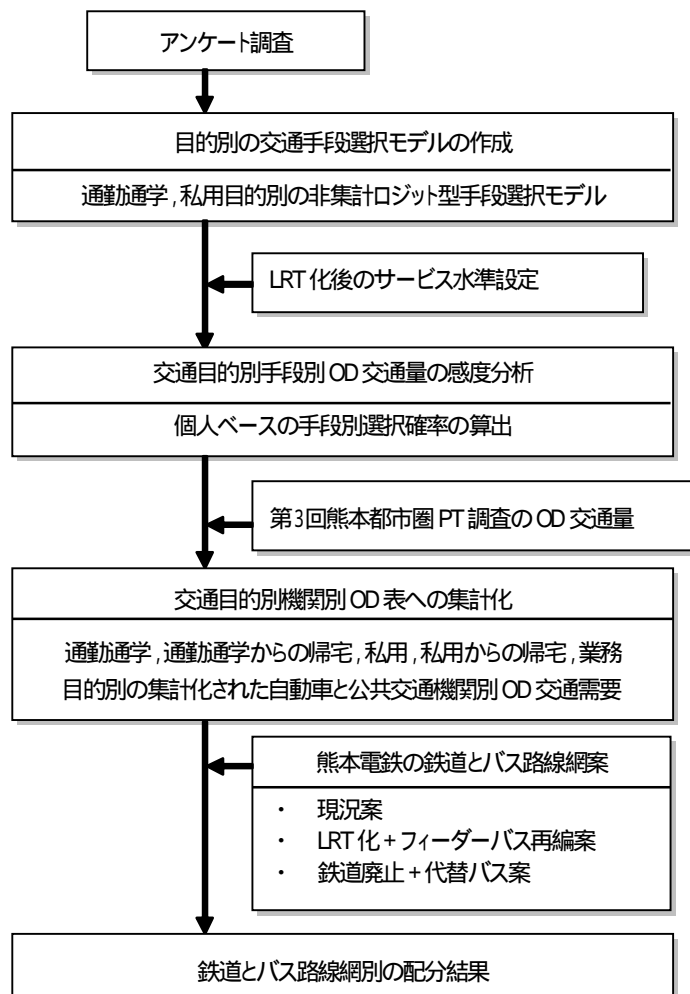


図 - 10 交通需要予測のフロー

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)

## (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、 $\rho^2$ 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。

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
自動車の駐車場料金(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	
$\rho^2$ 値	0.388	

表-7 私用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
自動車の駐車場料金(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	
$\rho^2$ 値	0.218	

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<sup>6)</sup>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ためと考えられる。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いと仮定した。

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/ -	現況/将来
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



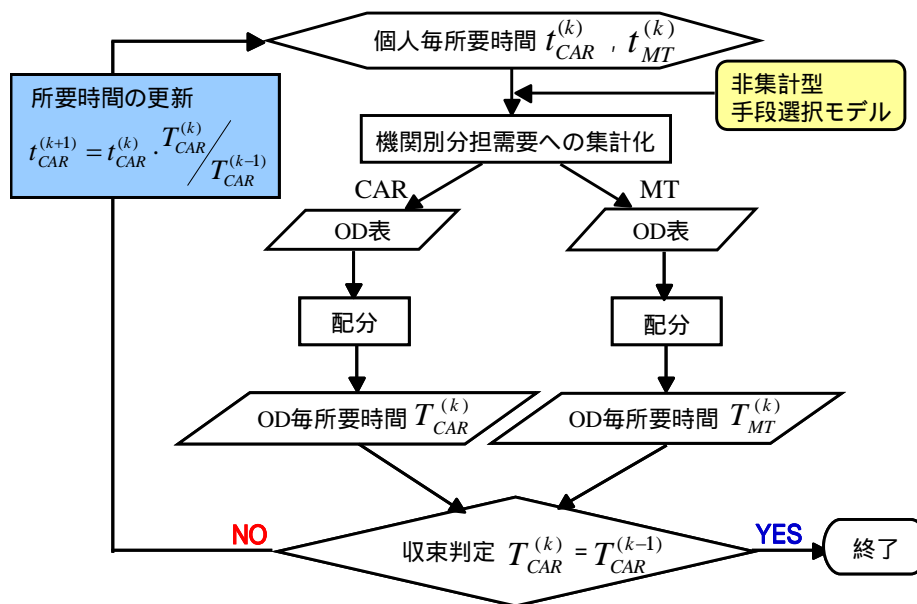


図 - 11 機関別均衡分担需要の推計アルゴリズム

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、機関別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 日あた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<sup>8)</sup> 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。

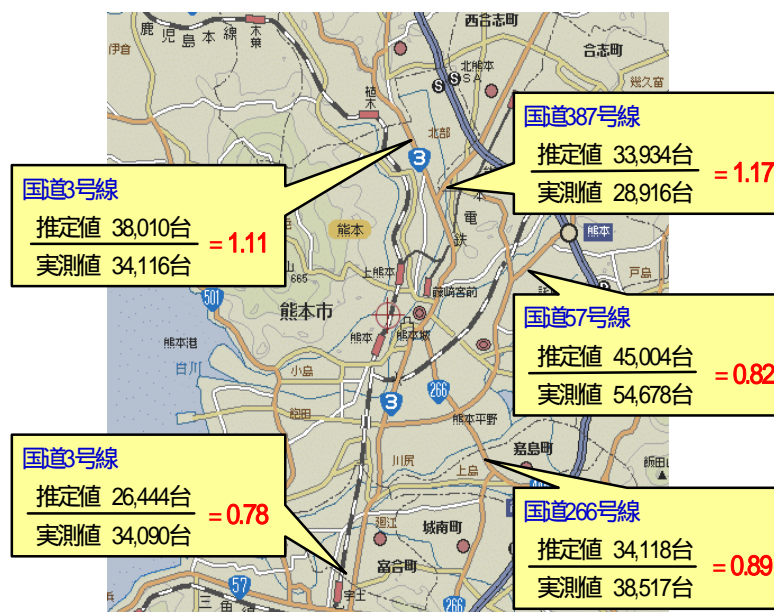


図 - 12 断面日交通量の実測値と推定値の比較 (実測値は H11 年センサスによる)

(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 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

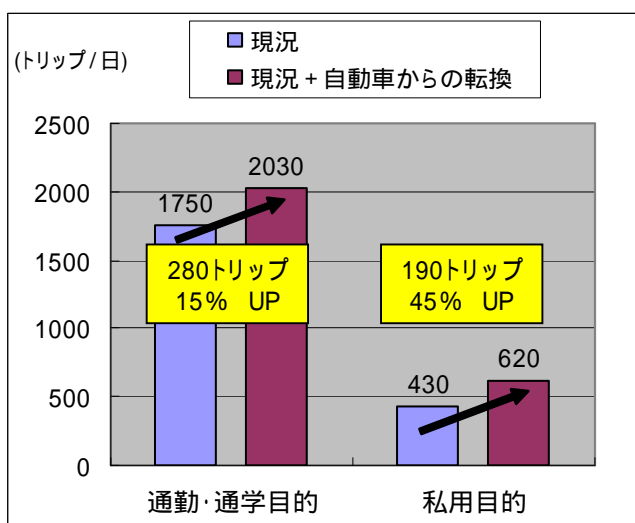


図 - 13 自動車から熊電への転換需要

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

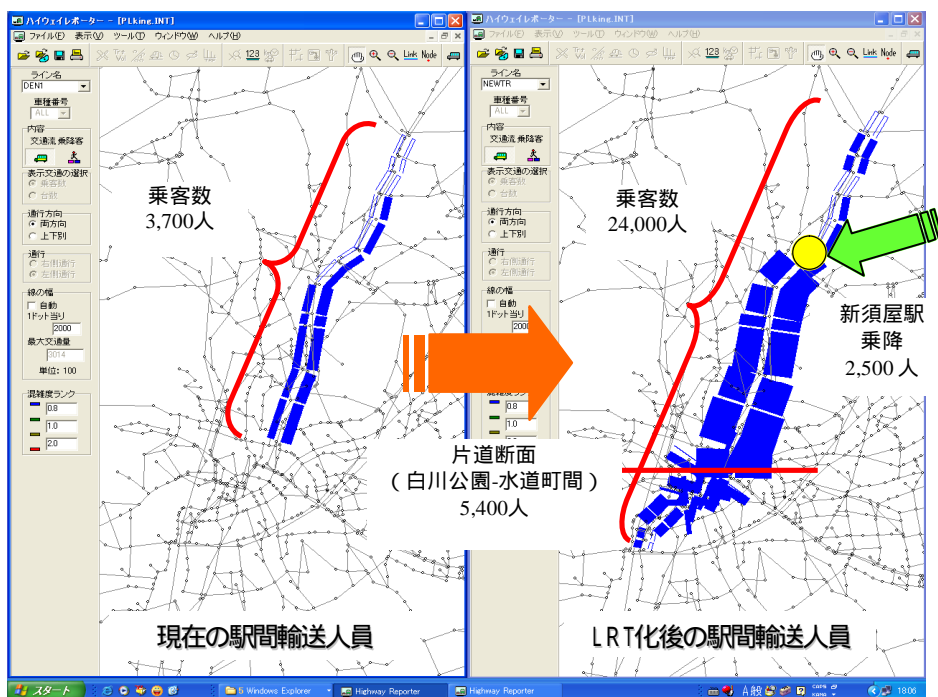


図-14 LRTの駅間利用需要

表 - 12 LRT 利用需要の区間別内訳

発区間 \ 着区間	市電区間 熊本駅-水道町		熊電区間 大池-水道町	合計
	市電区間	熊電区間		
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

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 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 に乗車し、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 に乗車し、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 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に跨ることになるが、収入の配分方法については両方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

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 <sub>x</sub> 排出量, 道路・鉄道騒音の変化)
	地球的環境の変化 (CO <sub>2</sub> 排出量の変化)
	道路交通事故の変化

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 年度価格の時間価値原単位<sup>9)</sup>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<sup>9)</sup>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。

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）

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

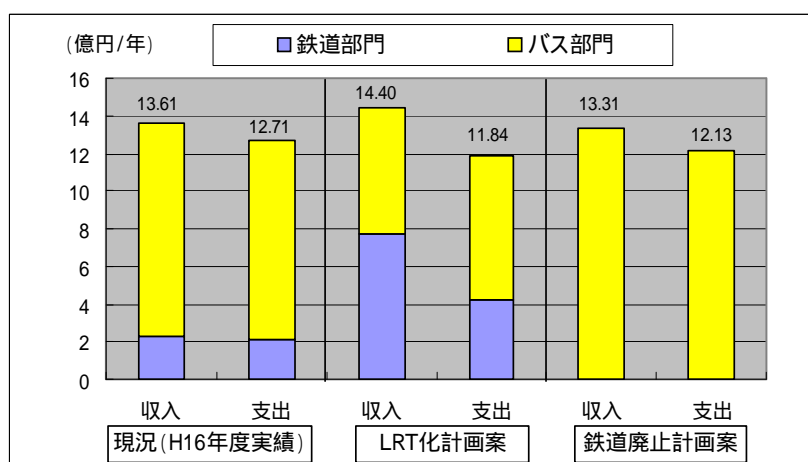


図 - 15 現況と両計画案に対する収入額と支出額の比較

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。

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 <sub>x</sub> ) の改善便益	0.04
CO <sub>2</sub> 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

### (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 - 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 2005<sup>10)</sup>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．

## 第 6 章

# L R T 化後の熊本電鉄利用需要予測のための B I 法の適用可能性

### APPLICABILITY OF BEHAVIORAL INTENTION METHOD TO DEMAND FORECASTING OF KUMAMOTO-DENTETSU RAILWAY LRT PLAN

近年、既存路線を活用した LRT 化計画が各地で提案されている。熊本電鉄（熊電）でも、軌道の市電乗り入れとシステムの LRT 化を骨子とした鉄道活性化計画（LRT 化計画）を発表した。このような新規交通施策に対する需要予測手法としては、従来は四段階推計法が用いられている。本 LRT 化計画案に対して、筆者らは非集計型の RP モデルによる交通機関分担と公共交通機関ネットワークへの確率配分を組み合わせた需要予測を行った<sup>1)</sup>。しかし、低床車両による乗りやすさや車両デザインなど、LRT 固有の特徴を手段選択モデルに導入したりすることが難しいなどの問題点もある。本研究では、行動意図法（BI 法）を LRT 化計画案に対する需要予測に適用した。さらに、BI 法による予測結果と従来法によるそれとを、サンプルベース、および集計ベースの両方で比較することにより、新規交通施策の導入による交通需要予測に BI 法を適用する際に考慮すべき知見を得ることを目的とする。

Behavioral intention (BI) method is a new technology for demand forecasting. In this method, behavioral intention is directly measured from targeted people to imagine actual behavior in new traffic environment. BI method is based on the attitude theory, which is different from utility function models based on the reasoned choice theory in microeconomics. Therefore, all factors which affect traffic behavior do not need to be specified and converted into quantity to get included in function models. In this study, demand of Kumamoto-Dentetsu railway LRT plan is forecasted by using BI method. Thus, LRT specific effects are considered in demand forecasting. Comparing the result with that of four-Step method, which is a traditional method for traffic forecasting, knowledge on application of BI method to new traffic policy can be obtained.

