

施行時特例市における BRT の受容性に関する研究

木之下 僚太郎¹・森田 哲夫²・井川 和輝³・陶 星宇⁴

¹ 学生会員 前橋工科大学大学院 建設工学専攻 (〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460 番地 1)
E-mail: m2116004@maebashi-it.ac.jp (Corresponding Author)

² 正会員 前橋工科大学教授 環境・デザイン領域 (〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460 番地 1)
E-mail: tmorita@maebashi-it.ac.jp

³ 太田市役所 都市政策部 (〒373-8718 群馬県太田市浜町 2-35)
E-mail: 031400@mx.city.ota.gunma.jp

⁴ 学生会員 前橋工科大学大学院 建設工学専攻 (〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460 番地 1)
E-mail: m2116006@maebashi-it.ac.jp

カーボンニュートラルに向けた交通分野における施策の 1 つとして、BRT (バス高速輸送システム) が期待されており、人口規模が小さい都市でもその導入は進んでいる。本研究では施行時特例市での BRT 導入における住民意向解析を行い、群馬県太田市をそのケーススタディとして分析対象都市に設定した。健康意識が高い人や、居住地選択で安心感を求める人は、受容性に対して肯定的回答を期待できることが明らかとなった。また、より効率的な受容性向上に繋がる施策として、バス停を交通結節点やモビリティハブとして整備する路線計画や、BRT 導入後のまちをイメージしやすい図の提示が考えられる。

Key Words: *Special City at the time of Implementation, Bus Rapid Transit, Acceptability, Generalized Linear Model*

1. はじめに

(1) 研究背景

2050 年までに温室効果ガス排出量を全体としてゼロにする、カーボンニュートラル^{注1)}に向けて各分野は動き始めている。例えばコンクリート分野では、コンクリート製造時に発生する二酸化炭素排出量を 0 にする取組みがあり、MOONSHOT 目標の 1 つとなっている^{注2)}。まちづくり分野では PLATEAU にて、地域の脱炭素政策を推進するための基礎データを提供している^{注3)}。ゆえに公共交通機関事業者も同様に、低炭素化に向けた施策の実施が求められる。

2020 年 6 月、国土交通省社会資本審議会道路分科会基本政策部会の提言としてまとめられた道路政策ビジョンの中で、低炭素化における施策として、BRT (バス高速輸送システム) 等の導入が提示されている^{注4)}。また 2022 年 9 月、国土交通省は、道路空間を活用した地域公共交通 (BRT) 等の導入に関するガイドライン^{注5)}を策定ならびに公開しており、BRT 導入に向けた動きは加速し

ている。

しかしながら第 3 回公共交通経営実態調査報告書^{注6)}によると、新型コロナウイルスの感染拡大・ウクライナ情勢に伴うエネルギー価格の高騰・ワークスタイルの変化という 3 つの急激な環境変化によって、一般乗合バス事業者 (大都市部を除く地域、保有台数 30 両以上事業者) 156 社で赤字経営という深刻な事態が報告され、調査対象全ての事業者で赤字であった。このような危機的状況において、令和 3 年版交通政策白書^{注7)}では「あらゆる地域で、あらゆる人々が、自らの運転だけでなくニーズに対応した移動サービスを享受できる社会の実現という使命はこれまでになく重要度・緊急度が増している」と警鐘を鳴らしている。先ほどの 3 つの急激な環境変化は、今後目指すべき都市構造を変容させるものであり、実際に 15 分都市構想^{注8)}や快疎^{注9)}という考え方が生まれている。

続いて群馬県の都市構造について述べる。DID 人口密度は全国 44 位と低く、低密度に拡散した都市構造だと指摘されている^{注10)}。また県内バス路線延長の 9 割が 1 時

間に 1 本未満という低頻度運行であり、県内におけるバスの代表交通手段割合は僅か 0.3%である^{注 1)}。バスの低利用率は喫緊の課題であり、先述の三大環境変化がバス事業をさらに悪化させている。

これらの問題を抱えながら、カーボンニュートラルに合わせた施策を講じる必要があり、バス事業者だけでは時間的にも財政的にも難しいのが現実である。

(2) 研究目的

群馬県交通まちづくり戦略には、「鉄道や路線バスの速達性や運行頻度を維持・向上」「公共交通に対する意識改革」等が含まれている。この戦略に沿う形で、本研究では「広域的な幹線バス路線網の整備案」を考えつつ、前節の通り、幹線バスには駅周辺を起点とする BRT の導入を想定する。そしてモータリゼーションの進行した自治体の住民を対象として、情報提供を実施しながら「意識改革」を行う。

本研究では、意識改革の定量的検証を行う。また自動車社会において駅周辺開発を行う際、新しい交通システムを導入した場合の効果を情報提供として示しながら、アンケート調査から、受容性を賛否とふさわしさの 2 点から評価し、それら受容性に影響を及ぼす属性・意識を明確化する。以上 3 点が本研究の目的である。

(3) 既存研究の整理と本研究の位置づけ

BRT 意向調査の解析には政令指定都市・東日本大震災や平成 30 年 7 月豪雨の被災地・海外都市において、研究が見られる。政令指定都市に関して、片岡ら¹⁾は岡山市と浜松市を対象としたアンケート調査を実施し、両市で共通して、環境意識が公共交通に対する意識に影響を及ぼしており、それは BRT 利用意向にも同様に影響を及ぼすことを明らかにしている。続いて元田ら²⁾は、被災地の BRT 導入に着目し、JR 気仙沼線跡の BRT の実状として沿線住民の BRT 利用意欲は、以前の JR 気仙沼線と比較し、大幅に低下していることを報告している。その要因として所要時間や定時性以外に、運行開始までの空白期間が約 1.5 年と長期化したことが背景にあると結論付けた。さらに神田ら³⁾は平成 30 年 7 月豪雨に伴う、広島～呉間に一時的に運用された災害対応 BRT の経済被害減少便益を約 50 億円と推計し、今回の BRT 運用は効果的であったことをまとめている。最後にガントゥムルら⁴⁾はウランバートルでの BRT 利用意向を分析し、写真よりもイラストを利用することで、回答者の利用意向は高まることを明らかにしており、この要因として、イラストは分析者が強調したい点を明示しやすいためだ、としている。

