

# 熊本市が提供する乗合タクシーサービス導入前後の アクティビティ変容の分析

川口 充洋<sup>1</sup>・溝上 章志<sup>2</sup>

<sup>1</sup>学生員 熊本大学大学院自然科学研究科 (〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1)

E-mail:154d8807@st.kumamoto-u.ac.jp

<sup>2</sup>学生員 熊本大学教授 大学院自然科学研究科 (〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1)

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

バス輸送が事業として成立しなくなっている一方で、市民に対して一定のモビリティ水準を提供するために適正な補助をすべき自治体の財政も逼迫する中、持続可能な地域公共交通サービスをいかに維持・再生するかが問われている。路線や事業単位での即地的な検証研究が進む中、地域公共交通の基本理念や計画論、それらを具体化するための計画手法、およびその評価手法を総合化、体系化する研究が求められている。本研究では、熊本市地域公共交通協議会で検討が進められた公共交通のグランドデザインに基づいて実施されているコミュニティサービスの計画論と計画手法を紹介すると同時に、需要の予測手法と導入効果の評価手法を提案した。

**Key Words :** *micro electric vehicle, "one-way type" car-sharing system, simulation analysis*

## 1. はじめに

各地の地方都市と同様、[図-1](#)に示すように、熊本市においても公共交通機関の利用者の減少は著しい。2011年現在、利用者数は1975年と比較して約55%の減、バスに限っては70%もの減となっている。バス利用者の減少はバス事業者の経営状況を悪化させ、バスのサービス水準を低下させる。それによってバス利用者がさらに減少するという負のスパイラルに陥っていると言われている。一方で、成熟・高齢社会においては、自ら自動車を運転することが困難な高齢者の安全な移動手段を確保すると同時に、環境負荷の少ない公共交通への転換を進めるために、公共交通サービスの維持・改善は必須である。

市民にとって利便性の高い公共交通利用環境を構築するために、熊本市は2009年に熊本市地域公共交通総合連携計画を策定し、その中でバス路線網再編や利用促進策を提案している。また、2012年には公共交通の役割と現状、熊本市が取り組むまちづくりと公共交通

サービスとの連携の確立などを謳った基本理念と目的達成のための基本的施策などからなる熊本市公共交通基本条例を策定した。その中で、バス事業者が採算性や効率性の面から事業として運行ができない地域に対して公共交通サービスを提供するためのコミュニティ交通を導入するとした。この地域は、1)既存バス停や鉄道駅等からの距離が500m以上離れた公共交通不便地域と、2)既存バス路線の停留所等からの距離が1,000m以上離れた公共交通空白地域に区分され、熊本市は前者

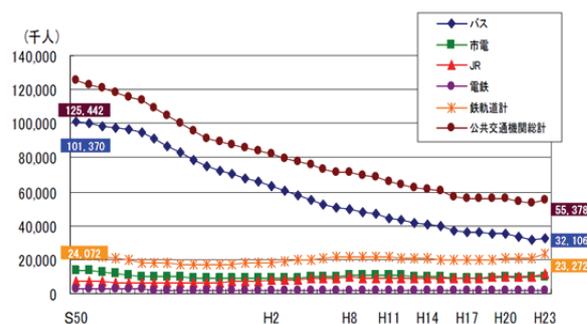


図-1 熊本市の公共交通利用者数の推移

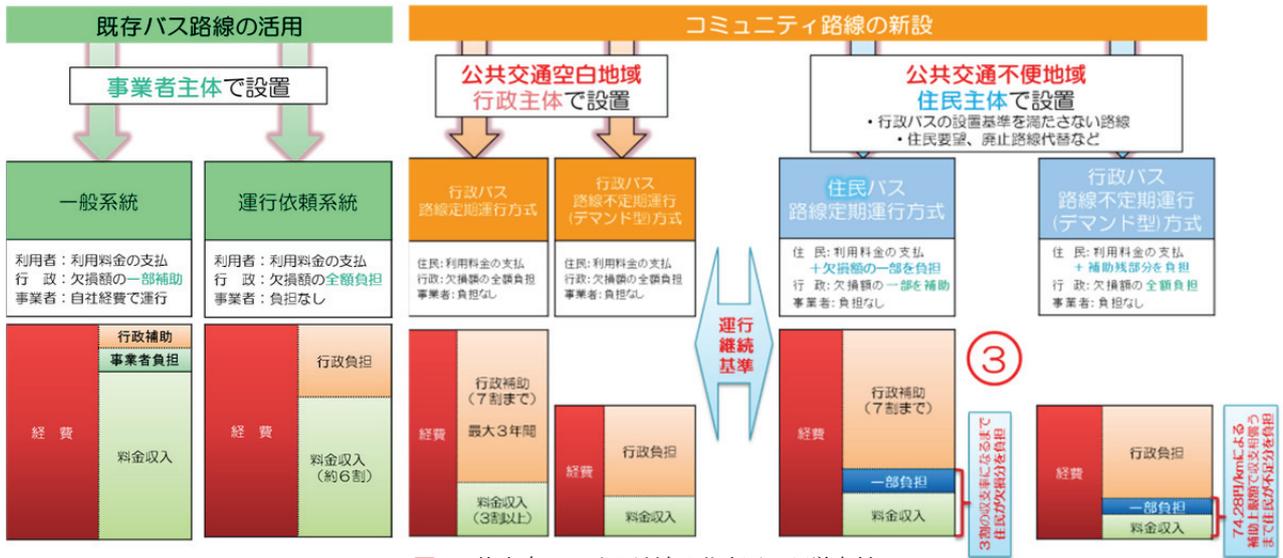


図-2 熊本市における地域公共交通の運営方針

	運行1年目		運行2年目		運行3年目		運行4年目以降	
	6ヶ月	6ヶ月	6ヶ月	6ヶ月	6ヶ月	6ヶ月	6ヶ月	6ヶ月
30%以上								
20~30%未満								年末で補助終了
10~20%未満								年末で補助終了
10%未満								年末で補助終了

図-3 ゆうゆうバスの運行継続基準

されたコミュニティバスであるが、公共交通不便地域では居住人口が少ないために、収支率は低いと考えられた。しかし、効率性と公平性の両視点から無制限な財政支援はできない。そこで、熊本市は、収支率がある一定の値を満たすことができなかつた場合は、図-3に示すように運行路線や頻度の見直し、もしくは廃止を行うという運行継続基準をゆうゆうバス沿線住民に対してあらかじめ、提示した。これは、熊本市は沿線住民に対してゆうゆうバスを提供する一方で、沿道住民にはゆうゆうバスの維持継続のために協力して利用に努めることを求めるという意図であり、公正で合理的な施策であると言える。