**Key Words:** *Attitude Theory, Behavioral Intention, Demand Forecasting, LRT, Mobility Management.*

## 第6章 LRT化後の熊本電鉄利用需要予測のための

### BI法の適用可能性

#### 1. はじめに

近年、多くの地方都市で問題となっている交通渋滞、交通弱者のモビリティ低下、中心市街地の衰退などの対策として注目されているのがLRTである。LRTは、専用軌道での高速走行に加え、優れた車両デザイン性や低床車両による乗りやすさなどを特徴とする次世代型路面電車と称される。現在の厳しい経済財政状況の中では特に、既存路線を活用したLRT化計画が全国各地で提案されており、2006年4月に開業した富山市の富山港線はその典型である。熊本市と旧西合志町（現在の合志市）を結ぶ熊本電鉄（以下、熊電と記す）でも、既存路線を活用し、軌道の都心乗り入れとシステムのLRT化を骨子とした鉄道活性化計画（以下、LRT化計画案と記す）を発表している。

新規交通施策に対する需要予測は今や必要不可欠であるが、従来、予測手法としては四段階推計法が用いられている。本LRT化計画案に対しても、昨年、非集計型のRP（*Revealed Preference*）モデルによる交通機関分担と公共交通機関ネットワークへの配分を組み合わせた需要予測と費用対効果分析<sup>1)</sup>を行った。しかし、この手法を既存路線のLRT化計画に適用する場合、サービス水準（LOS）以外のLRTの特徴や発生・集中および分布交通量の変化を考慮した分析を行うことが難しいことが問題点である。

以上の問題を解決するため、本研究では、行動意図法（以下、BI法と記す）を適用した需要予測を行う。BI法は、新しい環境が創出された場合の行動を各人に予測してもらい、それを報告したデータを直接計測するため、選択に影響を与えるあらゆる要因を需要予測に取り込むことができる。また、交通機会の増加や目的地の変更による利用需要も予測可能である。したがって、本研究は、1)BI法を適用したLRT化計画案実施後の熊電の利用需要予測を行い、2)需要予測結果を従来法による予測結果によって比較することで、新規交通施策の需要予測へのBI法適用に関する知見を得ることを目的とする。

本論文は全7章からなる。次の2.では、LRT化計画案の概要と従来の予測方法について述べる。3.では、BI法の概要と特徴について述べる。4.では、本計画案にBI法を適用するために利用するモビリティ・マネジメント調査について述べる。5.では、本計画案にBI法を適用した需要予測方法を述べる。6.では、熊電利用需要を予測し、予測結果を従来法と比較した考察を述べる。最後に7.で本研究の成果と今後BI法を適用する上での課題についてまとめる。

#### 2. LRT化計画案の概要と従来の需要予測方法

##### (1) LRT化計画案の概要

公表されている熊本電鉄LRT化計画案の概要は、以下の3点にまとめられる。また、現況とLRT化計画案のサービス水準の比較を表-1に示す。

(1)路線延伸による都心部市電路線への乗入れ：現在終点の藤崎宮前駅から水道町電停までの約1km軌道を延伸し、都心部まで乗り入れを行う。それにより、熊本駅までの直通運転が可能となる。

(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，表定速度は現在の22.4km/hから，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，バスとLRT間の乗換駅を整備する．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．

本計画案の総事業費は約120億円と見込まれており，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．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．平成19年1月現在，行政による検討が続いており，本計画案の実施は決定されていない．

## (2) 従来の需要予測方法とその問題点

従来の標準的な需要予測のフローを図-1に示す．まず，アンケート調査を行い，それを基に，通勤・通学，私用の交通目的別に，非集計型の手段選択モデルの推定を行った．これは，自動車と公共交通（バス・熊電）を選択肢とする2項ロジットモデルである．通勤・通学目的のモデルの推定結果を表-2に示す．説明変数としては，LOS変数として「所要時間」と「自動車の駐車場料金」が，個人属性として「30歳未満ダミー」が導入されている．次に，母集団を第3回熊本都市圏PT調査のCゾーン単位のOD交通量であると仮定し，数え上げ法によって，LRT化後の公共交通利用OD需要への集計化を行った．このとき，LRT化後の分担需要予測のための所要時間の設定は，機関別分担と配分の予測ステップを繰り返すことにより，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ている．最後に，集計化されたOD需要をLRT化後の熊本都市圏全域の公共交通ネットワークに配分することによって，LRT化後の熊電の利用需要を推計している．詳細は文献1)に譲る．

従来法による分析では，非集計型のRPデータを用いた非集計型モデルによって交通機関別分担需要の予測を行っている．これは藤井<sup>2)</sup>によって内挿予測法と定義されている需要予測手法の典型である．

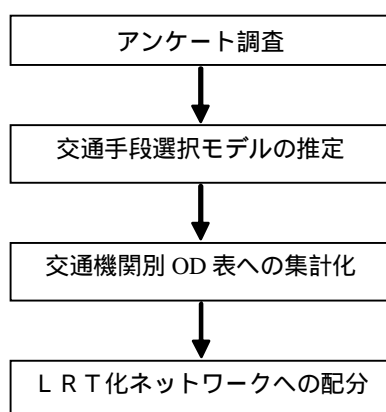


図-1 従来法による需要予測フロー

表 - 2 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
自動車の駐車場料金(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	
$\rho^2$ 値	0.388	

出典：文献1)より

その段取りは以下のとおりである。

Step1：交通需要と交通環境との関係を定義する。

Step2：交通政策を行った場合の新しい交通環境を定量データで示す。

Step3：先に Step1 で同定した交通需要と交通環境との関係式に，Step2 で求めた施策後の交通環境データを導入して，施策導入後の交通需要を予測する。

内挿予測法とは，現在存在するデータの構造を将来に当てはめて予測するという意味であり，過去に生じた現象における需要と環境との関数関係，統計的関係が普遍であることを前提とする。つまり，LRT 化計画案が実現した場合の熊電の効用は，所要時間などの LOS 変数を除いて，現行の熊電と全く同じものであると仮定されて需要が算出される。言い換えると，現行の熊電と LRT 化後の熊電を全く同じものであると仮定しない限り，LRT 化後の交通機関別分担需要を予測するモデルとしては，RP モデルを適用できない。

また，四段階推計法は各段階間の整合性をとる必要がある。そのため，本計画案の実施に伴う発生・集中交通量や分布交通量の変化を考慮するためには，発生・集中モデルにも熊電の LOS 変数など，計画案の実施に伴って変化する変数を導入する必要がある。しかし，発生・集中モデルに特定路線の LOS 変数を導入するのは難しい。よって，従来法による分析では，発生・集中交通量，分布交通量は現況と変わらないと仮定するのが一般的である。

以上の原因により，従来法による需要予測や費用対効果分析の問題点として，1)LRT 特有の効果等が考慮されていない，2)発生・集中，分布交通量の変化が考慮できない，の2点が挙げられる。2)については，特に，私用目的トリップにおいて，交通頻度の増加や目的地の変更によって都心部を目的地とする交通需要の増加が期待されるが，これを考慮することができない。また，1)の LRT 特有の効果等とは，低床車両による乗りやすさや車両デザイン性，フィーダーバスとの乗換負担の軽減や，P&R 用駐車場・駐輪場の整備，および，運行時間帯の拡大等である。以上の2点は，シンボル効果や交通弱者のモビリティ向上，中心市街地活性化等を売りとする LRT にとって重要な要素であり，本来ならこれらを考慮に加えた需要予測が期待される。そのためには，従来法でない新たな方法が必要となる。

### 3．BI法とは

#### (1) BI法の概要

BI法は，過去に存在したデータの構造を将来に当てはめて予測するという内挿予測法とは異なり，将来の存在していない交通環境における需要を直接的に検討する手法のため，外挿予測法と定義される。

つまり、既存の現象データに含まれる情報のみを利用するのではなく、新しい環境が生じた場合に、自ら行うであろう行動を想像し、それを報告したデータを直接計測するという方法である。このデータは行動意図データ（Behavioral Intension データ、BI データ）と呼ばれる。BI 法は、効用理論を理論的基盤とする経済学的な行動モデルとは異なり、社会心理学の態度理論を理論的基盤とするものである。態度理論の枠組み<sup>3)</sup>を図 - 2 に示す。態度とは一般的に「好ましさの程度」と定義され、行動を規定する上で重要な要因となるが、直接的に行動を規定するものではない。まず、態度を始めとする様々な要因から、行動に先立って「～をしよう」「～するつもりだ」という行動意図が形成され、この行動意図が行動を直接的に規定すると考える。BI 法は、この行動意図を直接計測する手法である。ただし、人々は未来を完全に見通すことが出来ないため、表明された行動意図が将来の実際の行動と一致するとは限らない。これを行動-意図一致性と定義する。このため、需要予測を行うためには、行動-意図一致性に影響を与える要因を分析し、何らかの方法で行動意図を補正することが必要となる。このようなプロセスに従って、個々人の実際の行動を予測し、それを拡大・集計化するのが BI 法による需要予測である。

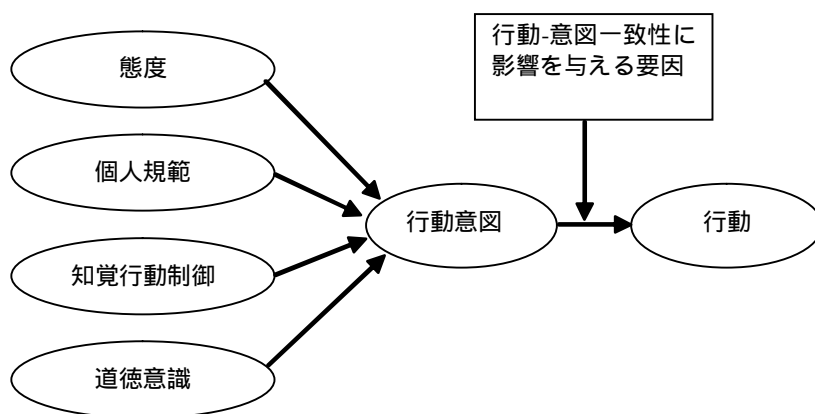


図 - 2 態度理論の枠組み

## (2) BI 法のフロー

BI 法は図 - 3 に示す 4 つのステップからなる予測手法である。まず、(1)予測対象の選定では、対象である新規交通施策の利用可能性を有する行動を選定する。(2)行動意図・行動-意図一致性に影響を及ぼす要因の計測では、選定された予測対象とする行動に関する行動意図、ならびに、行動-意図一致性に

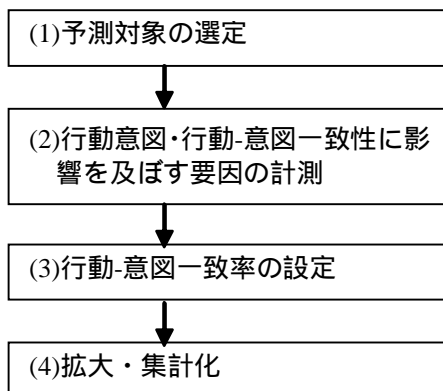


図 - 3 BI 法による需要予測フロー

影響を及ぼす要因を調査する。(3)行動-意図一致率の設定では、(2)の調査データから、「どのくらい意図どおりに実行されるのか」を表す行動-意図一致率を予測し、設定する。最後に、(4)拡大・集計化では、予測された個々人の実際の行動を拡大・集計化することで利用需要が推計される。

### (3) BI法とSP法との違い

現存しない交通環境に対する意図を表明したデータとしては、SP (Stated Preference) データも挙げられるが、基本的に、SP データと行動意図データは、同一のデータとして解釈可能である<sup>4)</sup>とされている。例えば、現存していない新交通システムと自動車について、「新交通システムが供用された場合、私は自動車より新交通システムを愛好している」という選択形式の SP データは、「新交通システムと自動車の2つの交通手段が利用可能な場合、私は新交通システムを利用するつもりだ」という行動意図データと置き換えて解釈することが出来る。このようなデータは、合理的選択理論の枠組みの中では選好意思データと解釈される一方、態度理論の枠組みの中では行動意図データと解釈される。両者の決定的な違いは、態度理論では、行動意図から行動を予測するのに対して、合理的選択理論では、**図 - 4**のように、行動が第一義的に存在し、行動から効用が演繹される点である。SP 法では、実際の行動が存在しないため、選好意思が行動に相当する。よって、「選好意思 = 行動」という仮定の基に効用関数が推定され、それに基づいて需要予測が行われる。しかし、態度理論で示されているように、行動には様々な要因が影響し、それらは時間とともに変化することも知られている。そのため、選好と行動が一致するとは限らないのである。藤井<sup>4)</sup>によると、意図が弱い場合、SP 法による選好と行動が一致する確率は3~4割程度にしかならず、代替行動の習慣を形成しているケースではさらに低下することが報告されている。こうした実際の行動とはかけ離れたモデルを適用した結果として、過大予測が生じてしまうのは周知の事実である。一方、BI 法は、行動心理学的に行動を予測する手法である。よって、行動意図と行動が一致しないことを認め、それを予測に取り込むことが出来る。つまり、「行動意図 → 行動」であることを考慮できるのである。

一方、経済学的な行動モデルである SP 法の長所としては、予測の容易性や柔軟性が挙げられる。内挿予測法である効用関数法では、効用関数を推定してしまえば、様々な政策変数の組み合わせの下での行動を予測することが可能である。これは、一つ一つのケースに対して行動意図を測定しなければならない BI 法ではできない。一方で、効用関数を推定するためには、選択要因を特定化・定量化する必要があるが、BI 法にはその必要が無い。

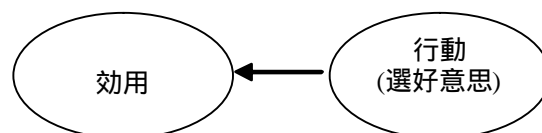


図 - 4 合理的選択理論の枠組み

### (4) 既存研究の適用事例

BI 法を適用するに当たって、行動-意図一致率の設定が重要であり、その予測精度が需要予測の精度に大きな影響を及ぼす。既存研究では、行動-意図一致性に影響を与える要因として**表 - 3**に示すものが挙げられている。しかし、行動-意図一致率の設定のためには、これらを定量化する必要がある。藤井<sup>5)</sup>は、京都府木津町での新規バス路線への BI 法の適用研究において、共用後の個々人の利用の有無に関

表 - 3 行動-意図一致性に影響を与える要因

無行為の失敗の原因  意図 行動×	<ul style="list-style-type: none"> <li>・代替行動についての強い習慣 習慣化された行動は自動的に実行されてしまうために、その行動の代替行動についての行動意図を形成している場合にもそれが実行されない</li> <li>・弱い行動意図 ある行動意図を形成していても、その意図が弱ければ実行しない</li> <li>・対象行動の実行計画の非現実性 行動に先立った実行計画が非現実的な場合、意図があってもその実行を失敗する</li> <li>・楽観的バイアスと対象行動の実行困難性 行動の実行困難性を楽観的に見積もるために、実行困難性が高い場合には実行計画が不十分となり、その実行を失敗する</li> </ul>
行為の失敗の原因  意図× 行動○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・対象行動についての強い習慣 強い習慣を形成している場合、その行動を無意図的に実行する</li> <li>・対象行動の衝動性 ある行動を衝動的に実行する場合には、それを先立つ行動意図を形成しない</li> </ul>
双方の失敗の原因	<ul style="list-style-type: none"> <li>・肯定的自己顕示と戦略的応答 調査者の行為や回答者に対する評価の操作を試みるために生じるバイアス</li> </ul>

出典：文献6)より

するデータを用いて、行動-意図一致率の分析を行っている。この分析では、「実行あり」と「実行なし」の離散変数を従属変数とするロジット型選択モデルを推定し、その推定結果から、行動-意図一致率の設定におけるセグメント分類方法と、それに対応する一致率の値を提案している。

また、遠藤ら<sup>6)</sup>のみなとみらい線への適用事例では、藤井の分析を参考にして、行動-意図一致性に影響を及ぼす要因によってセグメント分類し、そのセグメント毎におおよその行動-意図一致率を設定している。このセグメントは、意図強度、現利用交通手段（鉄道・自動車）、鉄道利用習慣の有無、行動プランの有無によって分類されている。それを適用して予測した利用需要推計値は、開業後の実績値とほぼ一致と報告されている。また、この分析では、詳細な情報提供・行動プラン作成を要する「情報提供」群と、最低限の情報提供・行動プランを要しない「非情報提供」群を導入している。両者はそれぞれ、社会の万人が対象交通機関のサービス水準を十分に認知している場合と認知していない場合の情報の程度を想定したものであり、現実の需要量はその両極端の2状況のデータを基に算出された予測値の「幅」に落ち着くであろうという考え方である。よって、予測は「情報提供」群と「非情報提供」群のデータをそれぞれ独立に用いて行っている。