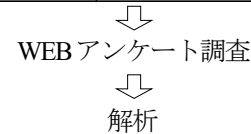
LRT・BRT 導入効果と環境問題に関して、金森ら⁵⁾は

現況把握

目的	管理者	対象計画・報告書	年次
近年の交通実態と太田市の方向性把握	(一財)地域公共交通総合研究所	第3回公共交通経営実態調査報告書	2022年
	国土交通省	交通政策白書	2021年
	群馬県国土整備部	ぐんま“まちづくり”ビジョン	2012年
		群馬県交通まちづくり戦略	2018年
太田市交通政策課	太田市地域公共交通網形成計画	2019年	

目的	管理者	対象計画・データ	対象都市	年次
太田市・熊谷市の人口と交通に関する実状把握	総務省	住民基本台帳	太田市	2021年
	群馬県	群馬県移動人口調査	太田市	2022年
	国土交通省	全国道路・街路交通情勢調査	国道407号	2015年
	東武鉄道	駅時刻表	太田駅	2022年
	国土数値情報センター	市町村境界データ	太田市・熊谷市	2020年
		緊急輸送道路データ	国道407号	2020年
鉄道路線		太田市・熊谷市	2021年	

目的	管理者	対象計画・報告書	年次
BRTの導入効果と国内事例	新潟市	新潟市BRT第1期導入計画	2012年
	つくば市	市域における BRT の導入検討(本文)	2020年
		市域における BRT の導入検討(資料2)	2020年



目的	分析名	分析内容
受容性の簡易的な把握	基礎集計	相応しき・賛否を回答割合から捉え、太田市にBRTが適切か分析
説明効果の検証	一元配置分散分析	計3回の情報提供による受容性の回答変化を分析
潜在意識の抽出	因子分析 主成分分析	多次元データを低次元に集約し、因子得点・主成分得点を抽出
受容性に関係する属性・意識の明確化	回帰分析	一般化線形モデルを使って、受容性に関係する属性・意識を明確化する その上で受容性を向上するのに効果的な施策を明確化する

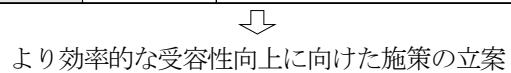


図-1 分析フロー

LRTの導入計画を評価したところ、自動車利用を控えることでCO₂の排出量が減少すること、導入前よりも人通りが増えることによる賑わい創出効果を客観的に判断できることを示した。また同じ環境面における効用として、森本ら⁶⁾は自転車・LRT・BRT・都心回遊バスについてはCO₂排出量の差は大きくないことと、道路区間全体の排出量を削減するためには、乗用車利用から約2割の転換が必要となることを示している。松中⁷⁾は、公共交通利用者は、自家用車利用者よりも中心市街地に長く滞在することで、街の回遊性を高め、賑わいをもたらしていることを明らかにした。

既存研究では、既に公共交通網が発達している政令指定都市や、災害発生地域を対象としたBRT導入の研究が多く、中核市(人口20万人程度)規模の都市を対象とした研究は少ない。またアンケート調査時にBRTの効用を説明した研究も少なく、両者に適合する研究はない。本研究は、中核市を対象とし、アンケート調査において公共交通利用における街の賑わい効果について説明を行いつつ、駅周辺開発について情報提供を行うことで、自動車社会におけるBRTの受容性を明らかにする点が既存研究に対する位置づけである。

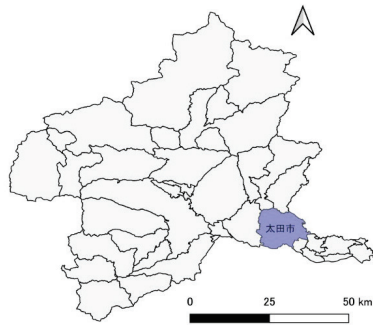


図-2 太田市の位置関係

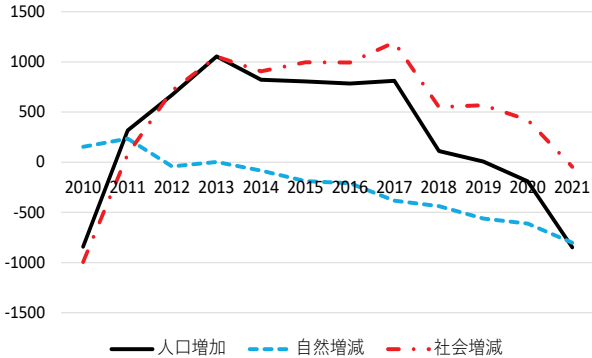


図-3 太田市の移動人口推移

2. 研究の構成・フロー

図-1 に示すように、分析を進める。まずは交通・社会における実状を表中の報告書等から把握し、今後の方針や方向性を公的文章から整理する。続いてオープンデータから、太田市と熊谷市の交通実態を捉える。そして国内の BRT 導入事例とそれらの整備事業費、さらに効果を新潟市やかつて BRT 導入を検討していた、つくば市の資料から整理する。

上述の流れに沿って現況分析した上で、アンケート調査を実施し、表中の分析手法を用いて、定量的に分析する。そして BRT 受容性を効率的に向上させるためのソフト施策を立案することを本研究の活用法としている。

3. 対象都市の概要と BRT 構想

(1) 施行時特例市について

施行時特例市は、2000 年 4 月の地方地自法の改正によって創設された、政令指定都市・中核市に次ぐ都市制度である。具体的には、地方分権を推進するために、人口 20 万人以上の要件を満たす市を対象に、県の事務の一部を移譲している。

そして 2014 年 5 月、地方自治法の一部を改正する法律が成立し、中核市の要件が人口 20 万人に引き下げられ、特例市制度が廃止された。これにより、県内では太田市

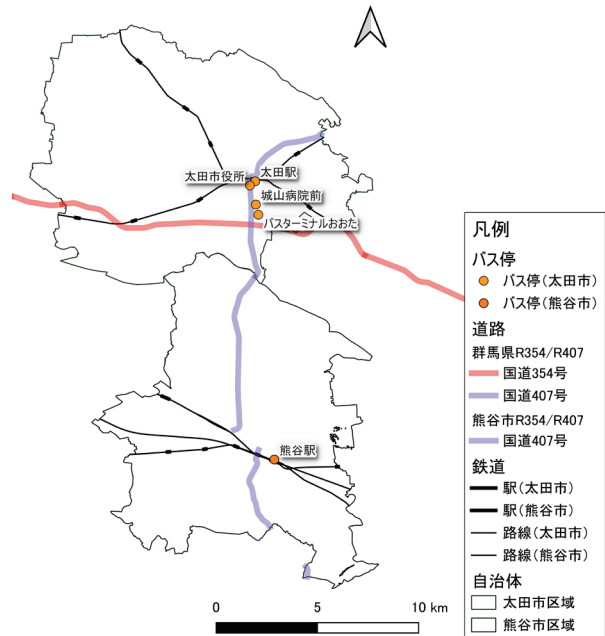


図-4 太田市と熊谷市の位置関係

と伊勢崎市が現在、施行時特例市に指定されている。

(2) 太田市の概要

太田市は群馬県南東部に位置し(図-2)、人口は約 23 万人である。なお人口に関する推移を図-3 に示している。2018 年をピークに人口総数は減少傾向であるが、世帯数は年々増加している。