には住民主体が主体となって運行するコミュニティバス、後者には行政主体が運行に責任を持つ乗合タクシーのサービスを提供することを約束している（図-2参照）。

地域公共交通サービスは、事業として成立する地域を事業者が独自に運行、あるいは自治体が事業者運行を委任する路線バスサービスと、事業としては成立しない地域を行政の責任で提供するコミュニティサービスの両方を総合的、包括的に計画する必要がある。コミュニティサービスだけに限っても、これまでは単一のコミュニティバス路線や個別事業についての実態・利用者意識の調査・分析、改善計画案が検討される例が多いが、そこに用いる調査技法や分析方法、計画技法が一般性を持ったものとして形式知化されていない。

本研究の対象とするコミュニティ交通サービスの一つは、上記の公共交通不便地域を住民が主体となって運行するコミュニティバスである「ゆうゆうバス」である。当初、ゆうゆうバスは、熊本市の政令指定都市移行に伴って新たに設置された区役所等へのアクセスや通院や買い物などの日常生活を保障するために導入

本研究では、ゆうゆうバス路線沿線住民を対象にして独自に実施したアンケート調査データをもとに、沿線住民間での同調行動を考慮した手段選択モデル<sup>1)</sup>を適用する。また、運行沿線住民の外出頻度モデルとの統合により、ゆうゆうバスの利用者数の予測を行う。さらにバスサービス水準や沿道の潜在需要の変化に伴う利用需要の変化による収支率の変化を考察しながら、適切な運行継続基準を見出すことが本研究の第一の目的である。

公共交通空白地域には平成25年10月より乗合タクシーが順次されている。運行形式としては定時定路線でデマンド式であり、1日に8便（片道4便）運行されており、利用者は利用したい便の1時間以上前（第1便、第2便は前日の18時まで）に電話での予約が必要となる。ルートについては、公共交通空白地域から最も近い路線バス停までを原則とし、行政とその地区の自治会が連携して決定する。料金は1乗車あたり、中学生以上200円、小学生以下100円、1歳未満は無料となっている。2015年2月現在、北区で6路線、西区で3路線、南区で6路線運行されている。

この乗合タクシーは公共交通空白地域に格段のサービス向上をもたらすわけではないが、それまで自動車の運転や相乗りしか移動手段が無かった住民にとっては、大きな移動の手段、ひいては活動の機会を得ることになる。人の活動の変化を分析する方法として、アクティビティ分析の有用性が多くの研究で示されている。これまで、AD 調査により得られた活動の種類と活動の時間長に着目し、時間や予算などの各種制約条件下で効用最大となる活動別の配分時間を求めたり、活動と活動場所・交通手段の同時意志決定構造の分析を行うのが主流であった。しかし、これらは活動の順序や活動間のつながりをうまく表現することは容易でなく、活動変容の実態の定量的把握とその評価ができないことが課題であった。本研究では、乗合タクシー導入前・後の住民のアクティビティ変容を分析するに当たり、AD 調査データを用いた時空間バスによる活動の広がりなどの分析に加えて、活動の順序や活動間のつながりにも着目したベイジアンネットワークによるアクティビティ変容の分析の有用性を検証<sup>2)</sup>することが第二の目的である。

## 2. 熊本市の地域公共交通政策<sup>3)</sup>

### (1) 熊本市地域公共交通協議会

熊本市では、バス輸送の望ましいサービス水準、およびバス事業の運行体制等のあり方の検討を行うことを目的に、平成 20 年 5 月に「熊本市におけるバス交通のあり方検討協議会」を設置し、平成 21 年 3 月には「熊本市地域公共交通総合連携計画」を策定した。協議会は計 12 回にわたるが、平成 21 年 5 月開催の第 5 回の協議会では、市営バス事業を民間事業者に全面移譲すると共に、バス事業を市民の生活交通を確保する重要な行政サービスの一貫と位置付け、行政は市民の一定のモビリティ水準の確保に責任を持つために適切にバス運営に関与していくという内容の「熊本市におけるバス事業の運行体制に関する意見書」を中間答申案として市長に示した。さらに、平成 22 年 4 月開催の第 8 回の協議会では「熊本市におけるバス事業再編に関する意見書」を最終答申として市長に示した。そこでは、1)ゾーンバスシステムを基調とした都市圏全域のバス路線網の再編の方針と再編案、2)公共交通機関相互の連携機能強化や自動車からバスへの転換促進など、25 件にも及ぶバス利用促進のための具体的推進策とそのロードマップを示した。さらに、上記を着実に進めるためにも、3)①熊本都市バス株式会社を中心となって運行計画を作成するとともに、運行のモニタリングを行うこと、②熊本市は、民間バス 3 事業者総意のもとに設

立した熊本都市バス株式会社を、バス事業者間の連携協力体制のリーダーの役割を担い、それを支援していくことで市民の移動手段を確保する組織と位置付けている。さらに、4)不採算路線や公共交通空白、不便地域でのバスサービスに積極的に関与すること、経営改善を志向できるような補助メカニズムを導入するなど、公共交通サービスの計画と運営に対して行政が積極的に関与するという方針を打ち出した。

平成 24 年 4 月 1 日の政令都市への移行を期に、平成 23 年 1 月の第 9 回以降、同協議会では行政区割りの都合で区役所へのアクセス利便性が悪い地域はもとより、公共交通が不便な地域の解消に向け、既存バス路線を延伸や迂回させるなど、既存路線の活用とそれを補完するコミュニティ路線の導入を検討し、最終的には 6 路線 9 系統が運行されることになった。

### (2) 三つの三位一体政策

バス輸送事業の役割・責任は計画、運行、運営に分けることができる。これまではこれらの役割を事業者が全て担っていた。しかし、4 年間にわたる協議会での議論の結果、バス路線網の再編といった計画だけでなく、事業そのものの再編、つまり運営についても行政が責任を持つ一方で、適切なインセンティブ付与のもとで事業者に運行を委任するという仕組みへ、大きく舵を切ろうということになった。これが、計画と運行と運営の分離という第 1 の三位一体改革である。また、公共交通サービスの計画と運営に対して行政が積極的に関与すると宣言すると同時に、バス運行事業者には市の実施する施策に協力すること、市民にもサービス維持のための自助・共助努力を求めることにした。これが、公共交通事業者と市民、行政の責務を明確化するという第 2 の三位一体改革である。