### (5) 本分析の特徴

#### a) 需要予測の精緻化のために

みなとみらい線の適用事例では、かなり高い精度で利用需要推計値が予測されているが、これは、遠藤も認めている通り、行動-意図一致率の過大想定と過小想定が相殺された結果であり、必ずしも、精度の高い一致率が設定されたわけでない。また、既存研究では、「無行為の失敗」の原因のうち、「対象行動の実行計画の非現実性」や「楽観バイアスと対象行動の実行困難性」についてはあまり考慮されていない。例えば、自動車から鉄道への転換意図を形成しても、「鉄道を利用した場合の所要時間が自動車の2倍」や「家から駅まで徒歩で20分」のように、両交通手段間のLOSの差が大きくなるほど実行が困難となり、「無行為の失敗」が生じると考えられる。

よって、本分析では、LRT化計画案に対するBI法適用時の、行動-意図一致率予測の精緻化を図るために、1)LOS変数を行動-意図一致性に影響を与える要因として導入することを試みる。それに加えて、



2)既存研究で設定されたセグメント分類と、その行動-意図一致率が本計画案に対しても妥当なのか、また、3)対象地域の特性等の行動予測に有効な要因はないのか、などの検討を行う。その分析のためのデータとして、現行の熊電に対して行われたモビリティ・マネジメント調査（以下、MM 調査と記す）のデータを利用する。MM 調査データに対する分析と既存研究の知見とを合わせて考えることで、LRT 化計画案に BI 法を適用する上でのより精度の高い行動予測を図る。

#### b)モデルの導入

MM 調査において、どの要因がどのくらい行動-意図一致性に影響を与えるのかを分析するために、自動車から公共交通機関（以下、MT と記す）への転換に対する行動意図を持った「意図あり」のサンプルを対象として、実際の行動（転換有無、頻度）を説明するモデルの推定を行う。このモデルを行動予測モデルと定義する。行動予測モデルとして、1)ロジット型離散選択モデル、2)行動-意図一致率モデル、3)実行率モデルの3種類のモデル推定を試みる。

##### 1)ロジット型離散選択モデル

このモデルは、実行の有無（「実行あり」と「実行なし」）の離散変数を従属変数とするロジット型離散選択モデルである。推定されたモデルにより算出された個々人の「実行あり」の選択確率が、その個人の行動-意図一致率となる。

##### 2)行動-意図一致率モデル

このモデルは、「 $(\text{実行頻度} / \text{意図頻度}) * 100 (\%)$ 」で定義した行動-意図一致率を従属変数とする重回帰モデルである。ここで、意図頻度とは、例えば「月に10回、MTに転換しよう」という頻度に対する意図である。

##### 3)実行率モデル

このモデルは、「 $(\text{実行頻度} / \text{対象交通頻度}) * 100 (\%)$ 」で定義した実行率を従属変数とする重回帰モデルである。対象交通頻度とは、例えば「月に20回、通勤する」という交通頻度である。

ロジット型離散選択モデルは既存研究でも推定された例がある。しかし、この種のモデルでは従属変数が離散変数であるため、個人の行動確率の値そのものは考慮されない。例えば、意図頻度と行動頻度が100%一致した人も、10%しか一致しなかった人も区別されないのである。そのため、推定結果から算出された選択確率が個々人の行動-意図一致率をどの程度表せるのかに対して疑問が残る。それに対して、個々人が行動する確率を従属変数とし、それを直接説明するのが、行動-意図一致率モデル、実行率モデルである。しかし、各個人の行動に対する確率を知ることが不可能であるため、確率を集計化したものが頻度であると定義し、行動頻度の割合によって行動確率を決めることとする。例えば、「月に10回、MTに転換しよう」という意図を持ち、実際には5回実行した人の場合、行動-意図一致率は50%となる。行動-意図一致率、実行率を用いた実行頻度の算出方法を式(1)、式(2)に示す。

$$\text{実行頻度(トリップ)} = \text{交通頻度(トリップ)} * \text{意図頻度率}(\%) * \text{行動-意図一致率}(\%) \quad (1)$$

$$\text{実行頻度(トリップ)} = \text{交通頻度(トリップ)} * \text{実行率}(\%) \quad (2)$$

実行率は意図頻度率と行動-意図一致率の積に相当する。意図頻度率とは、交通頻度に対する意図頻度の割合である。行動-意図一致率モデルでは、式(1)のように、意図頻度率に行動-意図一致率を掛けることによって実行率を算出する。一方、実行率モデルは、意図頻度率を説明変数として実行率の中に取り込んでしまい、行動-意図一致性に影響を与える要因を加減することによって実行率が算出される。この場合、意図頻度が説明変数として導入されるため、実行率モデルの方が行動-意図一致率モデルより適合

度が高くなることが期待される。しかし、その分、モデルによる予測に依存する部分が大きくなるため、予測の際、どちらのモデルが個々人の実行率をより精度良く予測できるのかは判断できない。

#### 4. 行動予測のためのMM調査

##### (1) MM調査の概要

「熊電沿線地域のより良い交通のあり方を考える調査」というMM調査の対象地域は、旧西合志町を除く熊本電鉄沿線地域であり、事前調査を含めて同じ世帯に4度の継続調査を行った。調査フローを図-5に示す。事前調査のみ、ランダムに抽出された約7,500世帯にポスト投函による配布を行ったが、その他はすべて郵送配布・回収により実施した。詳しい調査項目と質問内容を表-4に示す。

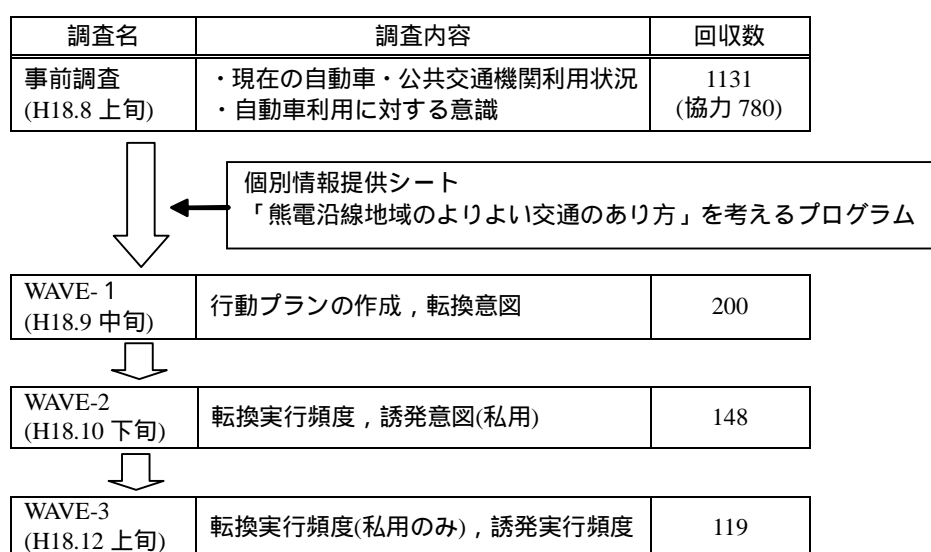


図 - 5 MM調査のフロー

表 - 4 調査項目と質問内容

	調査項目	質問内容
事前調査	個人属性	年齢, 性別
	LOS	所要時間, 料金, 最寄駅・バス停までの徒歩時間
	世帯の自動車利用に対する意識(態度・知覚行動制御・道徳意識)	自動車利用に対し、「健康に余り良くない」、「環境に余り良くない」、「使わない方が得だ」、「利用を控えるのは難しくない」、「利用は控えるべきだ」、「利用をできるだけ控えよう」という6項目を示し、「全くそうは思わない」から「全くその通りだと思う」の5段階で回答
WAVE-1	行動プランに対する知覚行動制御性	「行動プランの経路に対する通勤・通学(買い物・習い事・通院など)をどのように思うか?」に対して、「非常に便利」から「不便」までの5段階
	転換行動意図	有無, 強度(強・弱), 頻度(現在の交通全体の何%)
WAVE-2	転換実行頻度	WAVE-1以降この交通全体の何%ぐらい使ってみたか
	誘発行動意図	有無・強度(強・弱), 頻度(週・月あたりの回数)
WAVE-3	転換実行頻度(私用のみ)	現在この交通全体の何%ぐらい使っているか
	誘発実行頻度	週・月に何回ぐらい増えたか

表 - 5 パンフレット記載事項と内容

記載項目	内容
クルマ利用とあなたの健康	バス・電車と自動車との移動に伴う消費カロリーの差
クルマ利用と社会の「環境問題」	自動車を利用した日としない日のCO <sub>2</sub> 排出量の差
熊本電鉄の現状	年間輸送人員の減少状況，年間損益額，熊電廃止に対する住民の意向

事前調査では，現在の自動車・MT 利用状況や世帯の自動車利用に対する意識などを尋ねた．そのうえで，上記の調査名と目的を明記し，熊本電鉄株式会社社長の名前で継続調査への協力を要請した．協力を承諾した世帯には住所，世帯主の氏名の記入を依頼した．

WAVE-1 は，事前調査で回答した自動車利用交通トリップのうち，MT を利用可能と判断したトリップを有する世帯を対象とした．対象となるトリップに対して，MT への転換を促すために，「個別情報シート」，「『熊電沿線地域のより良い交通のあり方』を考えるプログラム」というパンフレットを同封した．個別情報シートには，MT を利用可能なトリップ毎にオーダーメイドの，目的地までの利用可能な電車・バス系統，時刻表，運賃を記載した．パンフレットには過度の自動車利用のデメリットを示し，「上手なクルマ利用と公共交通機関のより良い使い方」を呼びかけている．パンフレットの記載事項と内容を表 - 5 に示す．それらを参照して，MT を利用できそうなトリップ毎に経路，交通手段，時刻を記載した行動プランの作成を要請した．また，その経路に対する知覚行動制御性と，その経路への転換行動意図を計測した．知覚行動制御性とはその行動の実行に伴う容易さの程度に関する見込み<sup>3)</sup>である．

WAVE-2 では，行動プラン票のコピーと共に調査票を送付し，トリップ毎に転換実行頻度を尋ねた．また，私用目的で「転換実行あり」のトリップに対しては，「この経路を利用することによって，熊本市中心部方面に出かける回数が増えると思いますか？」という誘発行動意図を尋ねた．

最後に WAVE-3 では，再び行動プラン票のコピーと調査票を送付した．調査票では，誘発実行頻度と私用目的に対する転換実行頻度を再び尋ねた．これは，私用目的トリップはその交通頻度が低いためであり，行動意図計測から約2ヶ月経過後の WAVE-3 から得られた実行頻度を，以後の分析で用いることにする．

## (2) 行動-意図一致率の集計分析

ここでは，行動予測モデルを推定する前に，MM 調査の行動-意図一致率の値と行動-意図一致性に影響を与える要因を把握するために集計分析を行う．行動-意図一致率の値は，「シェア」と「平均値」の一致率で表す．シェアとは，各人の意図と行動をそれぞれ「意図あり」か「意図なし」，「実行あり」か「実行なし」の有無のみで意図と行動の一致を判断し，その一致したサンプルのシェアを示した値である．例えば，10人がMTへの転換意図を持つと回答したが実際に転換した人が5人の場合，「シェア」は50%となる．一方，「平均値」とは，各個人の行動-意図一致率の平均値を表したものである．この平均値には，意図の有無と行動の有無が一致しなかった人も含まれる．よって，「意図あり」の場合，平均値をシェアで割った値が，「平均値(実行ありのみ)」となる．

なお，「実行あり」と「実行なし」は，以下のように定義する．

「実行あり」: 少なくとも一度は実行した(実行率 > 0)のセグメント

「実行なし」: 全く実行していない(実行率=0)のセグメント

また，需要予測の際には，「無行為の失敗」と「行為の失敗」を分けて考える必要があるため，「意図

あり」と「意図なし」を別々に分析する。

1)「意図あり」のサンプル

a)通勤・通学目的の転換

通勤・通学目的のトリップを対象に、全サンプルに加えて、行動-意図一致性に影響を与えるとされている意図強度別（意図\_強と意図\_弱）、MT 利用習慣の有無別（MT 利用ありと MT 利用なし）の行動-意図一致率を図 - 6 に示す。意図強度別では、有無、頻度ともに「意図\_強」の方が高くなっている。また、シェアが約 85%、平均値が 6 割弱であることから、「意図\_強」の「実行あり」のみに限った平均値は約 7 割であり、これも「意図\_弱」に比べて 2 割ほど高くなっている。よって、意図強度は一致率に大きな影響を与えていると考えられる。なお、「意図\_弱」では約 4 割の人しか実行しておらず、平均値も 2 割程度である。一方、MT 利用習慣の有無別では、「MT 利用なし」の方が有無、頻度ともに高くなっている。これは、既存研究の知見とは逆の結果になっており、MT 利用習慣の有無が一致率に影響を与えるとは必ずしも言えない。全サンプルでは 5 割弱の人が「実行あり」となっており、平均値は 27.4% である。

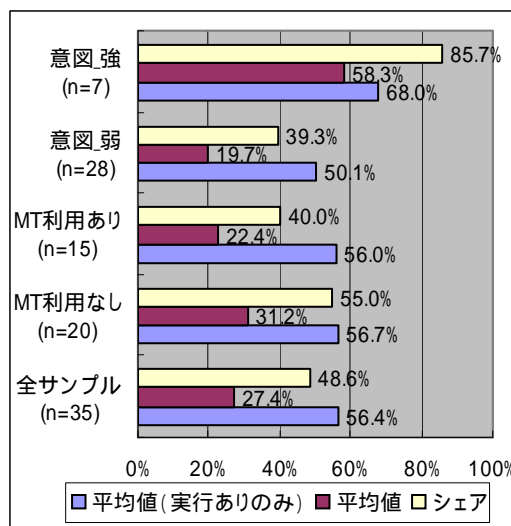


図 - 6 通勤・通学目的の転換に対する行動-意図一致率

b)私用目的の転換

通勤・通学目的と同様に私用目的トリップに対する全サンプル、意図強度別、MT 利用習慣の有無別、さらに 60 歳以上と 60 歳未満の年齢別の行動-意図一致率を図 - 7 に示す。意図強度別では「意図\_強」の方が、シェア、平均値ともに高いが、通勤・通学目的と比べてその差は大きくない。「実行あり」に限ると平均値では「意図\_弱」の方が高くなっている。これより、意図強度の影響は通勤・通学目的ほどは大きくないと考えられる。一方、MT 利用習慣の有無別では、シェアの差は 1 割程度だが、平均値の差は約 25%もある。「実行あり」に限ると、「MT 利用あり」では平均値がほぼ 100%になっており、6 割程度である「利用なし」との差が大きい。MT 利用習慣の有無は一致率に影響を与えている可能性が高い。また、60 歳以上と 60 歳未満にもシェアで 2 割強、平均値で約 35%と大きな差があることがわかる。全サンプルのシェアは約 5 割、平均値は 42.2%となった。

c)私用目的の誘発

私用目的トリップに対する全サンプル、意図強度別、年齢別の行動-意図一致率を図 - 8 に示す。意図強度別では、シェアには 5 割ほどの大きな差があるが、平均値の差は 25%程度であり、「実行あり」に