市の中心駅は東武太田駅となっており、東武伊勢崎線・東武桐生線・東武小泉線が太田駅を中心に四方に延びている。なお太田駅は浅草行きの特急が毎時 1.2 本発車しており、それ以外は館林行きの普通電車である。このため、東京駅や新宿駅へ移動する際には JR 熊谷駅を利用の方が効率的である。平成 27 年国勢調査によると、熊谷市へ通勤通学している人数と熊谷市から通勤通学している人数は、それぞれ 1377 人と 2108 人となり^{注12)}、平成 22 年国勢調査と比較すると、それぞれ 85 人減少・285 人増加している。

(3) 群馬県 BRT 構想と道路整備

2018 年、群馬県は東毛広域幹線道路 BRT 構想調査を開始し、2021 年度に導入を目標にした全体計画が同年、まとめられた。東毛広域幹線道路(国道 354 号)とは、高崎市栄町を起点として、板倉町に至る延長 58.6km の主要幹線道路である。先ほどの BRT 構想とは、東毛広域幹線道路の優れた走行環境を生かした新たな広域公共交通ネットワークの作成を目指すものであり、2019 年 6 月の群馬県議会「まちづくり戦略特別委員会」では BRT 導入に関して前向きな答弁が目立っていた。しかしながら知事の意向や令和元年東日本台風被災への復興予算計

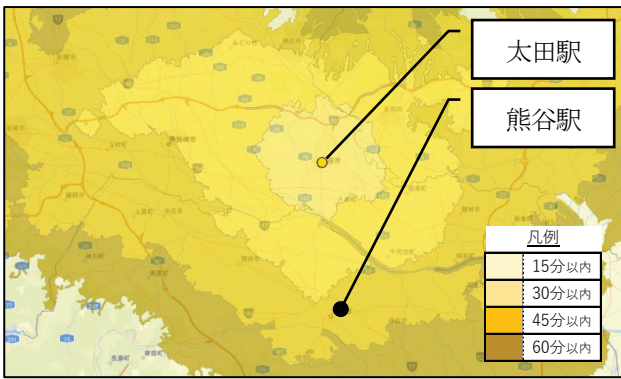


図-5 太田駅を起点とする自動車到達圏

上によってBRT計画は現在、凍結されている。

国道 354 号は太田市を横断するため、同市からの東西方向への移動性向上に、本道路は大きく寄与していると考えられる(図-4)。一方で南北方向の移動は国道 407 号が担っており、埼玉県まで続いているため、平成 27 年度全国道路・街路交通情勢調査では、市内の観測地点の中で刀水橋西詰交差点付近(国道 407 号)が最多 24 時間自動車類交通量となっている。このため、同ノードは主要渋滞箇所を選定されており、混雑緩和施策が必要なノードである。また図-5 に太田駅を起点とする自動車到達圏分析を ArcGIS Pro にて行った結果を示す。閾値は 15 分・30 分・45 分・60 分であり、熊谷駅へは 45 分～60 分要することが分かる。

(4) 近年の BRT 整備

表-1 に示すように、BRT の国内導入事例は、廃線跡を活用しているか、バス専用道路が整備されているかの 2 点で分類することができる。ひたち BRT (日立電鉄交通サービス) やかしてつバス (関東グリーンバス) は地方鉄道の経営悪化、日田彦山線 BRT ひこぼしライン (九州旅客鉄道) は台風による被災というそれぞれの要因で廃線となり、その跡地を BRT の専用道路として活用している。また、廃線跡の活用以外でバス専用道路を整備しているのは、ゆとりーとライン (名古屋ガイドウェイ

表-1 BRT 国内事例

廃線活用	バス専用道路	導入事業者例
活用	活用	ひたち BRT・石岡 BRT
	未活用	
未活用	活用	名古屋ガイドウェイバス 神奈川中央交通 (湘南台駅～慶応大学)
	未活用	岐阜 BRT (JR 岐阜駅～下岩崎)

表-2 他地域における BRT 整備費

新潟市	ひたち BRT	近鉄(内部・八王子線)
4.3 億円/km	3.5 億円/km	3.9 億円/km

表-3 詳細 WEB アンケート調査概要

調査対象	: 2005 年以前の旧太田市に在住する 15 歳以上の者
調査方法	: WEB アンケート調査
実施期間	: 2022 年 2 月
配布票数	: 200 票 (有効票 200 票)

バス) が国内で唯一の事例であり、バス専用道路を新たに整備することは空間上、困難であることが現実問題として存在する。

このような実状の中で、一般道のみを走行する BRT 事業が存在する。湘南台駅～慶応大学・厚木バスセンター～厚木アクスト (いづれも神奈川中央交通) や岐阜市内ループ線 (岐阜乗合自動車) ではバス専用道路を保有していない一例である。加えて岐阜市の例では、バス走行車線と一般車線の合計が片側 2 車線となる事業者でもある。しかしながら表-2 にあるように、BRT 整備費は 1km あたり 3 億円を超えるため、市税や県税の多くを投入することになる。つまり導入時における市民との合意形成が課題となっており、青山⁸⁾も同様の意見を述べている。

(5) 太田 BRT 構想

(2) で示した通り、太田市は今後南北方向の軸を強化し、熊谷市間の移動性を向上させる意向を示している。よって BRT は太田駅・熊谷駅を結ぶ路線であると想定し、国道 407 号を経由するものとし、計画路線を図-4 に示す。この際、太田駅と熊谷駅間のバス停には、交通結節点であるバスターミナルおおた・医療拠点である城山病院・太田市役所の 3 か所を選定した。

バス影響圏域各々の停留所の半径 200m に設定した。これは県内のバス停までの徒歩のアクセス・イグレス距離の最頻値が、共に 100m～200m であり^{注 13)}、200m が閾値として適切と判断したためである。