この動きを更に加速させるために、平成 24 年 5 月には上記協議会を「熊本市公共交通協議会（以後、新協議会と記す）」に発展させた。新協議会は「政令指定市に移行しました本年度を『公共交通再生元年』を位置付け、交通基本条例の策定や交通空白地域の解消などに取り組むことで、高齢化や人口減少社会を見据えた、誰もが気軽に利用できる公共交通網の整備に向け、これまで以上に力を入れてまいります」、「公共交通のグランドデザインに掲げている施策はもとより、幅広い多種多様な公共交通の諸課題について、更に協議を深めていただきたい」という、協議会設置時の市長の挨拶の中にもある目的で設置されたものである。

新協議会は条例に基づく市の付属機関に位置付けられ、その下部に、1)公共交通基本条例部会、2)コミュニティ交通部会、3)バス路線網再編部会という 3 つの専門部会を設けて集中協議を行うことになった。新協議会

では、前協議会で提言された定期運行路線網の再編案と利用促進策の実効性を高めるための具体策をバス路線網再編部会で詳細に検討すると同時に、コミュニティ交通部会において、需要が少ないために事業者が自主的にはサービスの提供を行わないような公共交通空白・不便地域を明確に定義し、それらの地域へ導入するコミュニティ系交通サービスの形態やサービス水準、導入・維持のための行政と地域と事業者の役割を明確にしようとしている。さらに、今後の公共交通政策の実施を担保することを目的として、公共交通施策に対する基本理念と目的、市民・事業者・行政3者の役割などを骨子とした公共交通基本条例<sup>4)</sup>を公共交通基本条例部会で立案している。これが第3の三位一体の改革である。我が国には、このような包括的な公共交通の再デザインを行っている例はあまり見られず、熊本市のこれまでの一連の協議プロセスとその成果は画期的である。これらを「公共交通のグランドデザイン」<sup>5)</sup>と呼ぶ。

### (3) 各部会での検討事項

#### a) 公共交通基本条例部会

公共交通基本条例部会では2012年11月13日に熊本市交通基本条例案を最終承認した。この条例は、公共交通の役割と現状、熊本市が取り組むまちづくりと公共交通サービスとの連携の確立、および基本理念を謳った前文、目的や各主体の責務などから成る総則、目的を達成するための基本的な施策、そのための支援から成っている。平成22年から23年にかけて政府が検討していた交通基本法(案)の中でもその取り扱いが議論になった移動権について、熊本市公共交通条例では、「日常生活及び社会生活を営むために必要な移動を確保されることが権利の一つであるとの理念を尊重」とした。この基本理念のもと、「市民及び事業者の参画と協働のもと公共交通の維持及び充実のための施策を総合的かつ計画的に推進するため、この条例を制定」し、「公共交通により円滑に移動することが可能な地域社会の実現に寄与すること」を目的として定められている。

また、市は市民及び事業者ならびに公共交通事業者の参画と協働のもとで総合的な施策を立案し、実施すること、公共交通事業者は社会的な役割を自覚し、公共交通の利便性向上に努めるとともに、熊本市が実施する施策に協力すること、市民と事業者は公共交通に対する理解と関心を深め、公共交通の担い手の一人であることを自覚して市が実施する施策に協力することを責務とした。

これらを実現するために、公共交通事業者が主体的に路線網を運行して輸送力、速達性、定時制の強化を

目指す基幹公共交通ネットワークを強化すること、事業者が主体的には運行できない地域には、住民が組織する団体と協働して公共交通による移動手段の確保のために必要な施策を市が責任を持って講じると宣言している。

#### b) コミュニティ交通部会

コミュニティ交通部会では、熊本市公共交通基本条例の中で区分する事業者が主体的には運行をする地域以外の公共交通空白地域と公共交通不便地域の定義と、そこでコミュニティ交通サービスの提供のあり方について検討した。前者は最寄りのバス停や電停、駅から半径500m~1,000mの地域であり、地域が主体となってコミュニティバスの導入・維持に努力すれば行政はそれを支援する地域、後者は半径1,000m以上離れた地域で、行政が主体となって地域と協働して乗合タクシーを導入する地域と定義している。前者については、のべつ無制限にコミュニティバスサービスを提供するのではなく、運行経費の最大7割までは補助するが、収益が運行経費の3割を確保できない場合は、期限を切ってサービスを廃止することを沿道住民と予め契約している。これは、これらの地域にも市は公共交通サービスに関する積極的な関与を行うが、利用促進や収益性向上など、沿道住民にもコミュニティバスの維持のための努力を求めるものである。

#### c) バス路線網再編部会

ゾーンバスシステムは、ルートの分かり易さや車両運用の柔軟性・合理性の高さなどの理由で、利用者にとっては利便性が、事業者にとっては効率性が高い路線網が構成できるとされている。協議会には、部会より熊本市全域にこのゾーンシステムを導入したバス路線網再編案と58.6億円(距離比例制料金の場合)の便益額が提示された。それと同時に、現在の補助額(運行補助と市交通局への一般会計繰出金の和)よりは軽減されるものの、約10億円の赤字となる収支の試算値が示された。従来、地方バス路線維持費補助は実績算定方式による欠損補助方式であったが、この部会ではインセンティブ補助方式の導入を提案した。この提案を受けて、平成26年度より標準経常費用単価の厳密化と事前算定方式が導入され、約1億円の補助額の削減(平成26年度見込)となった。現在は計画と運行と運営を分離する実効性のある新たな組織について検討を行っているところである。

## 3. ゆうゆうバスの利用実態と継続協力意向

### (1) ゆうゆうバスの概要

表-1 平成24年度から25年度にかけての変更概要

ルート	変更内容	運行距離 (km)		運行便数 (便)		運行日	
		24年度	25年度	24年度	25年度	24年度	25年度
①植木循環	・増便	104		右回り：6	右回り：7	平日	
②北部	・減便 ・週5日⇒週3日	160		上り：6, 下り：6	上り：5, 下り：5	平日	月・水・金
③楠・武蔵循環	・減便 ・週5日⇒週3日 ・路線延伸	9.7	12.1	左回り：6 右回り：6	(火木) 左回り：5, 右回り：5 (土祝) 左回り：4, 右回り：5	平日	火・木・土
④託麻循環	・増便 ・週5日⇒週3日 ・路線延伸 ・片回り⇒両回り	8.1	10.5	左回り：8	左回り：5, 右回り：4	平日	月・水・金
⑤中の瀬～桜木	・増便 ・ルート再編成	13.1	17.4	上り：4, 下り：4	上り：4, 下り：4	平日	
⑥烏ヶ江～桜木	(2系統⇒1系統へ集約, 利用の多い区間の系統を新設)	12.3	9.3	上り：4, 下り：4	上り：6, 下り：6	平日	