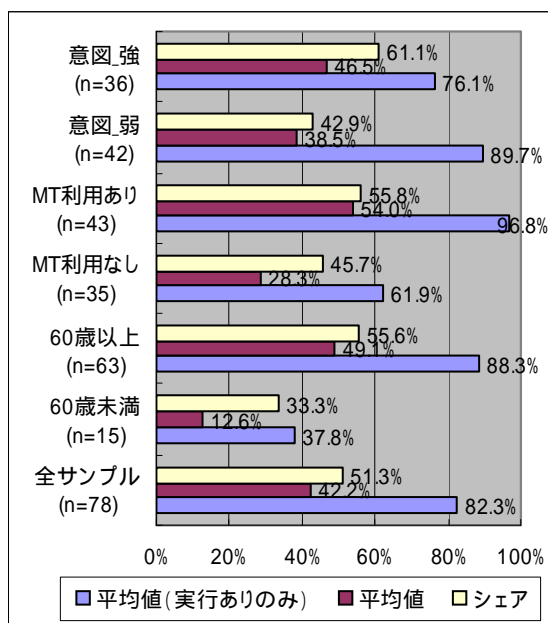


図 - 7 私用目的の転換に対する行動-意図一致率

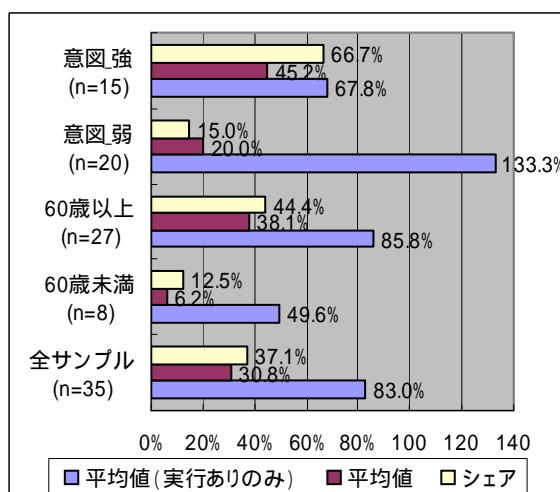


図 - 8 私用目的の誘発に対する行動-意図一致率

限ると、「意図\_弱」の平均値は100%を超えている。つまり、「実行なし」となる可能性が高いものの、実行した人の平均値は「意図\_強」と比べて低いとは言えない。年齢別では、60歳以上と60歳未満で一致率に大きな差があった。60歳以上では、シェア、平均値ともに4割程度と、60歳未満と比較してかなり高くなっている。これは、60歳以上の人は、比較的、時間的な制約が小さいために、意図通りに実行できたためと考えられる。全サンプルではシェアが4割強、平均値は30.8%であった。

## 2) 「意図なし」のサンプル

意図なしのサンプルの行動-意図一致率を対象交通別に図-9に示す。意図なしの場合、「実行なし」の確率が一致率を指す。シェアは「通勤・通学転換」で8割強、「私用転換」で7割強であり、平均値はどちらも9割弱である。また、「私用誘発」では、シェア、一致率ともに100%の一致率であり、「意図なし」のサンプルには誘発需要は期待できないかもしれないと考えられる。

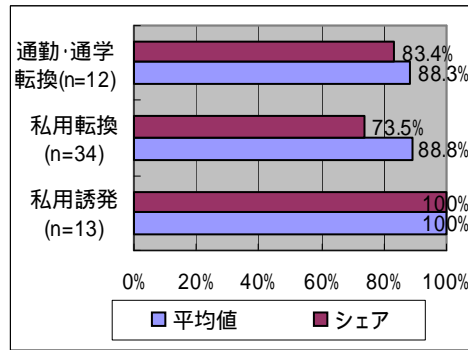


図 - 9 「意図なし」の行動-意図一致率

### (3) 転換需要に対する行動予測モデルの推定

通勤・通学と私用の交通目的別に、自動車から MT への転換に対する「意図あり」のサンプルを対象にして、行動予測モデルを推定する。ここでは、1)ロジット型離散選択モデル、2)行動-意図一致率モデル、3)実行率モデルの推定を試みた。モデルに導入する要因別の説明変数を表 - 6 に示す。

#### a) 通勤・通学目的の転換行動予測モデル

ここでは、全サンプルを対象とした 1)~3)のモデルに加え、「実行あり」のサンプルだけに対する 4) 行動-意図一致率モデルと 5)実行率モデルの推定を行った。これは、「実行あり」のセグメントのみをモデル推定のサンプルとすることで、実際に転換を行ったサンプルの行動をより詳細に把握して、精度の高い予測モデルの推定をするためである。モデルの推定結果を表 - 7 に示す。

「自動車と MT の LOS の差」を表す変数として、「自宅から最寄駅(バス停)までの徒歩時間」がすべてのモデルで、「乗換回数」がモデル 1), 2), 3)に統計的有意な変数として説明変数に導入された。これは、同じ行動意図を形成しても、徒歩時間が長いほど、また、乗換回数が多いほど、実行率が低下することを意味しており、「対象行動の実行計画の非現実性」や「楽観バイアスと対象行動の実行困難性」が行為の失敗の要因となることを示している。また、乗換回数は、「実行あり」のみを対象とするモデル 4), モデル 5)では有意な説明変数とはならなかったことから、「実行なし」となる要因としての働きが強いと推測される。行動意図については、すべてのモデルで「意図強度ダミー」がその符号が正の値として導入され、そのパラメータ値、有意性ともに高い。一方、「意図頻度率」は、実行率モデルにおいては当然正の値となっており、その有意性も高い。しかし、モデル 4)で負の値で導入されている。これは、意図頻度率が高くなるほど行動-意図一致率が低くなることを意味するが、 $t$  値が十分に高いとは言

表 - 6 モデルの説明変数

要因	変数
自動車と MT の LOS の差	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自宅から最寄駅(バス停)までの徒歩時間</li> <li>・自動車と MT の所要時間差</li> <li>・乗換回数</li> <li>・最寄駅(バス停)の運行本数</li> <li>・目的地までの運賃</li> </ul>
行動意図	強度ダミー, 頻度率 (%)
知覚行動制御性	便利ダミー, 不便ダミー
自動車に対する意識・習慣	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自動車利用意識調査の 5 段階評価 6 問の平均点</li> <li>・MT 利用有ダミー, 世帯内の MT 利用者有ダミー</li> </ul>
個人属性	年齢, 性別

えない。また、モデル 1)には意図頻度率が導入されないことから、「実行なし」となる可能性は意図頻度にはあまり影響がないと考えられる。さらに、モデル 3)を除いて、個人属性として「40歳未満ダミー」が正の値として導入された。これは、通勤・通学目的において40歳未満の方が転換を実行する可能性、意図と行動が一致する可能性とも高いことを示す。また、その他の要因である知覚行動制御、態度、道徳意識などを表す「自動車利用に対する意識」や「習慣」を表す変数は、統計的に有意な変数とならなかった。

モデルの適合度に関しては、モデル 1)では  $\rho^2$  値が 0.280、的中率が 7割強である。また、モデル 2)~5)では、全サンプルを対象としたモデル 2), 3)よりも、「実行あり」のみを対象としたモデル 4), 5)の方が、また、行動-意図一致率モデルよりも実行率モデルの方が適合度が高い。以下では、これら 5つのモデルすべてを用いて、各個人の転換実行率の予測を行う。

まず、全サンプルを対象とするモデル 1), 2), 3)については、推定されたモデルを用いて、各個人の行動-意図一致率、または実行率を算出すればよい。しかし、「実行あり」のみを対象とするモデル 4), 5)については、まず、「実行あり」と「実行なし」のセグメント分けが必要である。よって、モデル 1)のロジット型離散選択モデルを適用してセグメント分けを行い、「実行あり」に分別されたサンプルのみにモデル 4), 5)を適用する。このとき、「実行なし」と予測されたサンプルの実行率は当然、0%である。以上の方法により推定された各個人の実行率の平均値である「推定実行率」平均値、及び、推定値と実績値との誤差の平均値である「実行率誤差」平均値を表 - 7 の最下段に示す。全サンプルを対象とした行動-意図一致率モデルであるモデル 2)の「実行率誤差」平均値が 9.5%と最も小さく、最も予測精度が高いモデルであると言える。また、「推定実行率」平均値は 11.5%であり、これも、実績実行率の平均値 11.6%とほぼ等しい。モデル相互の比較をすると、実行率モデルよりも行動-意図一致率モデルの方が精度が高い。また、セグメント化して推定したモデル 4), 5)はあまり高い予測精度を得られなかった。これは、セグメンテーションモデルであるモデル 1)の適合度があまり高くなかったためと考えられる。モデル 1)では、「推定実行率」平均値が 18.7%で、実績値より 7%高く、「実行率誤差」平均値も最

表 - 7 通勤・通学目的の転換行動予測モデル推定結果

	1)ロジット型 離散選択モデル (全サンプル)	2)行動-意図 一致率モデル (全サンプル)	3)実行率モデル (全サンプル)	4)行動-意図 一致率モデル (実行あり サンプル)	5)実行率モデル (実行あり サンプル)
定数項	0.470 (-0.53)	30.4 (3.19)	5.14 (0.84)	74.5 (-4.49)	9.82 (1.47)
最寄駅(バス停)までの 徒歩時間(分)	-0.213 (-1.32)	-2.04 (-2.21)	-0.836 (-1.94)	-6.38 (-3.67)	-3.49 (-4.90)
乗換回数(回)	-1.04 (-1.20)	-12.8 (-1.45)	-6.22 (-1.53)		
意図強度ダミー(強:1)	3.20 (2.28)	42.2 (3.38)	21.2 (2.73)	64.9 (3.36)	35.3 (4.45)
意図頻度率(%)			0.310 (2.14)	-0.495 (-1.43)	0.359 (2.56)
40歳未満ダミー (40歳未満:1)	1.58 (1.72)	19.7 (1.86)		21.6 (1.66)	9.20 (1.76)
$\rho^2$ 値	0.280				
的中率	0.714				
決定係数 $R^2$		0.406	0.651	0.582	0.889
自由度修正済み決定係数 $R^2$		0.327	0.605	0.443	0.849
サンプル数	35	35	35	17	17
「推定実行率」平均値(%)	18.7	11.5	11.6	11.7	12.4
「実行率誤差」平均値(%)	13.3	9.5	11.7	10.7	11.4

ロジット型離散選択モデルの説明変数はすべて「実行あり」側に導入

表 - 8 私用目的の転換行動予測モデル推定結果

	1)ロジット型 離散選択モデル	2)行動-意図 一致率モデル	3)実行率モデル 1	4)実行率モデル 2	5)実行率モデル 3
定数項	-1.57 (-2.39)	-2.58 (-0.14)	-19.0 (1.69)	-9.03 (-0.98)	-16.4 (-1.42)
意図強度ダミー (強:1)	0.680 (1.36)			20.1 (2.82)	10.3 (0.97)
意図頻度率(%)			0.343 (2.14)		0.221 (1.24)
MT 利用有ダミー (有:1)		26.6 (1.81)	15.9 (2.17)	13.5 (1.90)	14.6 (1.95)
世帯内の MT 利用者ダミー (有:1)	0.706 (1.36)				
60 歳以上ダミー (60 歳以上:1)	0.970 (1.61)	37.5 (2.00)	17.2 (1.86)	15.7 (1.79)	16.8 (1.81)
$\rho^2$ 値	0.0665				
的中率	0.632				
決定係数 $R^2$		0.091	0.195	0.189	0.206
自由度修正済み決定係数 $R^2$		0.065	0.161	0.156	0.160
サンプル数	76	74	74	78	74

ロジット型離散選択モデルの説明変数はすべて「実行あり」側に導入

大となった。これは、前述したように、従属変数が離散変数であるためと考えられる。

以上より、通勤・通学目的のトリップについては、BI 法による転換需要の予測モデルとして 2)の行動-意図一致率モデルが最も有用であると考えられる。

#### b) 私用目的の転換行動予測モデル

私用目的に対するモデルの推定結果を表 - 8 に示す。まず、「実行あり」と「実行なし」を判別する 1)ロジット型離散選択モデルの推定を行ったが、適合度はあまり高くない。そのため、2)行動-意図一致率モデルと 3)~5)の実行率モデルはすべて全サンプルを用いて推定した。モデル 2)~5)はどのモデルも適合度がかなり低いことがわかる。また、導入された説明変数の数も通勤・通学目的のモデルと比較して少ない。「自動車と MT との LOS の差」を表す変数はすべて有意な変数としてモデルに導入されない。行動意図に関して、モデル 1), 2)では「意図強度ダミー」、「意図頻度率」ともに有意な変数として導入されず、行動-意図一致率に対して意図強度は影響を与えない。また、実行率モデルにおいても、「意図強度ダミー」か「意図頻度率」のどちらか一方しか、有意な変数として導入されなかった。その他の要因としては、習慣を表す「MT 利用有ダミー」、個人属性である「60 歳以上ダミー」がモデル 2)~5)に有意な変数として導入される。つまり、MT 利用習慣を有している方ほど、また 60 歳以上の入ほど、行動-意図一致率、実行率が高くなるといえる。

以上より、私用目的のトリップでは、行動-意図一致率や実行率に影響を与えるとして要因を特定するのは容易でない。また、モデルの適合度も低いことから、通勤・通学目的と比較して、個々人の転換行動をこの方法から予測することは難しいと考えられる。また、行動意図計測から実行頻度調査までが約 2 ヶ月間と短期間であり、交通する期間と機会そのものが少なかったこともその一因として考えられる。

## 5. BI 法を適用した需要予測

### (1) 予測方法と予測対象の選定

本研究における需要予測の対象は、起点が旧西合志町、終点が熊本市内であるトリップに限定する。これは、この間の OD が熊電利用需要の主要部分であること、また、BI 法による需要予測結果を、従来



法による予測結果と比較することに主眼を置いているためである。

熊電の利用需要を予測する方法を以下に述べる。まず、本計画案が実施された場合、熊電のサービスレベルが向上するため、現在の熊電利用需要が減少することはないと仮定する。したがって、計画案の実施に伴って、新たに熊電を利用する需要を予測し、現利用需要に加えることで、計画案実施時の熊電利用需要を予測する。新たな需要として加えられるのは、1)交通手段転換需要、2)誘発交通需要である。2)は、計画案の実現に起因する都心方面への交通機会の増加であり、これは、トリップ頻度の増加（需要の増加）と目的地変更（都心部ゾーンへの分布交通量の増加）による需要で構成されるが、本分析において識別しない。1)では、対象地域の特性を考慮して、自動車からの転換、バスからの転換のみを対象とする。