4. アンケート調査の概要

(1) アンケート調査の概要

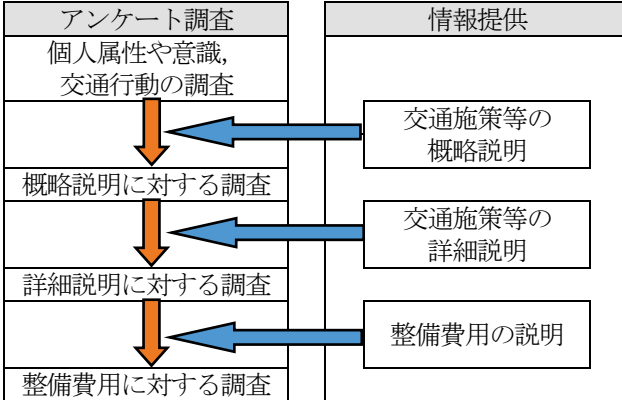
調査の概要を表-3 に示す。アンケート調査の対象は 2005 年の合併以前の旧群馬県太田市に在住する 15 歳以上の者である。合併以前の旧新田郡藪塚本町、旧新田郡新田町、旧新田郡尾島町は、合併して日が浅いことと、太田市都市計画マスタープランにおいて太田駅と異なる場所を拠点としているため対象外とした。調査は 2022 年 2 月に Web にて実施し、有効票 200 を得た。Web 調査を採用した理由は、ポスティングや郵送による調査では、若年層の回答率が低く、高齢者の回答率が高くなり、母

表4 母集団とサンプルの比較

全体	30歳未満	30歳代	40歳代	50歳代	60歳以上
母集団*	15.9	11.8	15.5	12.6	31.0
サンプル	8.0	13.5	26.0	31.5	21.0

*太田市人口（住民基本台帳，2021年3月時点）

表-5 アンケート調査・情報提供の流れ



集団に対し年齢構成が偏る傾向があるからである。一方、Web 調査では IT 端末を使用するため、高齢者の回答率が低く、若年層の回答率が高くなる懸念される。

表4に示すように、母集団に対し、1割以上の開きがあるのは40歳代・50歳代・60歳以上の年齢層であり、多少の年齢による偏りに留意しながら、分析を進めた。

(2) Web アンケート調査の内容と流れ

アンケート調査の流れは表-5のとおりであり、各項目について以下に示す。

a) 個人属性や意識・交通行動に対する調査

性別・年齢・世帯構成・居住地・就業形態・自動車免許保有・自由に使える自動車の有無・外出時の付き添い（家族・知人等）必要度・世帯総収入・自宅からの外出行動（通勤・通学や買い物，通院）に関する頻度と移動手段・居住地に求める立地要件と生活に関する意識，最後に自動車を運転する理由を尋ねた。ただし年収のみ，記入は任意としている。

続いて意識に関する設問を用意した。具体的な内容については、現在の住まいに対する考え・居住地に求める立地要件・日常生活に対する考え・自動車運転理由・コロナ感染期前と比較した時の外出頻度の変化である。なお、居住地に求める立地要件は高杉ら⁹⁾を参考に質問を設定した。高杉らは転居先地域選択に際して重要視する項目を尋ねるプレアンケート調査を実施し、その結果を参考に部分効用関数の説明変数を決定している。これを踏まえ、本調査でも居住地に求める立地要件の質問項目を設定した。

b) 交通施策等の概略説明

a)の後，交通施策等の概略説明を行った。説明内容は公共交通を使うことのメリットと，近年国内で導入され

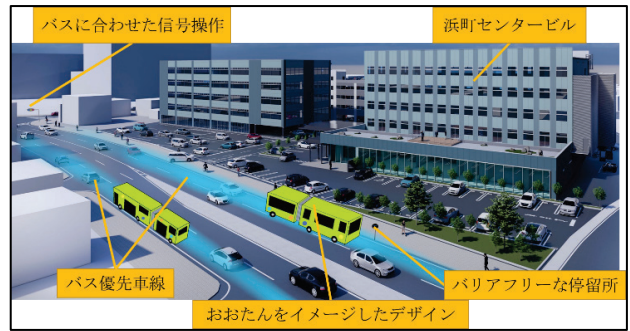


図-6 BRT 導入イメージ

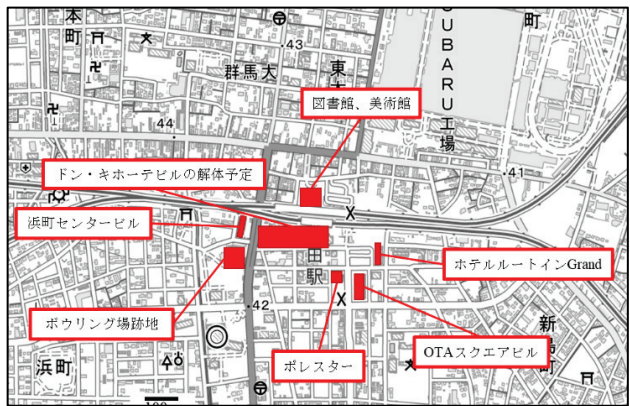


図-7 太田駅周辺開発動向

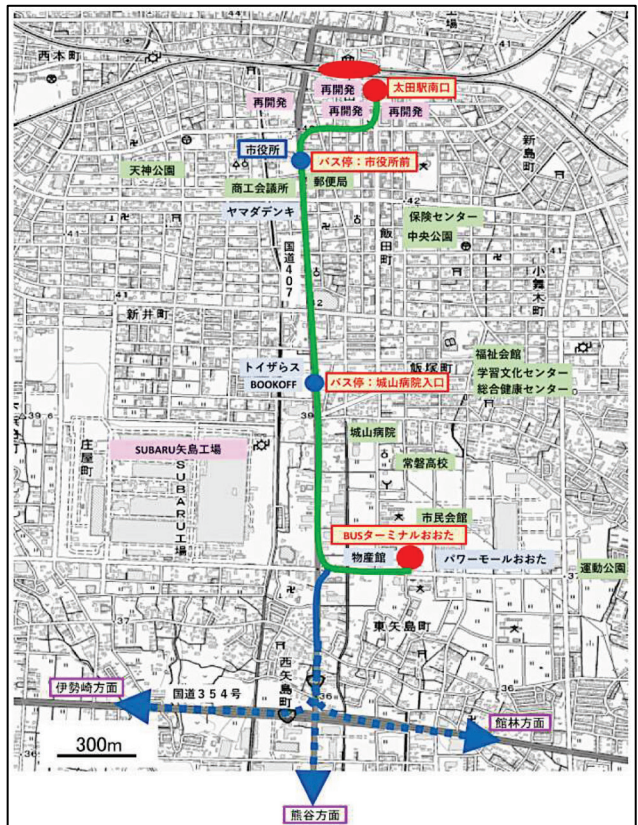


図-8 太田駅周辺のバス停設置案

た新しい公共交通の紹介の2つに分かれている。前者に関して、我々は具体例を5つ挙げることにした。1つ目は健康であり，歩行時間と医療費が反比例な関係であること，2つ目は自動車利用を控えることが環境問