図-4 ゆうゆうバスの運行地域

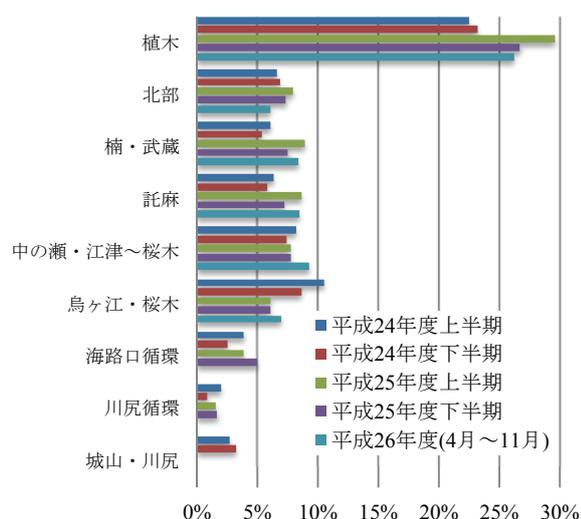


図-5 平成24年度～26年度の収支率

当初、5路線6系統のゆうゆうバスが導入された(表-1, および図-4を参照)。また、図-5は運行開始から2014年11月までの収支率を示す。植木循環ルートは運行開始時から収支率が20%を超えており、運行継続が可能な

30%以上を維持できる可能性が高い。しかし、他のルートはいずれも収支率の伸びが見られず、目標の収支率を達成することが難しい。

運行開始から平成26年11月までの月ごとのゆうゆうバス1便あたりの利用者数は、植木循環ルートでは6人以上である。運行継続基準を満たすことが困難であると行政が判断した場合、沿線住民と協議によりサービスの変更を行っている。平成25年度のサービス変更後、北部ルート、楠・武蔵循環ルート、託麻循環ルートで若干、利用者がさらに向上しているものの、1～4人の間で推移している。

## (2) ゆうゆうバスに対する評価と継続への協力意向

運行継続基準を達成出来ている路線やもう少しで達成できると考えられる路線として、植木循環ルート、北部ルート、楠・武蔵循環ルート、中の瀬・烏ヶ江～桜木ルート、託麻循環ルートの5ルートの沿線の住民に対して、運行開始から2年目の平成25年度に「ゆうゆうバス沿線住民アンケート調査」を行った。本調査では、1)行政への申請、買い物、通院などの計6項目の日常生活をする上でやっている移動の目的地やその頻度、ゆうゆうバスを含めた利用手段などを尋ねている。2)さらに、その日常生活のための移動に対して、ゆうゆうバスの運行開始以前に利用していた手段も尋ねている。また、3)運行継続のための収支率の達成が難しいと判断されている植木循環ルート以外の4ルートに対しては、運行継続に対する協力意向を尋ねている。4)これは、現状の収支率と目標の収支率の間に2水準の収支率を設定し、個人が認識する収支率の変化が社会的相互作用としてどのように影響するのかを知るためのSP質問項目となっている。

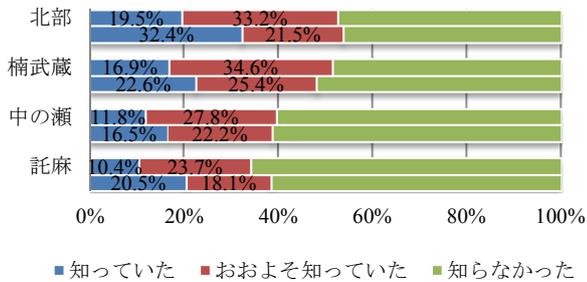


図-6 運行継続基準認知度

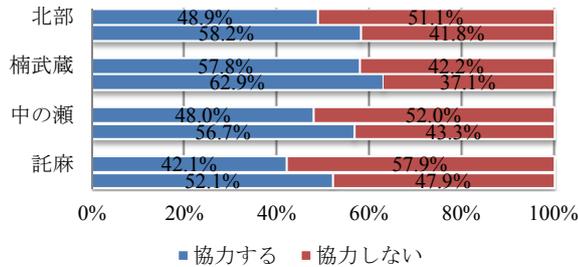


図-7 運行協力意向

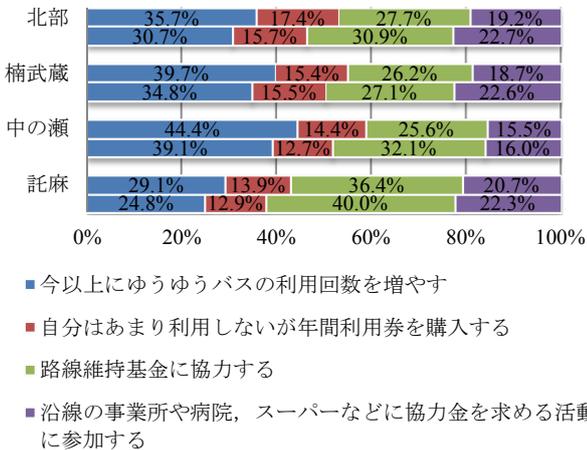


図-8 協力方法

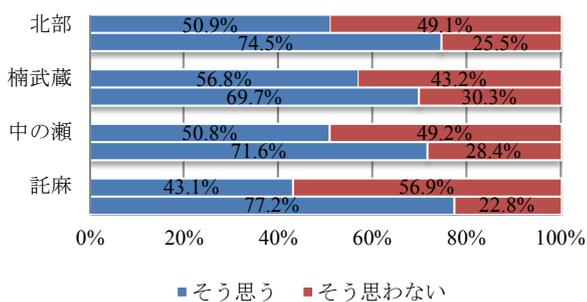


図-9 運行維持に対する取り組み意向

ここでは運行継続に対する協力意向に関してのみ、結果を述べる。図-6にゆうゆうバスの運行継続基準の認知度を示す。上段は運行継続基準を知っていたかどうか、下段は収支率が継続運行の基準を満たさなかったために運行の見直しが行われたことを知っていたかどうかを尋ねている。北部ルート、楠・武蔵循環ルートでは約5割の人が運行継続に関する内容を知らず、中