交通目的別の予測対象を表-9に示す。通勤・通学目的は1)のみ、業務目的はすべて対象外とする。一方、私用目的は1)と2)の両方を対象とするため、図-10に示すアルゴリズムに従って転換需要、誘発需要を推計する。つまり、誘発需要推計の対象者は、1)現在対象交通（都心方面への交通）がない人、2)現熊電利用者、3)バス・自動車から転換が生じる人である。なお、私用目的の転換需要、誘発需要の

表 - 9 交通目的別予測対象

	1)交通手段転換需要		2)誘発交通需要
	バスから	自動車から	
通勤・通学			×
私用			
業務	×	×	×

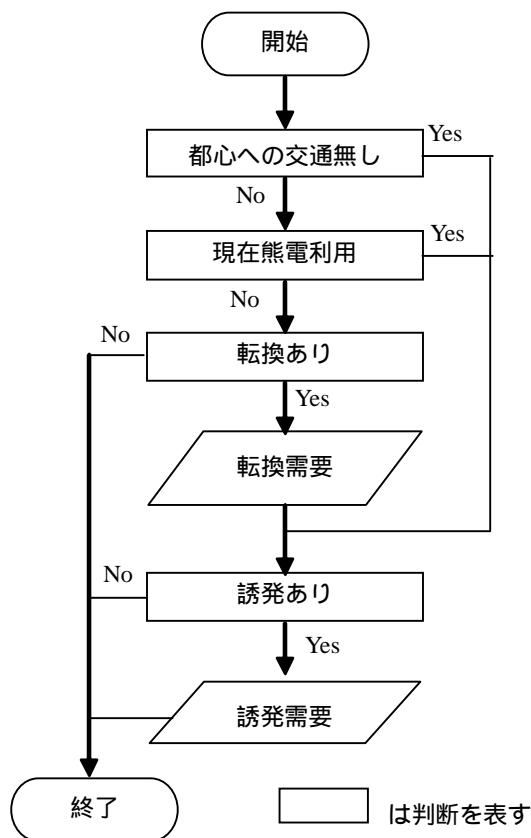


図 - 10 私用目的の需要推計アルゴリズム

対象は、目的地が都心部であるトリップに限定した。

## (2) 行動意図の計測

### a) 調査の概要

旧西合志町全域を対象に、平成18年10月に「より良い交通のあり方を考える調査」という行動意図計測のための調査(以下、BI調査と記す)を行った。本調査は、それぞれ通勤・通学目的、私用目的を対象とする通勤・通学票、日常交通票の2種類の調査票から構成される。調査対象者は、通勤・通学票が世帯内で熊本市内に通勤・通学をしている構成員、日常交通票は中学生以上の世帯構成員全員とした。各世帯の配布票数は、通勤・通学票が最大3通、日常交通票は世帯構成員数である。各調査票の調査内容を表-10に示す。

本調査では、既存研究に従って、「情報提供」群と「非情報提供」群を導入した。「情報提供」群には、計画案の詳細な情報を提供し、行動プランの作成を要請した。「情報提供」群に提供した情報は、「熊本電鉄のLRT化計画について」というパンフレットと、両面にそれぞれ、「LRT化後の熊電、熊電バスの計画路線網」、「現行とLRT化計画案の熊電バス系統と運行本数(平日)の比較」を記載した路線図である。パンフレットには、計画案実現時に、最寄駅・バス停から主要駅(電停)・バス停までの利用可能な経路、所要時間、料金、運行本数、及び、利用可能駅の駐車場・駐輪場の整備計画を、被験世帯に固有のオーダーメイドした情報を記載した。パンフレットの記載事項の詳細を表-11に示す。一方、「非情報提供」群には、計画案の概要を記したリーフレットのみを提供し、行動プランの作成は要請してい

表 - 10 各調査票の調査内容

通勤・通学票	日常交通票
1)個人属性 ・性別、年齢、職業 2)行動プラン(「情報提供」群のみ) 3)LRTを使った通勤・通学経路に対する知覚行動制御性 4)現在の通勤・通学実態 ・頻度、交通手段、所要時間 5)転換意図(強度・頻度)	1)個人属性 ・性別、年齢、公共交通利用習慣 2)行動プラン(「情報提供」群のみ) 3)LRTを使って都心部に出かける経路に対する知覚行動制御性 4)現在の都心部への交通状況 ・頻度、交通手段、所要時間 5)転換意図(強度・頻度) 6)誘発意図(強度・頻度)

表 - 11 「情報提供」群に提供したパンフレット記載内容

1)LRT化計画案の概要 2)「LRTとは？」 ・説明、特長、写真 3)フィーダーバスとは？ ・説明、特長、熊本電鉄のバス路線網再編計画案 4)LRT化計画案が実現すると... ・バス・現行の熊電との所要時間比較 ・運行計画(運行時間帯、運行間隔) 5)定期旅客運賃はこうようになります ・定期通勤・通学運賃(電車・バス両方で使用可能) 6)あなたのお宅から熊本市方面に出かけるには？(オーダーメイド) ・最寄駅・バス停から主要駅(電停)・バス停までの利用可能な経路、所要時間、料金、運行本数 ・利用可能駅の駐車場・駐輪場の整備計画
--

表 - 1 2 各調査票の回収状況

	情報提供	非情報提供	計
世帯数	236	316	552
通勤・通学票	123	194	309
日常交通票	459	546	1,005

ない。それぞれに提供したパンフレット・路線図やリーフレットは付録として添付する。

本調査は、H17年の8～12月に同地域で行った一連の継続的なMM調査の最後のステップという位置付けで、継続調査に協力してくれた912世帯を対象として行った。調査票は、合志市（H18年2月、旧西合志町と旧合志町が合併して誕生）から郵送配布し、郵送回収した。「情報提供」群と「非情報提供」群は、対象世帯を住所の番地順に並べ、交互に両群に振り分けて、各群456世帯とした。調査票の回収状況を表-12に示す。回収世帯数は552世帯で、回収率は60.5%であった。なお、回収世帯数は、旧西合志町全世帯約10,800世帯<sup>8)</sup>の5.1%に当たる。

b)調査結果の集計分析

1)通勤・通学票の分析

まず、通勤・通学時の現利用交通手段の割合を図-11に示す。自動車が4割強、熊電が約25%、バスが1割強であり、「情報提供」群、「非情報提供」群の両グループ間の差は、ほとんど見受けられない。

次に、LRTを利用した通勤・通学経路に対する現バス利用者、自動車利用者別の知覚行動制御性を図-12に示す。これによると「非常に便利」と「便利」を合わせた割合は、バス利用者の約75%、自動車利用者の約45%である。また、バス利用者、自動車利用者ともに、「情報提供」群よりも「非情報提供」群の方が便利と評価する人の割合が高い。これは、「非情報提供」群がLRT化後のサービス水準を過大認知しているためと考えられる。

現利用交通手段別の転換意図を図-13に示す。バス利用者では、約4割が「意図\_強」、5割弱が「意図\_弱」で、全体の9割弱が「意図あり」である。一方、自動車利用者では、1割強が「意図\_強」、約25%が「意図\_弱」で、全体の約35%が「意図あり（意図\_強と意図\_弱の合計）」である。バス利用者では、「情報提供」群の方が「意図\_強」、「意図あり」ともその割合が高くなっている。これは、知覚行動制御性とは逆の結果となっており、「情報提供」群の被験者の方が、直通バスのほとんどが廃止されてフィーダー化されることをより明確に認知して、行動意図を形成したためと考えられる。一方、自動

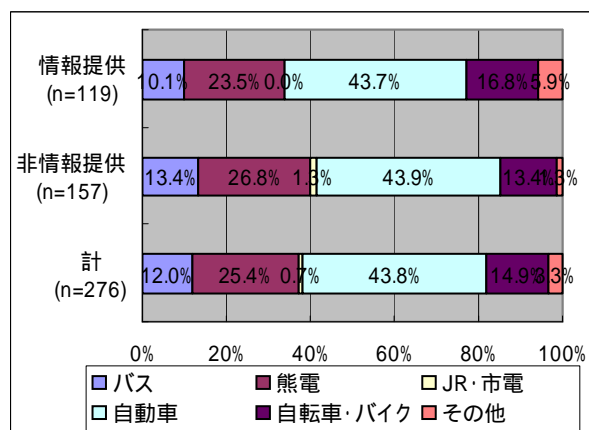


図 - 1 1 通勤・通学目的の現利用交通手段

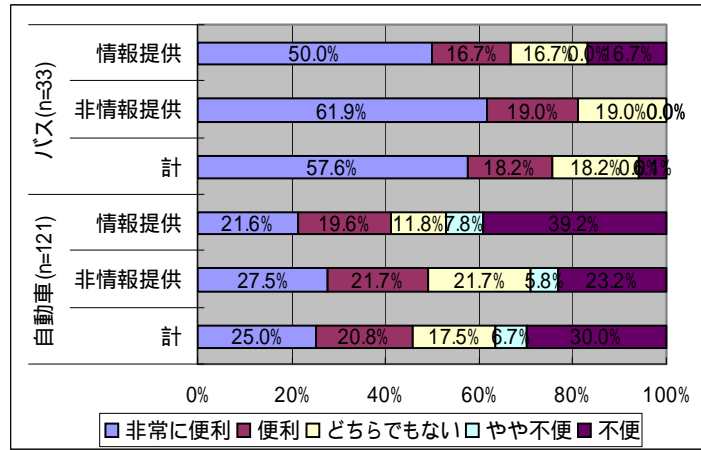


図 - 1 2 通勤・通学目的の現利用交通手段別のLRTを使った経路に対する知覚行動制御性

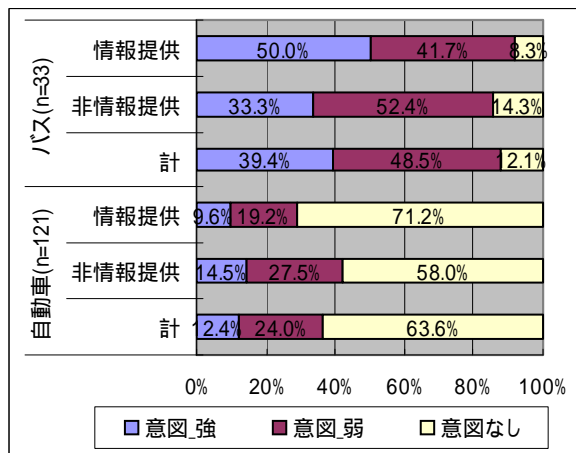


図 - 1 3 通勤・通学目的の現利用交通手段別転換意図

車利用者は、「非情報提供」群の方が「意図\_強」,「意図あり」ともに、その割合が高くなっている。これは、知覚行動制御性が行動意図に反映された結果であると考えられる。

2) 日常交通票の分析

まず、私用目的の現利用交通手段の割合を図 - 1 4 に示す。自動車が4割強、熊電が約35%、バスが2割弱であり、両グループ間の差は、バスの割合に若干の差がある程度である。

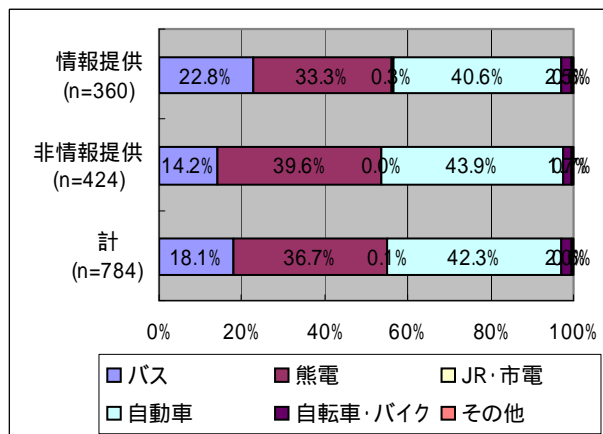


図 - 1 4 私用目的の現利用交通手段

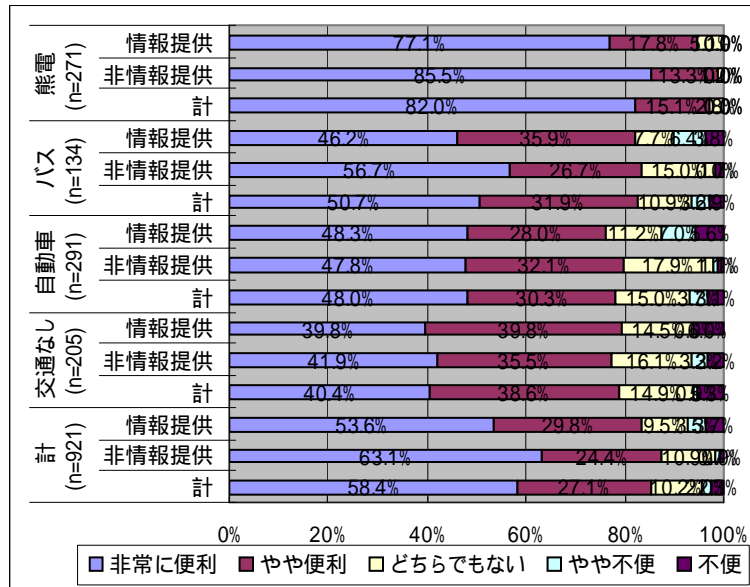


図 - 1 5 私用目的の現利用交通段別のLRTを使った経路に対する知覚行動制御性

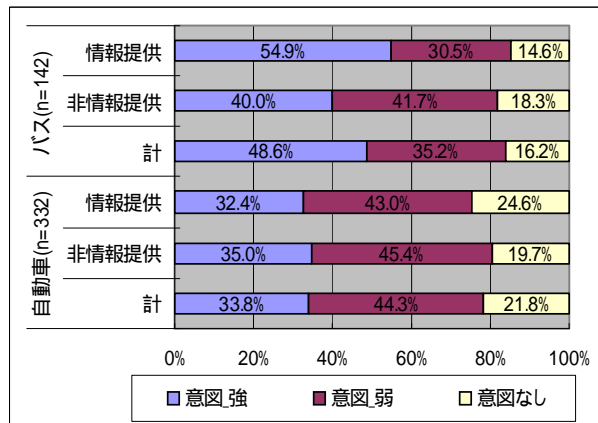


図 - 1 6 私用目的の現利用交通手段別転換意図

次に、LRTを利用して都心部に出かける経路に対する現利用交通手段別の知覚行動制御性を図 - 1 5 に示す。これによると「非常に便利」の熊電利用者は約8割であるのに対して、その他は約5割である。しかし「やや便利」まで含めると約8割の人がLRTの便利さを評価している。また、熊電利用者とバス利用者では、「情報提供」群よりも「非情報提供」群の方が便利と感じている人の割合が高い。