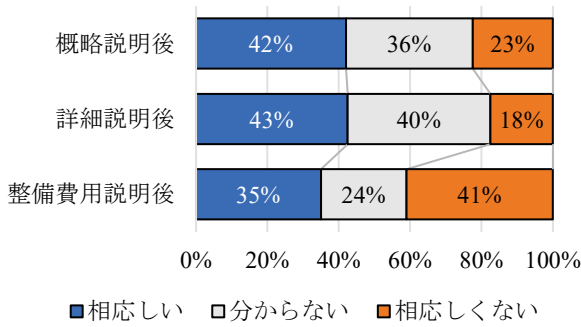


図-9 説明間のBRT相応しさの変化

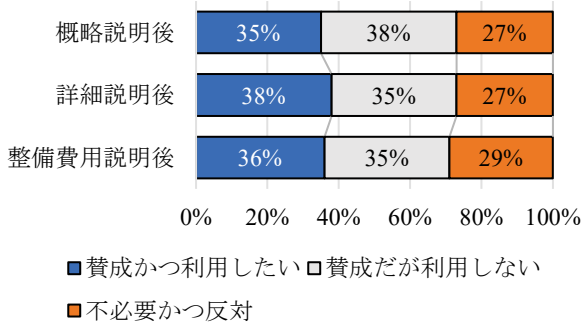


図-10 説明間のBRT賛否の変化

題の解決に寄与していること、3つ目は代表交通手段が自動車以外の人は自動車である人と比較して、地域への愛着が高いことを記している。最後は、まちの賑わいである。公共交通利用者は自動車利用者よりも、中心市街地での滞在時間が長いことを記した。

後者の新しい公共交通に関しては、LRT（次世代型路面電車）とBRT（バス高速輸送システム）、都市型ロープウェイの3つの事例を挙げた。説明では実際の導入事例（LRTから順番に富山市・新潟市・横浜市）を写真で示した上で紹介した。

c) 概略説明に対する調査

b)の後、太田駅を起点とするLRT・BRT・都市型ロープウェイ、それぞれの整備に対する相応しさと賛否を尋ねる。

d) 交通施策等の詳細説明

b)と比べてより詳細なBRTに関する説明と最近の太田駅周辺開発動向を紹介した。流れを以下に示す。

まずはBRTを導入した8都市を紹介し、BRTの特徴を述べる。続いて太田駅周辺の開発動向として3Dで立体的に図示したBRT導入イメージ(図-6)や太田駅周辺開発動向(図-7)、そして太田駅周辺のバス停設置案(図-8)を示した。

e) 詳細説明に対する調査

d)の説明後、BRT整備に関する調査を実施する。ここではBRTの特徴や計画路線に対する考えの後、最終的

表-6 説明効果の定量的検証(相応しさ)

比較対象		p 値
概略説明後	詳細説明後	0.251
概略説明後	整備費用説明後	0.154
詳細説明後	整備費用説明後	0.010*

*:5%有意 **:1%有意

表-7 説明効果の定量的検証(賛否)

比較対象		p 値
概略説明後	詳細説明後	0.553
概略説明後	整備費用説明後	0.751
詳細説明後	整備費用説明後	0.751

*:5%有意 **:1%有意

なBRTに対する相応しさ・賛否を尋ねている。

f) 整備費用の説明

群馬県東毛広域幹線道路 BRT 構想によって算出された、路線延長 1km あたり 4000 万円という事業費を計画に当てはめた、想定される事業費を提示する。

g) 整備費用に対する調査

整備費用提示後、再度 BRT に対する設問を用意した。

5. 受容性の把握や説明効果の検証

(1) BRT 受容性の把握

表-5 に示すように、交通政策等の概略説明・詳細説明・整備費用に対する調査にて BRT の受容性を尋ねており、調査前後の LRT の相応しさと賛否の結果を示す。詳細説明後の調査による LRT 相応しさは図-9 からみると判断すると、前橋に LRT が相応しいと思う割合は 50%であった。続いて、詳細説明に対する調査での LRT 賛否については図-10 に示した。

前橋市で LRT の調査を行った研究¹⁰⁾と比較して、相応しさ・賛否ともに賛成票は少ない結果となっており、一層の受容性向上に向けた取組みが必要である。

(2) 説明効果の定量的検証

説明効果の検証を一元配置分散分析にて行った。その結果を相応しさは表-6、賛否は表-7 にて示す。これによると相応しさは、詳細説明後と整備費用説明後の回答においてのみ有意差が見られ、他の説明間では有意とならなかった。このため、整備費用説明は相応しさを元の状態に戻しやすいと考えられる。なお賛否については、全ケースにおいて、有意な差異は見られないことから、賛否における説明効果は薄いと考えられる。既存研究⁹⁾にて写真よりもイラストを利用することで、回答者の利用意向は高まることをまとめており、今般は立証されていない。

表-8 潜在意識（居住地選択）の抽出結果

変数	因子1	因子2	因子3
	移動性重視	買い物重視	安心感重視
徒歩や自転車 で日常生活が済む地域	0.920	-0.016	0.103
自動車 で移動しやすい地域* （逆転項目）	0.053	0.045	-0.022
鉄道・バスが 利用しやすい地域	0.012	0.026	0.014
商業施設 に行きやすい地域	0.019	0.639	-0.135
郊外 ショッピングセンター に行きやすい地域	0.018	0.210	0.083
緑や自然が 豊かな地域	0.021	-0.028	0.372
自然災害や 火災などの危険性が 少ない地域	-0.045	-0.006	0.230
医療・福祉 施設に行きやすい 地域	0.037	0.176	0.425
寄与率	26.7%	21.5%	16.0%
累積寄与率	26.7%	48.2%	64.3%