の瀬・烏ヶ江～桜木ルート、託麻循環ルートではその割合が6割以上となっている。また、運行継続基準自体は知らなくても、運行の見直しが行われたことに関しては「知っていた」への割合が増えている。図-7は、2つの収支率水準の場合に継続のための協力をするかどうかを尋ねた質問に対する結果である。上段は目標の収支率までかなり開きがある、下段は目標の収支率までもう少し頑張れば達成することができる収支率の場合での協力意向の比率である。全てのルートで、目標までかなり開きがある場合よりももう少しで目標を達成できる場合の方が、協力すると回答している割合は多い。この協力に対する協力方法の回答を図-8に示す。上段と下段については前述と同じ内容である。北部ルート、楠・武蔵循環ルート、中の瀬ルートでは「今以上にゆうゆうバスの利用回数を増やす」、託麻循環ルートでは「路線維持基金に協力する」であった。ゆうゆうバスの運行継続のために、沿線地域が一丸となった取り組みに参加しようと思うか、収支率改善のためには利用者が少ない区間等の短縮・廃止は仕方ないと思うかの結果を図-9に示す。地域一丸となった取り組みに参加しようと考えている人の割合はどのルートでも約5割ほどである。利用者が少ない区間等の短縮・廃止に賛同する人の割合は約7割という結果になった。

### (3) コミュニティバスの利用需要の予測手法

ゆうゆうバスの収支率は総収入/運行総費用であり、総収入を算出するためには、利用者数を予測する必要がある。本研究では、個人ごとに外出頻度モデルによりゆうゆうバス沿線での外出頻度を、外出の際のゆうゆうバスの利用率を手段選択モデルで予測し、これらの積を個人のゆうゆうバス利用需要とする。個人ごとに母集団全員で集計した値がゆうゆうバスの利用者となる。

#### a) 外出頻度モデル

外出頻度は個人の生活の質 (QoL) が向上することで達成されるものであり、QoLの向上には個人の健康や体力、または個人を取り巻く環境が影響すると考える。QoLの評価指標の1つとしてICFという概念があり、この構成概念を外出頻度を推定するための構造モデルとして組み込むことで外出頻度モデルの推定を行う。

ここでは、QoLの評価指標であるICFの構成概念を用いて共分散構造分析を行い、外出頻度を予測するモデルを推定する。モデル推定に用いる調査は、平成24年度に行われた熊本都市圏パーソントリップ調査の付帯調査「60歳以上の方の外出に関する意識調査」である。この調査にはICFの構成概念である個人因子や環境因子を形成する「健康状態」、「体力状態」や「住まいの形態」、「最寄りの停留所までの時間」などが質問項

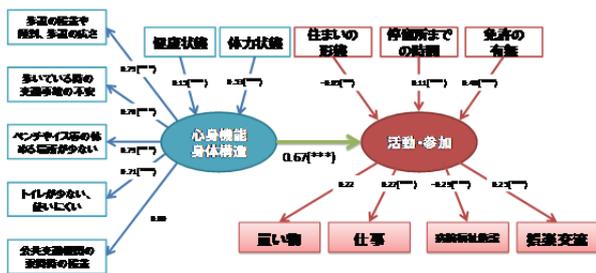


図-10 外出頻度モデル推定結果

目に含まれている。また、活動として12項目（散歩・ジョギング，食料品・日用品等の日常的な買い物，日用品以外の買い物，外出，娯楽，仕事，親戚知人宅への訪問，通院，デイサービス等の福祉介護施設利用，観光・行楽，趣味・習い事，会合・地域活動・ボランティア）に細かく分割されている。それぞれの項目で、外出の有無，外出頻度，主な交通手段，目的地までの所要時間，移動時の満足度を尋ねている。ICFの構成概念である「心身機能・身体構造」，「活動・参加」を観測できない潜在変数として設定し，「心身機能・身体構造→活動→参加」と高次になっていく生活の質が「外出頻度」という観測変数としての結果に繋がると考え，モデルを構築する。また，このモデルでの被説明変数である「外出頻度」は，アンケートの中で12項目の活動別に尋ねてあるため，この12項目の活動内容を「買い物」，「仕事」，「病院福祉施設の利用」，「娯楽交流」の4項目に分類する。

あらかじめ想定した構造モデルと標準化推定値の結果を図-10に示す。

#### b) 手段選択モデル

運行継続のための基準が沿道住民に示され，それを満足しない場合はサービスの変更・廃止を行うという契約があらかじめなされている。また，SP調査により，現在の収支率が運行継続のための収支率に達していない場合，その差が大きい場合よりも小さい場合に，継続基準に達するように利用回数を増やすなどの協力を行うという回答比率が多いことから，人の利用意志には他の個人，またはその集合である準拠集団から影響を受けると考えられる。そこで社会的相互作用を考慮したグローバルインタラクションモデルにより，個人が属する準拠集団の全構成員から平均的に影響を受けると仮定する社会的相互作用を考慮した2項ロジット型手段選択モデルを構築した。

モデルの推定結果と均衡方程式に基づいてsが枯れた反応曲線上の分担率の均衡解を表-8と図-11に示す。モデルの推定値の符号は全ての説明変数で論理的であり，t値はおおむね良好である。また，尤度比は0.56，的中率は0.87となり，適合度も高いモデルといえる。また，

表-8 二項ロジットモデルの推定結果

説明変数	推定値	t値
定数項	-0.45	-1.43
所要時間 (分)	-0.0073	-1.24
料金 (円)	-0.00088	-1.65
運行本数 (便)	0.051	1.82
高齢者ダミー (65歳以上: 1)	1.02	10.04
性別 (男性: 1)	-0.37	-3.85
社会的相互作用項 (集計平均シェアを2p-1に変換した値)	1.204	4.51

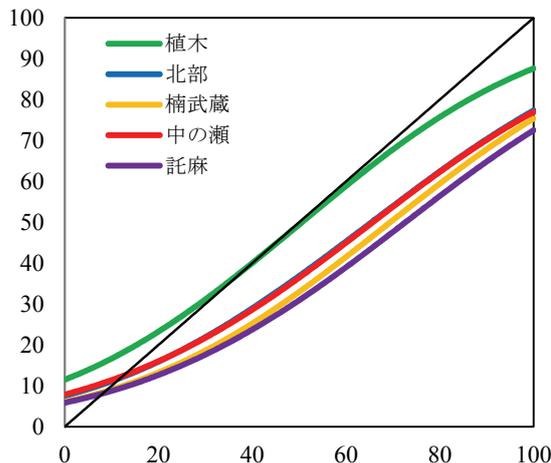


図-11 全ルート反応曲線

社会的相互作用のパラメータは統計的に有意であり，準拠集団である各ルートの沿線住民がゆうゆうバスを利用すればするほど，その選択確率は高くなるという相互作用が働いていることがわかった。

反応曲線の縦軸は個人の選択確率，横軸は準拠集団の利用率である。全ルートで最も利用率が高い植木循環ルートでは均衡解が1つ存在し，時間の経過とともにゆうゆうバスの利用率は現状の28.0%よりも12.3%高いより高い40.3%で安定する。北部ルート，中の瀬・鳥ヶ江～桜木ルート，託麻循環ルート，楠・武蔵循環ルートでは均衡解は12.0%，12.5%，8.3%，8.7%となるという結果になった。