次に、現利用交通手段別の転換意図を図 - 1 6 に示す。バス利用者では5割弱が「意図強」、約35%が「意図弱」で約85%が「意図あり」である。一方、自動車利用者は、3割強が「意図強」、約45%が「意図弱」で8割弱が「意図あり」である。「情報提供」群と「非情報提供」群を比較すると、通勤・通学目的同様、バス利用者では「情報提供」群の方が転換意図が高くなっている一方、自動車利用者では「非情報提供」群の方が転換意図が高くなっている。

最後に、現利用交通手段別の誘発交通に対する意図を図 - 1 7 に示す。これによると、現在都心部への交通を行っていない「交通なし」の約45%が「意図強」、4割強が「意図弱」で、9割弱が「意図あり」となっている。これは、他の交通手段利用者と比べてかなり高いことがわかる。全体では、3割弱が「意図強」、4割強が「意図弱」で、約7割が「意図あり」である。また、「交通なし」を除く、す

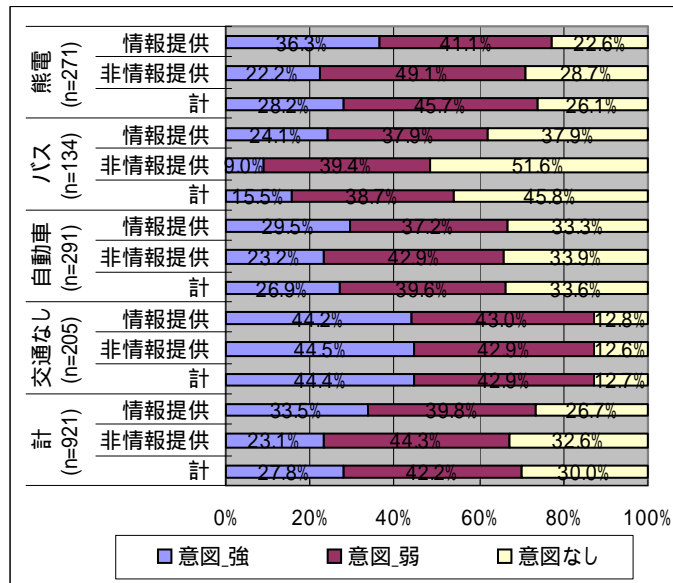


図 - 17 私用目的の現利用交通手段別の誘発意図

すべての交通手段で、「情報提供」群の方が、「意図強」、「意図あり」ともに、その割合が高くなっており、誘発に関しては「情報提供」群の方が意図が高いという結果が得られた。

### (3) 行動-意図一致率の設定

行動-意図一致率は、本 MM 調査の成果に加え、みなとみらい線での適用事例を基に設定する。参考として、行動に対する意図から実際の行動を予測する上での、LRT 化計画案と比較したみなとみらい線、および MM 調査の特徴を表-5.5 に示す。まず、転換や誘発に対する「行動変容方法」は、BI 法を適用する LRT 化計画案とみなとみらい線がともに新規サービス(サービス向上)であるのに対して、MM 調査は道德意識、知覚行動制御性の向上への働きかけが主である。次に、「知覚行動制御性」については、行動意図計測時にどの程度対象交通のサービス水準を認知できているかを比較する。行動意図計測時点で、LRT 化計画案は実現が決定していない。一方、みなとみらい線では、開業の2ヶ月前に行動意図を計測している。また、MM 調査は現存するサービスを対象としており、知覚行動制御性は LRT 化計画案、みなとみらい線、MM 調査の順に高くなると考えられる。最後に、「対象路線・地域」については、LRT 化計画案と MM 調査が熊電を対象としており同じである。以上を踏まえ、本計画案に対する行動-意図一致率の設定方法としては、行動変容方法が同じであるみなとみらい線での値を基本として、地域特性等の行動-意図一致性に影響を与える要因を MM 調査から取り込むこととする。また、本計画案とみなとみらい線を比較すると、本計画案は、時刻表など詳細な計画が決定していないために知覚行動制御性が低いことに加え、計画案の実現が決定していないために、実現を助けるような結果を出そうとする行動意図のバイアスが掛かることも考えられる。よって、「意図あり」に対して、みなとみらい線よりも少し低めの行動-意図一致率を設定することとする。

みなとみらい線では、開業後のアンケート調査から個人ベースでの行動-意図一致率の算出を行っており、推定値でなく実績値である。交通手段転換に対する一致率を表-13 に示す<sup>7)</sup>。一致率としては、MM 調査と同様に、各サンプルの一致率の平均値(「実行なし」も含む)である「平均値」と、意図の有無と実行の有無が一致したサンプルの割合である「シェア」で示す。この結果から得られている知見

表 - 1 3 みなとみらい線での行動-意図一致率の算出結果

			電車からの転換		自動車からの転換			
					現在鉄道利用		現在鉄道非利用	
			情報提供	非情報提供	情報提供	非情報提供	情報提供	非情報提供
通勤通学	意図_強	平均値	68.2%	68.3%	-	-	32.3%	123.4%
		シェア	63.7%	69.7%	41.7%	55.6%	38.9%	55.6%
		サンプル数	334	297	12	9	18	18
	意図_弱	平均値	78.6%	53.9%	-	-	46.2%	23.0%
		シェア	70.2%	35.0%	66.7%	0.0%	38.5%	33.3%
		サンプル数	114	103	6	2	13	9
意図なし	平均値	-	-	-	-	-	-	
	シェア	80.3%	85.6%	50.0%	45.5%	59.6%	89.1%	
	サンプル数	295	299	18	11	57	64	
私用	意図_強	平均値	72.9%	82.7%	-	-	52.8%	106.0%
		シェア	59.3%	66.7%	52.4%	88.9%	25.0%	100.0%
		サンプル数	86	63	21	36	8	4
	意図_弱	平均値	240.2%	67.2%	-	-	54.2%	104.7%
		シェア	38.5%	41.5%	35.0%	55.0%	57.1%	66.7%
		サンプル数	26	41	20	20	7	6
意図なし	平均値	-	-	-	-	-	-	
	シェア	62.7%	76.4%	43.9%	76.8%	100.0%	100.0%	
	サンプル数	51	55	41	56	5	12	

「自動車からの転換」の「現在鉄道利用」については、鉄道、自動車からそれぞれどのくらい転換したのかが不明なため、平均値は算出していません。

を以下にまとめる。

- 1) 「意図\_強」の方が「意図\_弱」よりも一致率は高い。
- 2) 自動車からの転換では、「現在鉄道利用」の人の方が一致率は高い
- 3) 「意図なし」でもかなりの人が転換している。
- 4) 「情報提供」群と「非情報提供」群の一致率に差があるとは言えない。

知見 4)より、「情報提供」群と「非情報提供」群の行動-意図一致率は、基本的に同じ値に設定することとする。しかし、「情報提供」群よりも「非情報提供」群の利用意図の方が高い場合は、「非情報提供」群が LRT 化後のサービス水準を過大認知していると考え、「非情報提供」群の一致率を「情報提供」群よりも低く設定することとする。以上の検討に基づいて、LRT 化計画案に対して設定した行動-意図一致率を表 - 1 4 に示す。以下、各対象交通別に述べる。

#### 1) バスからの転換

バスからの転換は、みなとみらい線での「鉄道からの転換」を参考にして設定する。しかし、本計画案ではフィーダーバス路線網への再編により、現在の都心部への直通バスは大半がフィーダーバスとなる。計画案では、旧西合志町を走る現在の都心部への直通バス 3 系統上下約 200 本のうち、直通として存続するのは 1 系統 25 本のみである。結果として、現バス利用者は、交通を取りやめるか、自動車に転換しない限り、ほとんどの人が、必然的に LRT を利用することになる。よって、「意図あり」の一致率は、みなとみらい線における「鉄道からの転換」よりも高く設定した。「意図なし」の一致率（「実行なし」となる確率）は 75% とする。また、「情報提供」群と「非情報提供」群では、通勤・通学、私用目的ともに「情報提供」群の方が転換意図が高いため、両群の一致率は同じ値とする。

#### 2) 自動車からの転換

通勤・通学目的では、MM 調査から推定されたモデルの中で最も精度の高い表 - 7 の 2) 行動-意図一

表 - 14 LRT 化計画案に対する行動-意図一致率の設定

		交通手段の転換				誘発交通				
		バスからの転換	自動車からの転換							
			MT 利用あり ~ 60 歳	MT 利用なし 60 歳 ~	MT 利用あり ~ 60 歳	MT 利用なし 60 歳 ~	MT 利用あり ~ 60 歳	MT 利用なし 60 歳 ~	MT 利用あり ~ 60 歳	MT 利用なし 60 歳 ~
通勤通学	意図_強	95%	<b>行動-意図一致率モデル</b>				-	-	-	-
	意図_弱	80%					-	-	-	-
	意図なし	75%					95%	95%	-	-
私用	意図_強	95%	30%	40%	25%	35%	20%	30%	15%	25%
	意図_弱	80%	25%	35%	20%	30%	15%	25%	10%	20%
	意図なし	75%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%

「意図あり」の「自動車からの転換」の「非情報提供」群については、記載より 5%低い値とする。

致率モデルを BI 調査の「意図あり」のサンプルに適用した結果、算出された一致率の平均値が 23.5% となった。これは、みなとみらい線での値に比べ、やや低い値となっている。しかし、通勤・通学目的では、安全側を示すこのモデルを適用して各サンプルの行動-意図一致率を設定する。一方、私用目的では精度の高いモデルを推定することができなかつたため、モデルに導入された要因によってセグメント分類し、それぞれのセグメントに対する一致率を設定することとする。MM 調査では、表 - 8 の私用目的の行動-意図一致率モデルにおいて、「MT 利用習慣の有無」、「60 歳以上ダミー」が導入されている。さらに、既存研究より「意図強度」も行動-意図一致性に影響する要因として考えられるため、以上の 3 つの要因によってセグメント分類し、その一致率を設定した。なお、「情報提供」群と「非情報提供」群を比較すると、「非情報提供」群の利用意図の方が高く、これは、「非情報提供」群が LRT 化後のサービス水準を過大認知して行動意図を形成しているためと考えられるため、「非情報提供」群の行動-意図一致率は、「情報提供」群の値よりも一律に 5%低い値とする。また、「意図なし」については、すべて 95% に設定する。

### 3) 誘発交通

みなとみらい線での事例では、誘発需要に対する一致率を独立に算出することはできない。よって、表 - 15 に示したみなとみらい線での事例において事前に設定された一致率に、MM 調査の分析を加味して設定した。みなとみらい線での事例では「鉄道利用の有無」と「意図強度」によってセグメント分類されている。それに加えて、MM 調査から「60 歳以上・未満」によっても一致率に差があることが明らかになっているため、「MT 利用習慣の有無」、「意図強度」、「60 歳以上・未満」によってセグメント分類した。各セグメントに対する一致率の値は、みなとみらい線での設定値より低めに設定した。「情報提供」群と「非情報提供」群については、「情報提供」群の誘発意図の方が高いため、両グループの

表 - 15 みなとみらい線における誘発に対する行動-意図一致率設定値

	現在鉄道利用		現在鉄道非利用	
	情報提供	非情報提供	情報提供	非情報提供
意図_強	40%	35%	20%	15%
意図_弱	30%	25%	15%	10%
意図なし	95%	95%	95%	95%



一致率は同じ値とする。さらに、「意図なし」の一致率は95%に設定する。なお、「意図なし」の誘発需要は、「意図あり」の意図頻度の平均値に行動-意図不一致率5%を掛けることによって求めることにする。

#### (4) 拡大・集計化方法

まず、回答結果から得られる対象交通頻度、利用意図頻度率、表-14で設定した行動-意図一致率を式(1)に代入することにより、個々人の利用頻度の期待値が算出される。次に、従業人口や居住人口のデータを用いて各個人を拡大する。最後に、それを集計化することにより、熊電の利用需要を予測する。ここで、これらの予測作業は、「情報提供」群と「非情報提供」群を独立に行う。

通勤・通学目的の調査対象は、熊本市内に通勤・通学を行っている人である。よって、転換需要予測では、旧西合志町から熊本市内への通勤・通学トリップを基に拡大係数を設定する。第3回熊本都市圏PT調査(H9)の出発地が旧西合志町、目的地が熊本市内である交通手段別OD需要に対するBI調査の現利用交通手段別の抽出率を表-16に示す。これによると、自動車の抽出率がバス、熊電と比較してかなり低いことがわかる。これは、熊本市中心部から離れた、MTを利用しにくい場所に通勤・通学先がある人からの調査票回収率が低いためと考えられる。このような人は熊電に転換する可能性が低いと考えられるため、熊本市内全域を目的地とするトリップを母集団として拡大すると、自動車からの転換需要が過大となることが予想される。よって、母集団をPT調査でMT(バス・熊電)利用トリップが存在するCゾーン単位のOD需要に限定した。その結果、自動車からの転換需要予測の母集団は2,177トリップとなった。通勤・通学目的の転換需要予測のための拡大係数を表-17に示す。

私用目的の調査対象は中学生以上の全員であり、対象トリップは熊本市中心部へのトリップであるため、自動車利用者はすべて熊電への転換可能と考えることができる。よって、転換需要予測に対する拡大係数を交通手段別に設定するのではなく、Cゾーン単位の居住人口によって設定することとする。また、誘発需要予測に対しても、同様の方法で拡大する。ゾーン別の拡大係数を表-18に示す。なお、居住人口はH9年PT調査データ<sup>9)</sup>を用いる。

表-16 PT調査に対するBI調査の抽出率

	自動車	バス	熊電
BI調査サンプル数	121	33	70
PT調査OD交通量	3591	390	471
抽出率	3.4%	8.5%	14.9%

表-17 通勤・通学目的の拡大係数

	自動車からの転換		バスからの転換	
	情報提供	非情報提供	情報提供	非情報提供
BI調査サンプル数	52	69	12	21
母集団(トリップ)	2177		390	
抽出率	2.4%	3.2%	3.1%	5.4%
拡大係数	41.9	31.6	32.5	18.6

表 - 18 私人目的の拡大係数

	拡大係数 (サンプル数)				居住人口
	情報提供		非情報提供		
上生	-	(0)	-	(0)	335
合生	102.4	(16)	48.2	(34)	1,639
野々島	142.4	(22)	78.3	(40)	3,132
御代志	50.4	(74)	55.6	(67)	3,727
須屋	50.8	(345)	43.7	(401)	17,537
計	57.5	(459)	48.3	(546)	26,370

## 6. 利用需要の予測結果と考察

### (1) 利用需要予測結果

LRT化後の熊電の各種利用需要予測結果を表-19に示す。利用需要は1ヶ月当たりの需要で算出される。これを従来法での予測結果と比較するために平日1日あたりの需要に換算する。通勤・通学目的は、週に5日通勤・通学し、1ヶ月を30日と仮定することで、1ヶ月あたりの通勤・通学頻度を5(日) \* (30/7)(週) = 21.4(回)として換算した。私人目的は、現在の私人目的の熊電利用需要(H18年6月の利用実態調査より)が平日約560トリップ、休日約1,330トリップであることから、1ヶ月当たり平日22日、休日8日として、その比率に従って平日と休日に配分した。なお、従来法はPT調査を基に予測しているため、平日1日当たりの需要に相当する。