表-9 潜在意識（生活意識）の抽出結果

変数	因子1	因子2	因子3	因子4
	環境意識	地域愛着	経済意識	健康意識
大気汚染 について関心 がありますか	0.873	0.053	-0.035	-0.002
家庭や 職場に配慮 した行動を していますか	0.834	-0.025	0.173	-0.025
地球温暖化 やエコに ついて関心 がありますか	0.803	0.043	-0.002	0.088
移動にか かる費用を 節約しようと 思っていますか	0.615	0.010	0.288	0.093
近所の方 との付き合い （あいさつ など）はあり ますか	-0.067	0.940	0.028	-0.071
地域の行事 やボランティア に参加して いますか	0.073	0.856	-0.181	0.079
自分の住 んでいる地域 に愛着を感 じていますか	0.125	0.522	0.178	0.029
光熱費を 節約しようと 思っていますか	0.359	-0.026	0.717	-0.014
いつも健康 でありたい と思ってい ますか	-0.035	0.086	0.543	0.303
医療機関 にかかる費 用を減ら したいか	0.279	0.038	0.517	0.067
健康のため 、食事に関 心をつけて いますか	0.012	-0.010	0.070	0.921
健康のため 、運動（た くさん歩く など）をし てみますか	0.352	0.002	-0.101	0.432
寄与率	26.7%	14.0%	12.9%	11.0%
累積寄与率	26.7%	40.7%	53.5%	64.5%

表-10 潜在意識（居住地選択）と受容性

		移動性重視	買い物重視	安心感重視
受容性	相応しさ	0.094	0.114	0.104
+	賛成	0.152	0.160*	0.164*
-	反対			

*: Spearmanの無相関検定（ノンパラメトリック）5%有意

表-11 潜在意識（生活意識）と受容性

		環境意識	地域愛着	経済意識	健康意識
受容性	相応しさ	-0.074	0.014	0.016	0.116*
+	賛成	0.154	0.069	0.127	0.06
-	反対				

*: Spearmanの無相関検定（ノンパラメトリック）5%有意

まれており、これは石崎ら¹¹⁾は環境意識と節約意識には相関があると結論付けている。続いて地域への関心が含まれるため、「地域愛着」とした。そして残りの2因子は「経済意識」「健康意識」とした。

各因子と受容性の関係性を表現するために、相応しさ・賛否との相関係数を分析する。各因子は連続変数である因子得点を代用する。また相応しさ・賛否は順序尺度であるため、通常（ピアソンの）相関係数での算出ではなく、順序変数と連続変数との相関なので、ポリシリアル相関係数をRにて算出する。しかしながらポリシリアル相関係数は正規分布を仮定している（パラメトリックである）ため、Shapiro-Wilk Test（シャピロ・ウィルクの検定）を行い、データの正規性を検証する。また当検定は、帰無仮説が「データは正規分布に従う」であるため、p値が有意水準以下である時、ポリシリアル相関係数では算出できない。この場合、スピアマンの順位相関係数（ノンパラメトリック）にて算出する。ただし、

表-12 主成分分析対象項目

略称	内容
Q12.1	太田駅周辺のにぎわいのために有用
Q12.2	太田市の誇りになる
Q12.3	「自動車の街太田」のイメージに合っている
Q12.4	外出しやすくなる
Q12.5	生活が便利になる
Q12.6	安全、安心なまちづくりのために有用
Q12.7	いつまでも住み続けられる街になる
Q12.8	高齢社会のために有用
Q12.9	CO2など環境負荷を減らすために有用

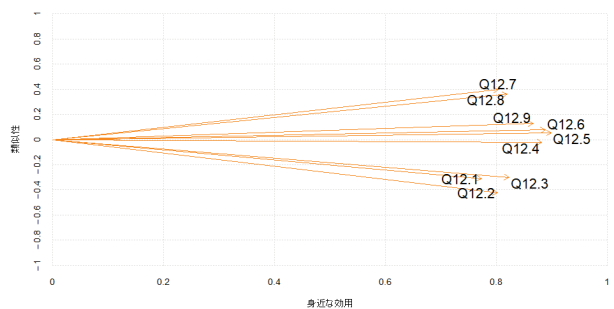


図-11 施策評価の主成分分析結果

6. 受容性に影響する潜在意識の把握

(1) 従来の探索的因子分析

探索因子分析において、現代までに様々な回転方法や因子抽出方法が開発されており、以前の研究¹⁰⁾では、プロマックス回転にて因子分析を行っている。プロマックス回転は計算が早く、確実に解を算出できる一方で、理論通りの因子構造をとらない場合や最適解を算出できる場合が起こることが指摘されている。

そこで今回はジオミン回転による斜交回転をRにて行った。ジオミン回転は、複数の因子に付加することを許しながら、付加しない因子の負荷量を0に近づける回転である。今般の因子分析では、以下の手順で因子抽出まで行う。まずは Kaiser-Meyer-Olkin の標準妥当性の測度（KMO 測度）を検証し、データに少なくとも1つの潜在因子が存在しそうかを確認する。続いて MAP（最少平均偏相関）・BIC（ベイズ情報量規準）から、最適因子数を決定する。最後にジオミン回転による因子分析を実施し、因子得点を求めている。

(2) 潜在意識の抽出

回答者がどこに住みたいかを尋ねる「居住地選択」の項目を因子分析した結果を表-8に示す。累積寄与率は64.3%であった。なお因子は3つ抽出でき、因子負荷量の大きい順に命名すると、まずは商業施設や郊外 S.C.への利便性が含まれるため、「買い物重視」とする。続いて移動手段に対する変数が含まれるため、「移動性重視」とする。最後は「安全性重視」とした。

回答者の「生活意識」の項目を因子分析した結果を表-9に示す。累積寄与率は64.5%であった。なお因子は4つ抽出でき、因子負荷量の大きい順に命名すると、まずは大気汚染や地球温暖化への関心が含まれるため、「環境意識」とする。なお、環境意識の因子に節約意識が含

表-13 回帰分析結果 (相応しさ)

説明変数	定数値・標準偏回帰係数		z値	
	定数値	標準偏回帰係数		
定数	-2.197	0.527	z<0.001 ***	
現在の住まいと太田駅距離(km)	0.187	0.000	0.095 *	
因子	環境意識	0.503	0.241	0.045 **
	健康意識	0.665	0.249	0.008 ***
主成分	身近な効用	-0.401	0.086	z<0.001 ***
精度	的中率83.0% AIC=188.73	z値閾値	***1%有意/**5%有意/*10%有意	

表-14 回帰分析結果 (賛否)

説明変数	定数値・標準偏回帰係数		t値	
	定数値	標準偏回帰係数		
定数	反対/賛成だが利用しない	-0.157	0.017	-31.588 ***
	賛成だが利用しない/賛成かつ利用する	2.127	0.258	6.942 ***
現在の住まいと太田駅距離(km)	-0.188	0.000	2.239 ***	
因子	安心感重視	-0.231	0.167	-1.531 *
	身近な効用	-0.741	0.097	-7.681 ***
主成分	類似性	-0.422	0.186	-2.314 **
精度	的中率62.0% AIC=334.1	t値閾値	***1%有意/**5%有意/*10%有意	