#### (4) モデルによる収支率の実績再現性

サービス水準の変化による影響は私的効用関数を変化させ，それに伴い反応曲線から導出される均衡解を変えることができる。特に，上記のような均衡解を1つしか持たない場合，サービス水準が向上すればゆうゆうバスの利用率もそれに従って増加する。しかし，サービス水準を向上させることは，利用率や収入の増加が期待できると同時に，運行主体にかかる費用も増加する。以下では，サービス水準の変化に伴う収支率の変化について述べる。

まず，現状の外出頻度とゆうゆうバス利用率を用い

表-9 収支率と均衡点の誤差率

ルート	沿線人口	外出頻度 (回/週・人)	収支率の 実績値 $R_0$ (%)	収入 (円)	支出 (円)	収支率の現況 推計値 $R_1$ (%)	均衡解での 収支率 $R'$ (%)	誤差率 (%)
植木	1034	6.25	30.0	35,489	95,568	23.2	37.1	-23.8
北部	2549	6.61	9.0	13,135	126,024	6.7	10.4	-15.8
楠武蔵	2188	7.82	12.0	9,856	95,306	12.1	10.3	13.8
中の瀬	4085	8.21	8.0	29,452	329,238	6.3	8.9	-11.9
託麻	2258	6.93	10.0	7,376	74,433	7.8	9.9	0.9

て収支率の実績値を再現する。外出頻度に関しては、外出頻度モデルを推定する際に用いたデータから各ルートの準拠集団にあたる沿線住民サンプルを特定し、サンプル1人あたりの1週間の外出回数を算出する。その値に沿線住民の人口をかけ、それぞれの沿線上で発生する総移動回数とする。これに、ゆうゆうバスの利用率と1人あたりの乗車料金をかけた値を収入とする。

これに対し、1台のゆうゆうバスが1km運行される際にかかる運行単価に1週間の各ルートごとの運行頻度と運行距離をかけた値を運行費用とする。収支率の実績値  $R_0$ 、算出した収支率の現況推計値  $R_1$ 、均衡解の収支率  $R'$ の結果を表-9に示す。収支率に対する実績値と均衡値との誤差率は0.9%~25%であり、本モデルは実績値を再現できる。

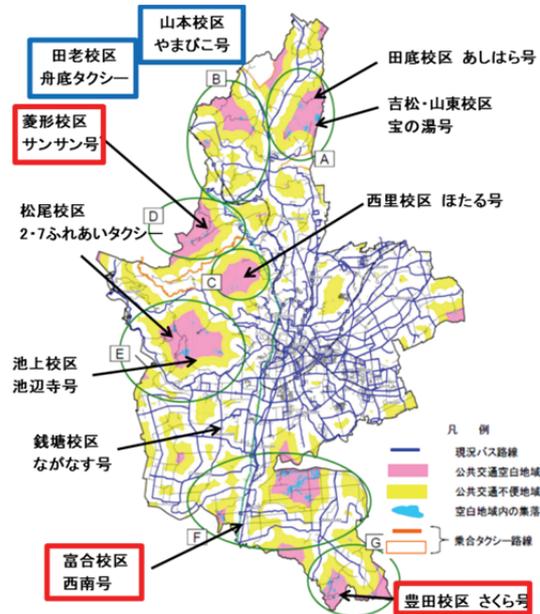


図-12 乗合タクシーの運行地域

#### 4. 乗合タクシーの利用実態と導入効果

##### (1) 乗合タクシーの運行地域と運行実態

公共交通空白地域で行政の責任で提供される乗合タクシーの運行地域を図-12に、各路線の月当たりの利用回数を図-13に示す。亀甲東・宝田地区の宝の湯号、有泉校区や平山・上松尾地区2.7ふれあいタクシーで多く利用されている反面、芦原校区のあしはら号など、ほとんど利用されていない地区が存在することを確認することが出来る。このことから、乗合タクシーの利用回数は、地域特性や運行形態によって左右されると推察される。

乗合タクシーの利用回数と運行形態、地域特性などを説明変数とした重回帰分析を行った。推定結果を表-10に示す。このモデルの決定率  $R^2$ は0.93であり、適合性は高い。乗合タクシーの利用回数は、沿線距離や高低差がある方が利用される傾向がある。また、デポバス停からの系統数にも影響することから、乗合タクシーの利用回数には、その地域に住む世帯数などの潜在的需要だけでなく、地域特性や路線特性、またサービス水準が影響している。そのため、乗合タクシーの導入の是非や路線決定（サービス水準の決定）をする際には、その地域の路線の特性や周辺のバス路線の

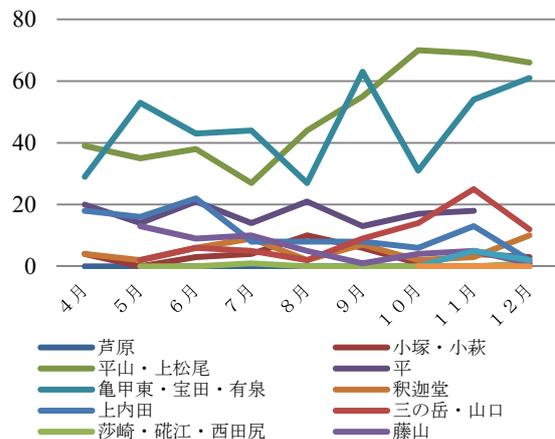


図-13 乗合タクシーの利用回数

表-10 重回帰分析結果

説明変数	係数	t値
定数	-26.40	-5.3
沿線長(km)	1.59	1.8
世帯数	0.22	7.7
高低差(m)	0.034	2.4
系統数	2.40	3.2

表-11 アンケート調査概要

地区	知田・草葉	船底	木留・山口	三ノ岳	莎崎	碓江	西田尻	藤山
距離	5.3km	4.4km	6.4 km		5.6 km		3.4 km	
名称	やまびこ号	舟底タクシー	サンサン号		西南号		さくら号	
運行開始日	2014/10/1	2014/10/1	2014/5/1		2014/5/1		2014/5/1	
対象世帯数	34	30	33		89		85	
事前調査	調査実施日	H26.9.9	H26.9.9		H26.4.21		H26.4.21	
	回答世帯数	9	1		5		20	
	回答者数	19	1		15		39	
	調査回収率	26.5%	3.3%		15.2%		22.5%	
事後調査	調査実施日	H26.11.21	H26.11.28		H26.11.21		H26.11.20	
	回答世帯数	8	8		5		5	
	回答者数	17	15		7		7	
	調査回収率	23.5%	26.7%		15.2%		5.6%	