以上により算出した平日1日当たりの、従来法による転換需要に対するBI法の転換需要の比率を図-18に示す。通勤・通学目的のバスからの転換需要では従来法の0.84~0.88、自動車からの転換需要では1.96~2.55、私人目的のバスからの転換需要では3.39~4.90、自動車からの転換需要では3.24~3.27となり、すべての転換需要の合計では1.69~1.80である。また、誘発交通需要については、両グループ

表 - 19 熊電利用需要予測結果

交通目的	需要の種類	単位	BI法		従来法
			情報提供	非情報提供	
通勤通学	バスからの転換	トリップ/月	5,547	5,325	-
		トリップ/平日	259	249	295
	自動車からの転換	トリップ/月	3,891	5,069	-
		トリップ/平日	182	237	93
私人	バスからの転換	トリップ/月	12,664	8,766	-
		トリップ/平日	309	214	63
	自動車からの転換	トリップ/月	5,501	5,441	-
		トリップ/平日	134	133	41
転換需要計		トリップ/平日	884	832	492
私人	誘発交通	トリップ/月	16,335	12,389	-
		トリップ/平日	398	302	-
増加需要計		トリップ/平日	1,283	1,134	492

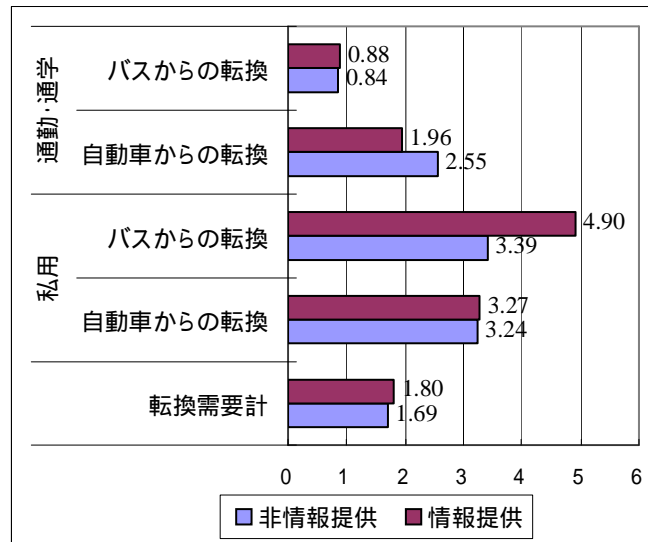


図 - 18 従来法に対する BI 法の転換需要比率

それぞれ平日 1 日当たり 398 トリップ, 302 トリップとなり, 転換需要に誘発需要を加えた LRT 化後の熊電利用増加需要は, 「情報提供」群が 1,283 トリップ, 「非情報提供」群が 1,134 トリップとなる。これらは, 現在の旧西合志町を出発地, 熊本市内を目的地とする熊電利用需要が 651 トリップ (H9 年 PT 調査) であるため, それぞれその 1.97 倍, 1.74 倍に相当する。さらに, 「情報提供」群と「非情報提供」群との比較では, 通勤・通学目的の自動車からの転換需要では「非情報提供」群の方が多くなっているが, その他では「情報提供」群の方が多くなっている。

## (2) 従来法による予測結果との比較分析

従来法では, RP モデルによって自動車と MT への交通機関分担を行い, 分担された MT の OD 需要を一般化費用による確率配分により LRT 化後の MT ネットワークへ配分することによって LRT 化後の熊電利用需要を予測している。つまり, 転換に対する行動意図から導出される BI 法に対して, 従来法では, LRT 化前後でのバス・自動車と熊電との LOS の差によって転換需要が導出される。

BI 法と従来法により算出された転換需要の差を詳細に分析するため, BI 調査において現在自動車利用であり, かつ従来法の手段選択モデル推定時のサンプルでもある個人の, BI 法による転換率と従来法の RP モデルから予測される転換率を, 通勤・通学目的, 私用目的別に比較したものを図 - 19 と図 - 20 に示す。なお, RP モデルによる転換率は, LRT 化前後でのサービス水準に対応した手段選択確率の予測値の差から次式により算出する。

$$\text{転換率}(\%) = \frac{\text{現況の自動車選択確率} - \text{LRT 化後の自動車選択確率}}{\text{現況の自動車選択確率}} \quad (3)$$

通勤・通学目的, 私用目的それぞれの BI 法, RP モデルによる転換率の平均値は, 通勤・通学目的が 12.9% と 11.4%, 私用目的が 11.0% と 37.0% であり, 相関係数はそれぞれ 0.48, 0.21 となった。

まず, 通勤・通学目的に対して考察する。相関は低いものの, BI 法と RP モデルによる転換率の平均値はほぼ等しい。それにも関わらず, BI 法の転換需要推計値は「情報提供」群で約 2.0 倍, 「非情報提

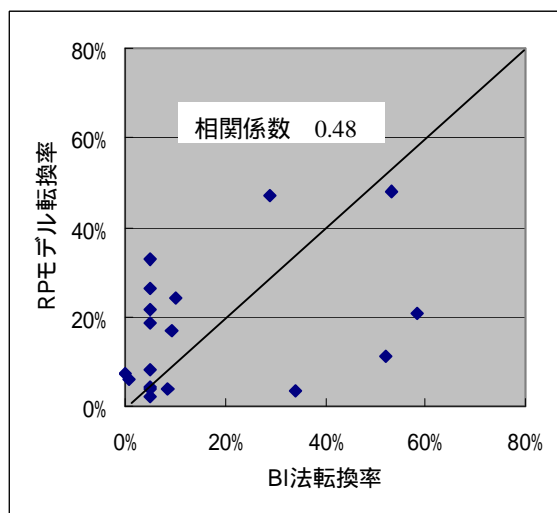


図 - 1 9 通勤・通学目的の BI 法と RP モデルの自動車からの転換率の比較

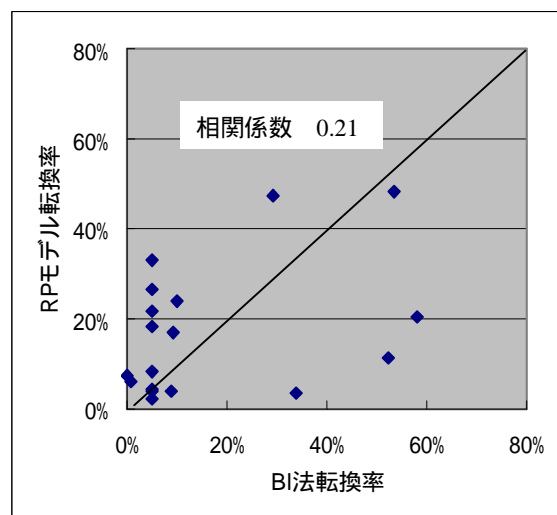


図 - 2 0 私用目的の BI 法と RP モデルの自動車からの転換率の比較

供」群で約 2.5 倍であった。この原因として考えられるのは、集計化の方法である。RP モデルでは、各サンプルが属する母集団を C ゾーン単位の OD 需要として、数え上げ法によって集計化しているため、LRT 化によって LOS が大きく改善する OD ペアに属するサンプルが多くなっても、転換需要はほとんど変わらない。また、サンプルが存在しない OD 需要は転換需要の対象トリップと成り得ない。一方、BI 法では、母集団を旧西合志町から熊本市内への現自動車利用トリップとしているため、そのすべてを母集団として拡大係数を算出し、それを各個人に与えている。そのため、LOS が大きく改善される OD ペアにサンプルが偏ってしまうと、それに伴って転換需要も増加する恐れがある。前述したように、本分析では、現在 MT 利用トリップが存在する OD 需要のみを母集団としているが、それでも過大である恐れはある。

次に、私用目的について考察する。BI 法と RP モデルの相関係数は通勤・通学目的のそれよりもさらに低い。これは、私用目的は、行動-意図一致性に影響を与えるとして特定化された要因が少なく、行動予測が難しいことから当然であると思われる。また、転換率の平均値も 11.0%と 37.0%と、RP モデルに比べて BI 法の方がかなり小さく予測される。それにも関わらず、BI 法の転換需要推計値は「情報

提供」群，「非情報提供」群ともに約 3.2 倍であった。これには，通勤・通学目的と同様の集計化方法の違いの他に，私用目的はトリップベースではなく，居住人口で拡大しているため，サンプリングによっては，転換対象である都心部への現自動車利用交通量が従来法と異なっている可能性がある。また，BI 法では 1 ヶ月当たりの転換需要を推計し，それを平日と休日に配分しているため，休日のみしか都心部に出かけない人も平日，休日両方の需要に反映される。さらに，BI 調査では，現在の都心への交通状況として，主な利用交通手段のみを調査しており，交通手段毎の頻度は尋ねていない。しかし，「自動車」と回答した人の中に，多少は MT を利用している人も含まれていることが予想され，これが影響していることも考えられる。

バスからの転換需要については，通勤・通学目的では，従来法よりも BI 法の予測値の方が低いのに対して，私用目的では，BI 法の予測値の方がかなり高い。この原因に関しても，自動車からの転換需要と同様に，BI 法の拡大・集計化方法が交通目的別で異なることが影響していると考えられる。

以上より，従来法と BI 法による需要予測値の差には，拡大・集計化方法の違いが大きく影響していると考えられる。今後は，両手法の拡大・集計化方法をさらに詳しく分析することにより，必要ならば，BI 法の拡大・集計化方法を修正することが考えられる。

## 7. おわりに

本章の成果を簡単に以下にまとめる。

- 1) 熊本電鉄 LRT 化計画案に BI 法を適用することで LRT 化後の熊本電鉄の利用需要を予測した。
- 2) MM 調査において，「対象行動の実行計画の非現実性」や「楽観バイアスと対象行動の実行困難性」を表すと考えられる「自動車と MT との LOS の差」，地域特性と考えられる「年齢階層」が確認されたため，BI 法適用の際に行動-意図一致性に影響を与える要因として導入した。
- 3) 従来法による予測結果とサンプルベースでの比較を行った結果，拡大・集計化方法の違いによって両手法の需要予測値に差が生じていることが判明した。

以下では，今後，新規交通施策に対して BI 法を適用する上で検討すべき課題について述べる。まず，行動-意図一致率の設定における検討事項として以下の 2 点が挙げられる。

- 1) 移転可能性：BI 法は行動意図を直接計測するという外挿予測法であるが，行動-意図一致率は計測不能であるため，既存の知見やデータを援用するという「内挿」の方法に頼らざるを得ない。本研究では，MM 調査から得られたモデルを BI 法での一致率予測にそのまま適用しているが，この場合，2.2 で述べた需要と環境との関数関係が普遍であると仮定する内挿予測法の問題点がある。例えば，行動-意図一致率モデルの変数として「乗換回数」が導入されているが，これは，現在と LRT 化後の乗り換えが行動-意図一致率に与える影響が等しいことを仮定している。しかし，フィーダーバス路線網への再編に伴い，乗り換え負担の軽減や通しの料金体系が実現した場合，この仮定が保たれるかはわからない。よって，既存の事例（本研究ではみなとみらい線での事例と MM 調査）から得られた一致率予測に関するデータを，予測対象である新規交通施策にそのまま適用して良いのか，また，どのように取り入れれば良いのか，という移転可能性についての実証分析が必要となる。
- 2) 調査実施時期：BI 調査の実施時期は，どの時点で行動意図を計測するのかを意味し，行動-意図一致率に影響を与えられる。例えば，みなとみらい線での事例では，開業の 2 ヶ月前に行動意図を計測している。しかし，通常，需要予測を行う時期は，計画案実施の検討段階である。本 LRT 化計画案

も現在事業化するか否かの検討中である。そのため、行動意図に計画の実現を助けるような行動意図のバイアスが含まれる可能性や、みなとみらい線では確認されなかった「情報提供」群と「非情報提供」群の行動-意図一致率に差があることも考えられる。

以上のような検討事項を踏まえて、精度の高い行動-意図一致率の設定を行うためには、さらなる新規交通施策の需要予測に対する BI 法の適用事例と、その交通環境創出後の実際の行動結果から得られる実際の一致率の検証を積み重ねることが必要である。また、それ以外にも BI 法を適用する上で以下の課題が挙げられる。

- 1) サンプルング方法：当然であるが、BI 法では母集団からランダムサンプルングしなければ、そのまま拡大した場合に精度の高い予測ができない。本研究における BI 法の調査対象は、MM 調査の継続調査に協力してくれた世帯である。しかし、MM 調査に協力してくれた世帯は、MT に対する意識が高く、利用頻度も高いと考えられることから、母集団からのランダムサンプルングになっているとは言えない。また、たとえランダムにサンプルングしても、すべての調査対象母集団から均等に回答が得られなければ、回答者が対象とする交通や新規交通施策に対する関心が高い人に偏ってしまうので、こうした対象から得られたデータをそのまま拡大すると過大予測につながる恐れがある。よって、調査対象のランダムサンプルングを行い、調査票の回収率を上げる努力を行うか、または、ランダムサンプルングが出来ない事実を考慮し、予測段階でバイアスの除去などによって過大予測を防ぐことが必要である。
- 2) 調査設計上の問題：本研究の BI 調査では、回答者の負担を考慮して、現在の利用交通状況において、主な利用交通手段のみを尋ねており、交通手段毎の利用頻度は尋ねていない。そのため、6.2 で述べたように自動車利用者でも MT 利用が含まれており、それが予測値に影響していると思われる。しかし、設問をあまり細かくしてしまうと、回答者の負担となり、測定誤差を生む可能性があるため、合理的な調査設計は重要である。

#### 参考文献

- 1) 溝上章志, 橋内次郎, 斉藤雄二郎: 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, 土木学会論文集 D, Vol.63, No.1, PP.1-13, 2007.
- 2) 藤井聡: 行動意図法 (BI 法) による交通需要予測: 新規バス路線の“潜在需要”の予測事例, 土木計画学研究・論文集, 20(3), PP.563-570, 2003.
- 3) 北村隆一, 森川高行, 佐々木邦明, 藤井聡, 山本俊行: 交通行動の分析とモデリング, 技法堂, PP.35-52, 2002.
- 4) 藤井聡, トミー・ヤーリング: 交通需要予測における SP データの新しい役割, 土木学会論文集, No.723/IV-58, pp.1-14, 2003.
- 5) 藤井聡: 行動意図法 (BI 法) による交通需要予測の検証と精緻化, 土木学会論文集, No.765/IV-64, pp.65-78, 2004.
- 6) 遠藤弘太郎, 近藤真哉, 新倉淳史, 土居厚司, 藤井聡, 兵頭哲朗: 行動意図法 (BI 法) による鉄道新線需要予測への適用事例, 土木計画学研究・論文集, No.23-2, 2006.
- 7) (財)運輸政策研究機構: 鉄道整備等基礎調査 需要予測手法の改善と活用方策に関する調査報告書, 2005.
- 8) 旧西合志町ホームページ [http://portal.kumamoto-net.ne.jp/town\\_nishigoushi/](http://portal.kumamoto-net.ne.jp/town_nishigoushi/)
- 9) 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 (将来の都市構造・将来予測編), 1999.