スピアマンの順位相関係数は、連続変数同士の相関係数を算出する、ピアソンの積率相関係数よりも低い数値であるため、Spearmanの無相関検定を行った。以上の結果を表-10・表-11に示す。

Spearmanの無相関検定結果によると、相応しさと有意に相関関係にある因子はないことが判明した。一方で賛否に関しては、居住地選択の因子「買い物重視」「安心感重視」が有意な相関関係であることが分かった。これにより、買い物に便利な地域や、健康に暮らせる地域を住みたい居住地に選択した回答者は、BRTに賛成しやすいことが分かる。なお、因子「買い物重視」「安全性重視」の相関関係は、どちらも連続変数であるため、ピアソンの積率相関係数を算出すると、0.344であった。賛否を目的変数にする回帰分析では、多重共線性に注意する。

(3) 主成分の抽出

回答者が BRT 施策の評価項目に関する設問があり、表-12に整理した。結果を図-11に示す。

第1主成分は「外出しやすくなる」「生活が便利になる」などの主成分負荷量が正の値を取っており、反対に「太田駅周辺のにぎわいのために有用」「太田市の誇りになる」が負の値を取っているため、第1主成分軸を「身近な効用」とした。つまり第1主成分得点が高い回答者は、BRT導入による効用を身近な生活への効果として認識しやすい属性と解釈できる。

第2主成分は「いつまでも住み続けられる街になる」「高齢社会のために有用」などの主成分負荷量が正の値を取っており、反対に「太田駅周辺のにぎわいのために有用」「太田市の誇りになる」が負の値を取っているため、第2主成分軸を「類似性」とした。故に第1主成分得点が高い回答者は、BRT導入による効用が太田市らしさを体現する施策として評価しやすい属性と解釈できる。

7. BRT 受容性に関する構造モデルの分析

(1) 一般化線形モデル (GLM) による解析

目的変数が連続変数である線形回帰は、直線を用いているため、予測値が負や1を超える問題点が存在する。非線形回帰は曲線等を用いることで、これらの問題点を解消している。

中でも今回は一般化線形モデルの1つである、ロジスティクス回帰分析を用いて、BRT受容性に関する属性・意識を定量的に分析する。シグモイド曲線で回帰した場合の一般式を(1)と(2)に記す。分母の $\exp\{-f(x)\}$ は0から $+\infty$ の値をとるため、目的変数 $p(x)$ は確かに0から1の範囲で収まっており、確率変数である。

$$p(x) = \frac{1}{1 + \exp\{-f(x)\}} \quad (1)$$

$$f(x) = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i \quad (2)$$

β_i : パラメータ x_i ; 変数

最尤法によるパラメータ推定を行い、符号の正負や数値の大きさによって、受容性に関する属性・意識を考察できる。なお的中率の観点から、目的変数が相応しさの場合は2項ロジスティクス回帰分析、賛否の場合は順序ロジスティクス回帰分析にて分析を行った。また解析の際は、精度を的中率から判断し、多重共線性に関してはVIFがどの項目においても10以下であることを確認しながら、分析を進めた。

(2) 解析結果

a) 相応しさ

表-13にて示す。目的変数は「1:相応しい」「0:分からない・相応しくない」のダミー変数である。なお的中率は8割を超えており、十分な精度であると考えられる。また太田市においてBRTが相応しいと回答しやすい属性・意識はパラメータの符号から現在の居住地と太田駅までの距離が遠い人や、環境意識や健康意識の高い人、そしてBRT導入に伴う効用を街全体の効果として捉える人である。

b) 賛否

表-14にて示す。目的変数は「1:賛成かつ利用する」「2:賛成だが利用しない」「3:反対」の順序尺度である。的中率は6割程度ではあるが、パラメータの符号や大きさから十分に説明できると判断し考察を進める。また太田市におけるBRTに賛成と回答しやすい属性・意識はパラメータの符号から現在の居住地と太田駅までの距離が遠い人や、求める居住要件に安心感を含める人、そしてBRT導入に伴う効用を街全体の効果として捉える人や太田市らしさを表す施策だと評価している人である。

故にBRT導入に伴う効用を街全体の効果として捉える人は肯定的回答を期待できることが明らかとなった。

これは図-6 や、図-8 で示した BRT 導入後のイメージ図が評価に繋がったためであったと考えている。

8. まとめ

(1) 研究のまとめ

交通分野における、カーボンニュートラルに向けた施策の1つとして、BRTの導入を国土交通省は進めており、2022年9月にガイドラインが整理されるなど、その動きは加速している。BRTは交通機関の中でも導入費用を低く抑えられる上に、ルート設定の際に自由度が高いメリットもあり^{注14)}、既存の一般道を活用したBRTも運行され始めている。さらにその導入自治体は、必ずしも人口規模の大きい都市とは限らず、施行時特例市規模では四日市市のサンサンシャトル（三岐鉄道）が挙げられる。また、熊谷市と太田市間の移動軸強化が上位計画に盛り込まれていること^{注15)}を背景として、施行時特例市である群馬県太田市における、BRTの受容性を相応しさ・賛否という2つの尺度から定量的に評価した。

BRT に対して、今回の調査では 35%しか相応しいと回答しておらず、賛否に関して、利用したいと回答した割合も 36%であった。これは前橋市における LRT 導入の調査¹⁰⁾と比較すると、同意を得られていないと判断できる。しかしながら費用説明後で反対回答が増加しており、この変化量のみ有意差が検出されている。この結果から、整備費用の明示は相応しさのみ、回答を変化させることが判明した。絶対的な額面だけでなく、路線長あたりの整備費用を他自治体と比較する説明を用意すべきであった。

続いて潜在意識の抽出を行った。まずはジオミン回転による因子分析であり、居住地選択から3因子と生活意識から4因子と抽出しており、これらの因子得点と受容性の関係を、スピアマンの順位相関係数から判断したところ、健康意識が高い人は相応しいと回答しやすく、居住地選択で買い物しやすい場所や生活する中で安心感を求める人は、賛成しやすいことが判明した。また施策評価に関しては、主成分分析を行っており、身近な効用と類似性の2つの主成分を抽出している。なお、因子得点や主成分得点は、BRT受容性に関する構造モデルの分析に活用されている。

最後に相応しさや賛否を目的変数とした、2項ロジスティック回帰分析と順序ロジスティック回帰分析をそれぞれ行った。居住地と太田駅が離れている人は肯定的回答を期待できるため、バス停を萬代橋ライン（新潟市）のように、交通結節点やモビリティハブとして整備する路線案が適切である。また BRT の導入効果を自身の生活における効用として捉えられている人も肯定的回答を期待