状態などを考慮しなければならぬことが分かる。

(2) 乗合タクシー導入前後の利用実態

a) アンケート調査の内容と方法

乗合タクシー導入前後における沿線住民のアクティビティ変容を分析するために、①1日の活動記録調査(AD調査)、②交通サービスの評価の2つの調査を行った。対象者としては、熊本市で2014年5月と2014年11月に乗合タクシーが導入された地域の沿線住民である。調査方法については、各自治会長様に集会にてアンケート票を配布していただき、回収方法としては郵送回収にて行った。各路線の対象世帯や回収世帯数、回収率などの調査概要を表-11に示す。

AD調査では、1日の連続する活動について、その種類と活動を行った場所、そこまでの利用交通手段、それぞれの開始時刻や活動継続時間に関する情報などを収集した(図-14参照)。AD調査では、平日と休日の両方の1日のアクティビティデータを収集できるように、被験者に回答してもらうのは平日2日、土・日各1日とし、乗合タクシー導入前と導入後について活動の記録をお願いした。

交通サービスの評価に関する調査を図-15に示す。日常の活動目的別に①通勤・通学、②業務、③日常的な交流、④文化・教養・スポーツ施設、⑤日常的な買物、⑥大規模商業施設での買物、⑦熊本中心部での買物、⑧普段利用する医院・福祉施設、⑨大規模病院への通院について、その頻度、目的地、移動に利用可能な交通手段および実際の路用交通手段、実際に利用した手段での所要時間、満足度といった内容を回答してもらった。この調査は、個人属性と対象地域での、移動目的ごとの移動実態と満足度について乗合タクシー導入前後の比較を行うために実施した。

(3) 乗合タクシー導入前後の活動変容の分析

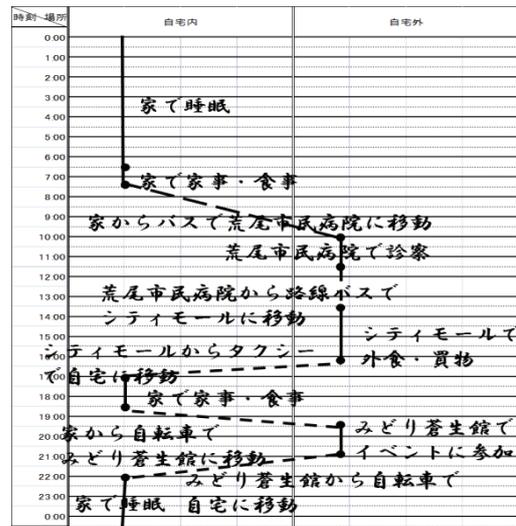


図-14 AD調査票

図-15 交通サービス評価に関する調査票

a) トリップの分析

乗合タクシー導入前後について、AD調査によって得られた各個人のデータから1日あたりのトリップ数を算出し、各属性別に1日あたりの平均トリップを算出したものを表-12に示す。年齢や運転免許の有無、自分の乗り物の有無で導入前後ともに違いが見られるこ

表-12 各属性でのトリップ数の平均値

カテゴリー	レベル	導入前	導入後
年齢	後期高齢者	1.79	2.34
	前期高齢者	2.84	2.16
	非高齢者	2.63	3.36
職業	自営業	2.98	3.79
	勤め人	2.62	3.10
	パート	2.15	2.36
	無職	2.15	2.02
運転免許	あり	2.65	3.19
	なし	1.81	1.87
自分の車の有無	あり	2.66	3.15
	なし	0.88	2.09
路線	さくら	1.93	1.33
	西南	2.43	3.25
	サンサン	2.90	4.17
	やまびこ	-	3.37
	舟底	2.78	2.41

とが分かる。このことは加齢などの健康状態や運動能力によって外出機会に影響を与えることが推察される。また路線によっても、トリップ数の平均値に違いが見られることから、住んでる地域によって外出可能性が変化することがわかる。

#### b)時空間パス分析

時空間パスとは、ある1日の活動場所と活動時間さらに移動といった活動の軌跡を時空間座標上に表現したものであり、領域面積が大きいほど活動の範囲が大きいと評価できる。ある滞在箇所から移動した活動を出発時刻と帰宅時刻、利用交通手段などの移動制約による活動可能な領域で図-16のように表現できる。今回、AD調査データから得られる移動の際の自宅から訪問施設までの距離、移動時間、活動時間を用いて時空間パスを作成した。今回の調査では乗合タクシー導入の前後で時空間パスを比較可能な乗合タクシー利用者がいなかったが、本研究では、乗合タクシー導入前後の、各個人の1日当たりの時空間パスの領域面積を計算し、個人属性や地域特性によって領域面積に差がみられるを検証することで、地域住民の潜在的な活動可能性の分析を乗合タクシー導入前後の考察を行う。

乗合タクシー導入前後の各路線で時空間の領域面積について平均値の差の検定を行った結果を表-13に示す。今回乗合タクシーの導入された地域で時空間パスの領域面積に差がみられた路線は無かった。このことは、今回の事後調査で、乗合タクシー利用者のサンプルを得られなかったことが原因だと考えられる。よって、乗合タクシー利用者のAD調査結果のサンプルを収集し再分析する必要があると考えられる。

#### c)活動相互間の関連性分析

熊本市で導入された乗合タクシーに関するアンケート調査では、乗合タクシー利用者についての分析を行うデータが得られなかったため、熊本県荒尾市で行われ

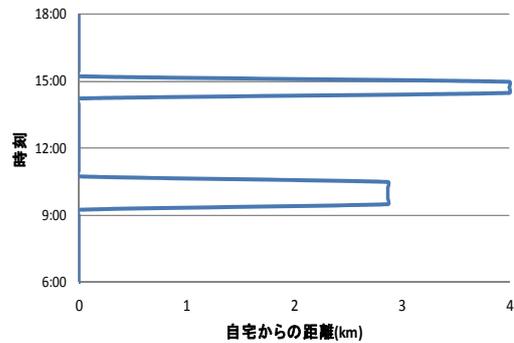


図-16 時空間パスの例

表-13 導入前後での平均値の差の検定

ルート	水準	平均値	t値	判定
西南	事前	97.6	1.171	
	事後	65.6		
舟底	事前	41.9	0.377	
	事後	38.34		

た同様の調査のデータを用いて分析した。ベイジアンネットワーク分析は、マルコフ過程のもとで、リンクの有無が判断されるため、順序のみを考慮した場合、同じ活動回数のノードの時間帯を一致させることは困難である。そのため、今回の分析では、活動内容を自宅内活動、仕事・業務、通院・介護、買い物、娯楽・交流の5分類とし、1時間ごとの活動変化をネットワークで表したモデルを構築した。推定結果を図-17と図-18に示す。活動順序だけを考慮する通常のベイジアンネットワーク分析は、時間を考慮した本モデルと比べて、通院・介護や娯楽といったノードが少ない。これは活動順序を考慮したものは、時間帯が一致していないがために、同時時間帯の行動でも、活動の順番が様々なことから、サンプルが少ないノードは除去されるためである。また、導入前と導入後を比較すると、導入前調査では自宅内活動から仕事・業務へのリンクが6時台、7時台でみられたのに対し、導入後調査では7時台でしかみられなかった。また娯楽・交流に関しては導入前よりも導入後の方が活動時間が広く分布していることが分かる。