## 第 7 章

## 結 論

## 第7章 結論

第2章では、熊本市の北部に位置する植木町を中心としたバス路線群のバス乗降調査を実施し、その結果をバスサービスの供給水準や利用実態を表したバスネットワーク図に示した。そして、そのバスネットワーク図を用いて対象バス路線群の再編の方向性を探った。また、利用実態を通して複数市町村に跨る赤字バス系統への現在の補助分担方法の問題点を検証した。

利用実態から対象としたバス路線群の再編の方向性を以下にまとめる。

- 1) 熊本市から植木町を経由する荒尾市・玉名市方面のバス路線は実際の利用実態と比較して運行距離が長すぎるきらいがあり、また、熊本市・荒尾市間および熊本市・玉名市間の都市間輸送はJR線と競合もしている。都市間交通としての機能はJRに委ね、JRとの乗り換えの利便性向上を目指し、路線を分割し、乗り換え需要が期待できるJR駅へのアクセス性を高める再編が必要であろう。
- 2) 西里地区、野々島地区、山北地区、千田地区などを走る廃止代替バス路線は、いずれの路線も利用者が少ないので路線バスとしての運行を廃止し、より需要の見込める地域でコミュニティバスの運行や公共交通空白地帯での乗合タクシーの運行など代替交通手段の導入を検討する必要がある。
- 3) 熊本市・植木町間の主要幹線での一日運行回数は121回（往復242便）にも上り、供給過剰気味である。熊本市・山鹿市方面の路線と、熊本市・植木町間で競合している熊本市から植木町内を終着地とする枝分かれしたバス路線については運行回数を削減し、末端部分については、主要幹線へのフィーダーバスのようなバス路線への再編を検討する必要がある。

第2章に関して、複数市町村に跨る赤字補助路線に対して、運行距離によって補助負担額の按分を行う現在の分担方法の問題点をまとめる。

複数市町村に跨る赤字バス系統への補助負担割合を運行距離によって決めた場合、複数市町村に跨る系統の中間に位置する市町村で補助負担に偏りが生じる可能性がある。中間に位置する市町村内で運行距離に比較して乗降客が少なく、その市町村にとって重い補助負担にも関わらず存在価値が低く廃止を検討したとしても、始末端の都市間で需要の多い場合、その路線は維持していかざるを得ない。市町村の補助負担額がその市町村の路線の限界便益を上回っても当該路線が廃止できない場合、市町村間に補助負担の不公平感を生じさせる原因となろう。今後、市町村間での赤字バス系統への補助分担については、負担の効率性および公平性の観点からさらに検討する必要がある。

本研究では、バス利用者の需要が固定されている状況で、利用実態から路線の再編の方向性を探ったが、今後は、路線再編による誘発需要等を考慮できる枠組みで分析を重ねていく必要がある。また、利用実態をネットワーク図に表したがこれについてもさらに見やすく改良を重ねていく。赤字バス路線への補助のあり方については、現在使用されている補助基準指標の改善の検討や補助分担の方法等について理論および実証の両面から研究を重ねていく。

次に、第3章のまとめと課題について述べる。九州の市町村アンケート調査集計結果よりバス事業の規制緩和は、まずは人口規模の大きい自治体に地域生活交通の変化をもたらしている。その内容は、バス事業者の新規参入といった競争を促す変化よりも、路線の廃止や合理化といった地域交通サービスを縮小させるものである。特に、人口規模が大きく、昼間に人が集まるような地域の核となる自治体で地域生活交通に変化がみられる。また、人口規模の大きい自治体で地域の生活交通に対する方向性や基本方針を検討している割合が高い。一方、少子高齢化の進む小規模な自治体では、規制緩和後の自治体と



しての方向性や基本方針を検討しているところが少ない。これは、人口規模の小さな自治体ほど、生活交通に関連した担当部署の組織化されていないことが影響している。

アンケート調査の回答からは人口規模の小さい自治体で地域生活交通に変化が起こっている市町村が少なかったが、これは規制緩和の影響がないではなく、その対応が遅れているため顕在化していないのであろう。バスの利用者が減少する中、今後も赤字路線の撤退がさらに進むと考えられるが、自治体も財政事情が厳しく、小規模な自治体は生活交通対策において益々厳しい状況に直面するであろう。少子高齢化が進む中、地域生活交通対策の遅れは地域の魅力を低下させ、人口流出を加速させる恐れがある。これまで生活交通対策への対応が遅れていた自治体は、「総合的・体系的交通対策」を立て、その中で生活交通の位置付けを明確にしていくことが必要であろう。

熊本県の市町村アンケート調査結果より、規制緩和は、過疎部での路線バス、スクールバス、福祉バスの整理統合に伴う過疎型のコミュニティバスの導入や地方小都市の市街地路線撤退に伴う循環または巡回型のコミュニティバスの導入をもたらしている。そして今後、コミュニティバスとともに生活交通空白地域へ乗合タクシーを導入する市町村を増加させることが予想される。しかしながら、これまで有料で運行されているコミュニティバスの収支性はあまり良いとはいえず、自治体の財政状況が厳しい中、利用者が低迷すると、これまでの路線バス同様に廃止される恐れがある。コミュニティバスを導入する際には、菊池市が行っているような地域の特性に合わせた運行システムの工夫の必要があろう。それとともに運行評価や入札制度等を整備し、費用を抑制する工夫も必要もある。一方、無料運行されている過疎型のコミュニティバスの多くは、路線距離が長く、運行も曜日限定であり、利用しづらい交通手段となっている。市町村合併が進む中、地方部で旧市町村間に跨る路線の長いコミュニティバスが増えそうである。合併で行政区域が拡大する公共交通機関の乏しい地方部では、移動効率の高い行政機能の配置とともにコミュニティバスの適切な路線設計の必要がある。

生活交通の現状や動向から公共交通体系の構築に市町村が主体的に関与する必要性がこれまで以上に高まっていることが明らかになった。しかしながら、多くの市町村で生活交通に対応する組織化や人材養成が遅れているのが現状である。まだわずかではあるが生活交通に対応した体制を整えつつある市町村も出てきている。市町村合併が進み行政区域が拡大し、公共交通ネットワーク構築も複雑化している。行政組織が統合され効率化されていく中で、生活交通政策能力を向上させる必要がある。

従来、営利事業として捉えられていたバス事業も地方部では大部分の路線バスは公的補助金なしには運行が難しい状態にあり、路線バスであれ、コミュニティバスであれ、実質は公的な資金で支えられており、公助に依っている。しかしながら、近年、NPO等によるコミュニティバスの運行がみられるように共助で支える動きもみられる<sup>11)</sup>。生活交通確保策として、コミュニティバスを導入する市町村が増えつつあるが、既存路線バスとの競合や同一地域での料金差の問題等も生じている。コミュニティバスを導入する場合、路線バスとの機能分担を明確にすべきであろう。たとえば、ある小域内の移動はその地域の共助によるコミュニティバスで、小域間の移動や市町村間の移動は公助による路線バスといった路線維持主体の分担と移動機能の分担も考えられるだろう。地域の生活交通を支えていく公共交通機関を将来に亘って維持していくためには、行政の役割とともに共助の役割も大きくなっていく。今後、地域の生活交通を支える公共交通機関を地域自身が支えていくしくみづくりも生活交通政策上重要な課題となる。

第4章では、各路線が本質的に持つ素質によって路線を評価・分類し、その結果を路線網代替案作成

の基礎資料にするという竹内らや杉尾らの考え方を踏襲するが、営業係数を構成する生産効率性と潜在需要の顕在化可能性という2つの視点から個々の現況バス路線の路線特性を評価・分類する方法、およびその特性に即した改善案を個別路線に実施することによって路線再編を行う合理的なバス路線網代替案提示手法を示した。以下に、本研究で得られた主な結果と今後の課題を併記する。

- 1) 生産効率性、潜在需要の顕在化可能性という2つの視点から個々のバス路線の特性を評価する方法を提案した。両者の評価視点と現在の経営状況をもとに、現行路線を8つのカテゴリーに分類し、カテゴリー特性に適した改善策を提示した。また、この方法を用いてバス路線網の合理的な再編計画を行うシステムを提案した。
- 2) 実績値が公表されていない会社の路線別の総費用や走行距離、乗車人員などのデータについては、類似した路線の物理的属性データによる回帰分析や公表されている合計値の按分などによって推計せざるを得ない。路線別特性評価に用いるデータそのものが推定値とならざるを得ない状況では、分析結果はより多くの誤差を含むことは自明である。本来、これらには実績値を用いるべきであり、路線別のポートフォリオとなる各種基礎データの正確な記録と公開が必要である。
- 3) 生産効率性の評価は、経年データを用いて特定化された長期費用関数による標準的費用と実績費用との大小比較によってなされた。しかし、標準的費用は回帰推定値であるから、実績費用との大小の差の有無は、たとえばパーセントの信頼区間などによる統計的な検定がなされるべきであろう。
- 4) 同様に、潜在需要の顕在化可能性は路線ポテンシャルと単位距離あたり乗車人員の実績値との単純比較によってなされた。しかし、両者の絶対値の大小がそのまま潜在需要の顕在化可能性の有無を表しているわけではない。標準化を行うなどして相対的に比較可能な指標にするなどの改善も必要である。
- 5) このように、本手法は生産効率性と潜在需要の顕在化可能性についての比較指標値と実績値との相対的な比較によってなされているに過ぎない。しかし、両指標は、特性別の路線分類、およびそれに整合した改善のために採るべき方策に対して十分に活用できる情報を含んでいる。
- 6) 本手法では、従来の勘や経験的な判断による路線網の設定をサポートし、マニュアルではあるものの、システマティックで合理的な路線網の再編案を提案できる。この情報をもとに、JICA STRADA を用いて、熊本都市圏総合交通計画の中でのバス路線網の再編案を提案することができた。
- 7) 路線再編後の総収入はさほど変わらないが、標準的費用は再編前よりかなり小さいこと、単位距離当りの乗車人員の値も現状より4.1%程度大きくなっていることから、今回の路線別特性評価に基づく路線再編の実用可能性は高いといえる。

第5章では、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。

第 6 章では、行動意図法（以下、BI 法と記す）を適用した需要予測を行う。BI 法は、新しい環境が創出された場合の行動を各人に予測してもらい、それを報告したデータを直接計測するため、選択に影響を与えるあらゆる要因を需要予測に取り込むことができる。また、交通機会の増加や目的地の変更による利用需要も予測可能である。したがって、本研究は、1)BI 法を適用した LRT 化計画案実施後の熊電の利用需要予測を行い、2)需要予測結果を従来法による予測結果によって比較することで、新規交通施策の需要予測への BI 法適用に関する知見を得ることを目的とする。本章の成果を簡単に以下にまとめる。

- 1)熊本電鉄 LRT 化計画案に BI 法を適用することで LRT 化後の熊本電鉄の利用需要を予測した。
- 2)MM 調査において、「対象行動の実行計画の非現実性」や「楽観バイアスと対象行動の実行困難性」を表すと考えられる「自動車と MT との LOS の差」、地域特性と考えられる「年齢階層」が確認されたため、BI 法適用の際に行動-意図一致性に影響を与える要因として導入した。
- 3)従来法による予測結果とサンプルベースでの比較を行った結果、拡大・集計化方法の違いによって両手法の需要予測値に差が生じていることが判明した。

以下では、今後、新規交通施策に対して BI 法を適用する上で検討すべき課題について述べる。まず、行動-意図一致率の設定における検討事項として以下の 2 点が挙げられる。

- 1)移転可能性：BI 法は行動意図を直接計測するという外挿予測法であるが、行動-意図一致率は計測不能であるため、既存の知見やデータを援用するという「内挿」の方法に頼らざるを得ない。本研究では、MM 調査から得られたモデルを BI 法での一致率予測にそのまま適用しているが、この場合、2.2 で述べた需要と環境との関数関係が普遍であると仮定する内挿予測法の問題点がそのまま当てはまる。例えば、行動-意図一致率モデルの変数として「乗換回数」が導入されているが、これは、現在と LRT 化後の乗り換えが行動-意図一致率に与える影響が等しいことを仮定している。しかし、フィーダーバス路線網への再編に伴い、乗り換え負担の軽減や通しの料金体系が実現した場合、この仮定が保たれるかはわからない。よって、既存の事例（本研究ではみなとみらい線での事例と MM 調査）から得られた一致率予測に関するデータを、予測対象である新規交通施策にそのまま適用して良いのか、また、どのように取り入れれば良いのか、という移転可能性についての実証分析が必要となる。
- 2)調査実施時期：BI 調査の実施時期は、どの時点で行動意図を計測するのかを意味し、行動-意図一致率に影響を与えられる。例えば、みなとみらい線での事例では、開業の 2 ヶ月前に行動意図を計測している。しかし、通常、需要予測を行う時期は、計画案実施の検討段階である。本 LRT 化計画案

も現在事業化するか否かの検討中である。そのため、行動意図に計画の実現を助けるような行動意図のバイアスが含まれる可能性や、みなとみらい線では確認されなかった「情報提供」群と「非情報提供」群の行動-意図一致率に差があることも考えられる。

以上のような検討事項を踏まえて、精度の高い行動-意図一致率の設定を行うためには、さらなる新規交通施策の需要予測に対する BI 法の適用事例と、その交通環境創出後の実際の行動結果から得られる実際の一致率の検証を積み重ねることが必要である。また、それ以外にも BI 法を適用する上で以下の課題が挙げられる。

1) サンプル方法：当然であるが、BI 法では母集団からランダムサンプリングしなければ、そのまま拡大した場合に精度の高い予測ができない。本研究における BI 法の調査対象は、MM 調査の継続調査に協力してくれた世帯である。しかし、MM 調査に協力してくれた世帯は、MT に対する意識が高く、利用頻度も高いと考えられることから、母集団からのランダムサンプリングになっているとは言えない。また、たとえランダムにサンプリングしても、すべての調査対象母集団から均等に回答が得られなければ、回答者が対象とする交通や新規交通施策に対する関心が高い人に偏ってしまうので、こうした対象から得られたデータをそのまま拡大すると過大予測につながる恐れがある。よって、調査対象のランダムサンプリングを行い、調査票の回収率を上げる努力を行うか、または、ランダムサンプリングが出来ない事実を考慮し、予測段階でバイアスの除去などによって過大予測を防ぐことが必要である。

2) 調査設計上の問題：本研究の BI 調査では、回答者の負担を考慮して、現在の利用交通状況において、主な利用交通手段のみを尋ねており、交通手段毎の利用頻度は尋ねていない。そのため、6.2 で述べたように自動車利用者でも MT 利用が含まれており、それが予測値に影響していると思われる。しかし、設問をあまり細かくしてしまうと、回答者の負担となり、測定誤差を生む可能性があるため、合理的な調査設計は重要である。