しやすいため、BRT 導入後の生活を表現する図の提示が、肯定的回答割合を高めることに繋がると考えている。

(2) 今後の研究課題

アンケート調査で想定したように、都市開発を行い、太田駅と熊谷駅間に BRT を導入した後の交通量推計を行い、実現可能性について検討することが今後の研究課題である。

謝辞：本研究は、関東建設工業株式会社と前橋工科大学地域・交通計画研究室の共同研究「太田駅周辺開発に対応した新しい交通システムに関する研究」として遂行した。ここに感謝の意を表する。

NOTES

- 注1) 環境省：パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略, pp.3-pp.4, 2021.10.22.
- 注2) 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構：目標 4 における研究開発の進め方等について, C⁴S 研究開発 PJ, 2020.07.29.
- 注3) 国土交通省 都市局：Project PLATEAU の取組みについて, pp.4, 2022.
- 注4) 国土交通省 社会資本整備審議会 道路分科会：第 78 回基本政策部会, 資料 2『新たなモビリティ(BRT)の利用環境の整備』, pp.3, 2022.03.11
- 注5) 国土交通省 道路局・総合政策局・都市局：道路空間を活用した地域公共交通(BRT)等の導入に関するガイドライン, pp.1-8, 2022.09.
- 注6) 一般社団法人 地域公共交通総合研究所：第 3 回公共交通経営実態調査報告書, pp.2-5, 2022.03.15
- 注7) 国土交通省：令和 3 年度交通政策白書, 第 II 部, 第 2 章, pp. 146-147, 第 204 回国会（常会）提出
- 注8) 日本交通政策計画 A-856：アフターコロナを見据えたスマートシェアリングシティに関する研究, pp.16-pp.17, 2022.07.
- 注9) 群馬県 地域創生部 地域創生課：ぐんま快疎アクションプラン（群馬県過疎地域持続的発展計画）, pp.3, 2022.03.
- 注10) 群馬県：ぐんま“まちづくり”ビジョン, pp.7, 2012.09.
- 注11) 群馬県 県土整備部 都市計画課：群馬県交通まちづくり戦略, 2022.05.
- 注12) 太田市 交通対策課：太田市地域公共交通網形成計画（改訂版）, pp.25, 2019.03.
- 注13) 群馬県 県土整備部 都市計画課：群馬県交通まちづくり戦略 資料編 3, pp.53, 2018.03.
- 注14) 国土交通省 道路局・総合政策局・都市局：道路空間を活用した地域公共交通(BRT)等の導入に関するガイドライン, pp.19, 2022.09.
- 注15) 太田市 交通対策課：太田市地域公共交通網形成計画（改訂版）, pp.89, 2019.03.
- 注16) 国土交通省 道路局・総合政策局・都市局：道路空間を活用した地域公共交通(BRT)等の導入に関するガイドライン, pp.35-pp.42, 2022.09.

REFERENCES

- 1) 片岡洸・橋本成仁：地方中心都市における住民の基幹公共交通システムに対する評価に関する研究—LRTとBRTを対象として—, 土木計画学研究・論文集, Vol.27, No.4, pp.693-700, 2010.
- 2) 元田良孝・宇佐美誠史・湯田直人：東日本大震災被災地での 鉄道復旧意識と BRT に関する考察, 交通工学論文集, 第 1 巻, 第 2 号 (特集号 B), pp.B_40-pp.B_46, 2015.
- 3) 神田佑亮・富永凌太郎・赤木大介・重光裕介・藤原章正：災害時の交通マネジメントの経済被害抑制効果に関する一考察—平成 30 年 7 月豪雨の広島～呉間の交通を対象として—, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.78, No.6, pp.II_400-II408, 2022.
- 4) ガントゥムルノミン・エレデネ・円山琢也：ウランバートルでの BRT の利用意向調査におけるイラスト・写真の影響分析, 都市計画報告書, 第 20 巻, 第 4 号, pp.427-pp.429, 2022.
- 5) 金森亮, 森川高行, 倉内慎也：LRT 導入が中心市街地活性化に及ぼす影響分析, 日本都市計画学会 都市計画論文集, No.45-3, 2010.10.
- 6) 森本涼子・伊藤圭・山本充様・加藤博和・柴原尚希：都市内旅客交通手段のライフサイクル CO₂ 排出量比較, 土木学会論文集 D3, Vol.68, No.5, pp.I_285-pp.I_290, 2012.
- 7) 松中亮治：公共交通が人とまちを元気にする, 学芸出版社, 2021.6
- 8) 青山吉隆：LRT 導入の課題と展望, 国際交通安全学会誌, Vol.34, No.2, pp.130-134, 2009.
- 9) 高杉叡生, 佐藤徹治, 竹間美夏：LRT・BRT の違いおよび都市内人口分布への影響を考慮した整備便益の計測—計測手法の開発と群馬県前橋市を対象とするケーススタディー—, 日本都市計画学会学術研究論文集, Vol.53, No.3, pp.1341-1347, 2018.
- 10) 木之下僚太郎, 森田哲夫, 森合勇登, 塚田伸也：モータリゼーションの進行した地方都市における LRT の受容性に関する研究, 土木学会論文集 D3, Vol.77, No.5, pp.787-800, 2022.
- 11) 石崎絢子・劉雨晨・甲斐田直子：消費者のエコ志向・節約志向が環境配慮行動に与える促進効果, 日本環境心理学研究論文集, 4(1), pp.20, 2016.

(Received ??? ??, ????)

(Accepted ??? ??, ????)

A STUDY ON ACCEPTABILITY OF BRT IN SPECIAL CITY AT THE TIME OF IMPLEMENTATION

Ryotaro KINOSHITA, Tetsuo MORITA, Kazuki IGAWA and Xingyu TAO

BRT (Bus Rapid Transit) is expected to be one of the transportation measures for carbon neutrality, and its introduction has been progressing even in cities with small population sizes. In this study, we analyzed the residents' intentions when BRT is introduced in a Special City at the time of Implementation, and Ota City, Gunma Prefecture, was selected as a case study city for analysis. It was found that people with high health consciousness and those who seek a safe and comfortable place to live and shop can be expected to respond positively to the acceptance of the BRT system. As measures to improve the acceptability of the BRT, it is possible to plan bus stops as transportation nodes and mobility hubs, and to present a diagram depicting life after the introduction of the BRT.