## 5. おわりに

バス輸送が事業として成立しなくなっている一方で、市民に対して一定のモビリティ水準を提供するために適正な補助をすべき自治体の財政も逼迫する中、持続可能な地域公共交通サービスをいかに維持・再生するかが問われている。路線や事業単位での即地的な検証研究が進む中、地域公共交通の基本理念や計画論、それらを具体化するための計画手法、およびその評価手

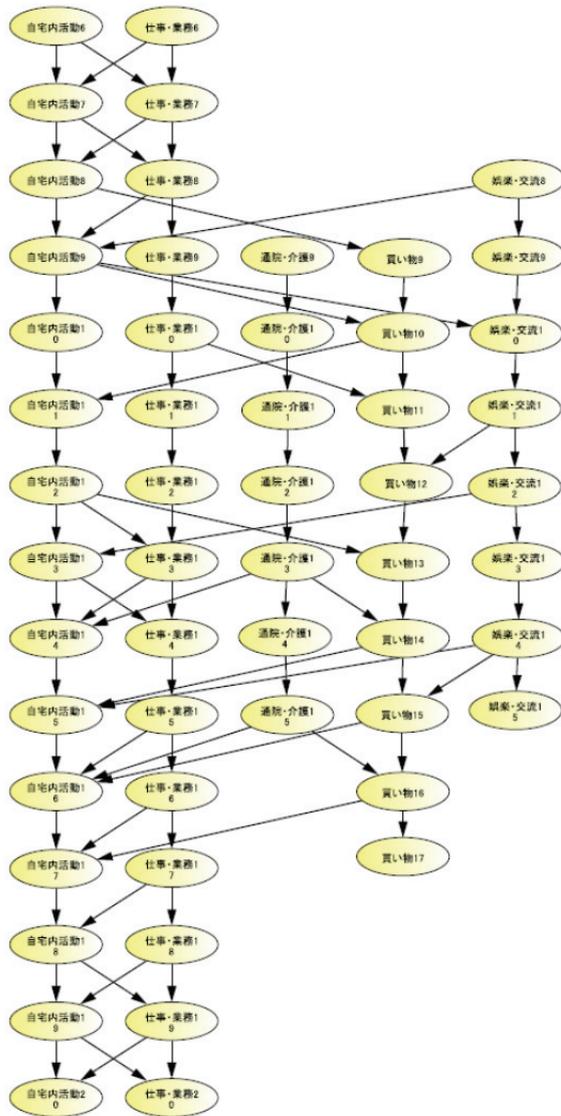


図-17 ベイジアンネットワーク分析結果  
(導入前・時間考慮)

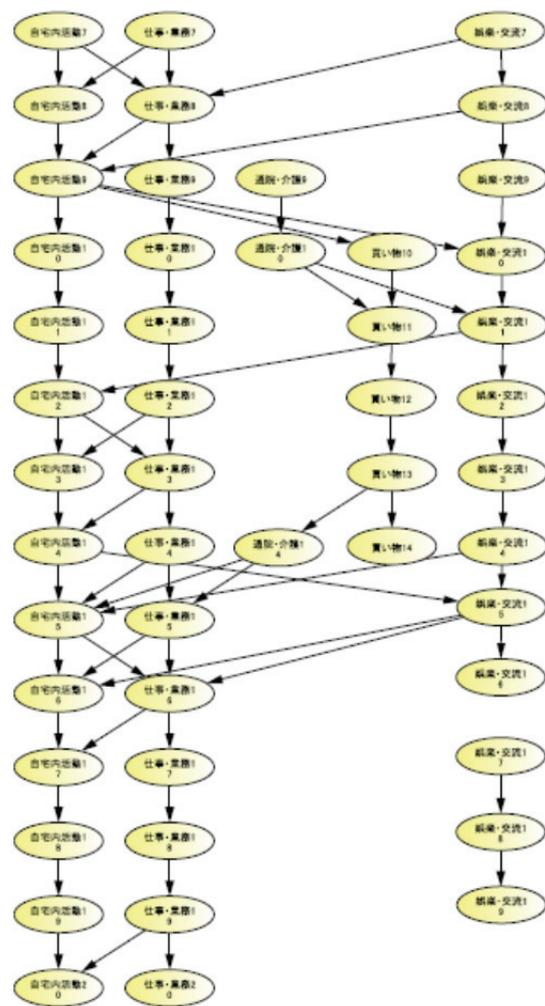


図-18 ベイジアンネットワーク分析結果  
(導入後・時間考慮)

法を総合化，体系化する研究が求められている。本研究では，熊本市地域公共交通協議会で検討が進められた公共交通のランドデザインに基づいて実施されているコミュニティサービスの計画論と計画手法を紹介すると同時に，需要の予測手法と導入効果の評価手法を提案した。

参考文献

1) 溝上章志，梶原康至，円山琢也：バストリガー制導入のための需要予測モデルと契約成立条件，土木学会論文集 D3, Vol.68, No.5, pp.589-597, 2012.

2) 溝上章志，円山琢也：荒尾市における乗合タクシー導入前後のアクティビティ変容の分析，都市計画論文集, Vol.49, No.3, pp.873-878, 2014.  
 3) 溝上章志：地方都市と交通，運輸と経済，Vol.74, No.2, pp.92-95, 2014.2.  
 4) 熊本市：公共交通基本条例 [www1.g-reiki.net/kumamoto-city/reiki\\_honbun/q402RG...](http://www1.g-reiki.net/kumamoto-city/reiki_honbun/q402RG...)  
 5) 熊本市：公共交通のランドデザイン [www.city.kumamoto.jp/common/UploadFileDsp.aspx?c\\_id=5&id=](http://www.city.kumamoto.jp/common/UploadFileDsp.aspx?c_id=5&id=)

A study on the accessibility and transfiguration on activities by introducing of shared-taxi in Kumamoto city

Atsushi KAWAGUCHI and Shoshi MIZOKAMI