

都市内に分散した主要都市機能施設を支えるバスシステムの一体的整備方法に関する研究*

Study on Methodology for Planning and Design of New Bus-service Systems which Support Effectively Main Urban Facilities Function Scattered in Widely Area *

春名 攻**・銭 学鹏***・米田 貴浩****・山見 侑輝*****

By Mamoru HARUNA**・Xuepeng QIAN***・Takahiro YONEDA****・Yuki YAMAMI*****

1. はじめに

近年、地域の交通利便性向上と中心市街地活性化を目的に導入されるバスやバス付加サービスにより、交通利便性の向上がみられる地域もあるが、バスやバス付加サービスを導入するのみとなっており、中心市街地商業自体の再生は行われず、バス交通システム導入は中心市街地活性化に寄与しているとはいえない。

そこで、本研究では、地方都市を整合性のとれた持続可能で魅力的な都市に発展させることを目的とし、中心市街地整備と中心市街地と郊外部を結ぶバス交通システム導入の一体的整備計画案の策定とそのシステム論的分析を行った。対象地域は滋賀県草津市と大津市に設定し、既往研究¹⁾の中心市街地活性化の方法論を前提条件に、中心市街地再生とバス交通システム導入の一体的整備計画の策定、併せて、バス利用促進と路線沿線商業施設利用促進を目的にバス付加サービスの整備計画を策定し、その有用性を実証した。

2. 対象地域の現況

(1) 概要

本研究対象地である滋賀県大津市、草津市は琵琶湖に面し、比良比叡の山並みを臨む自然豊かな地域である。また、わが国の国土軸を形成している名神高速道路・国

道一号线・東海道新幹線・東海道本線など広域的な幹線交通網が集中しており、関西から東海、北陸への交通の要衝として重要な位置を占める。

このような豊かな自然条件、広域的交通条件の良さから、近年の中心市街地のマンション開発や丘陵地への大学の移転などにより、人口が増加し、発展してきている。しかし、急な発展には都市整備が追いついていない状況となっており新たな問題が出てきた。中心市街地では社会基盤の老朽化や地元商店街の衰退があげられ、郊外部にはロードサイド型の商業施設や大規模商業施設が相次いで立地したことにより、自動車交通量の増加が起こった。また、地域内における主要な公共交通機関であるバスはサービスの低下により、利用者が年々減少傾向にある。

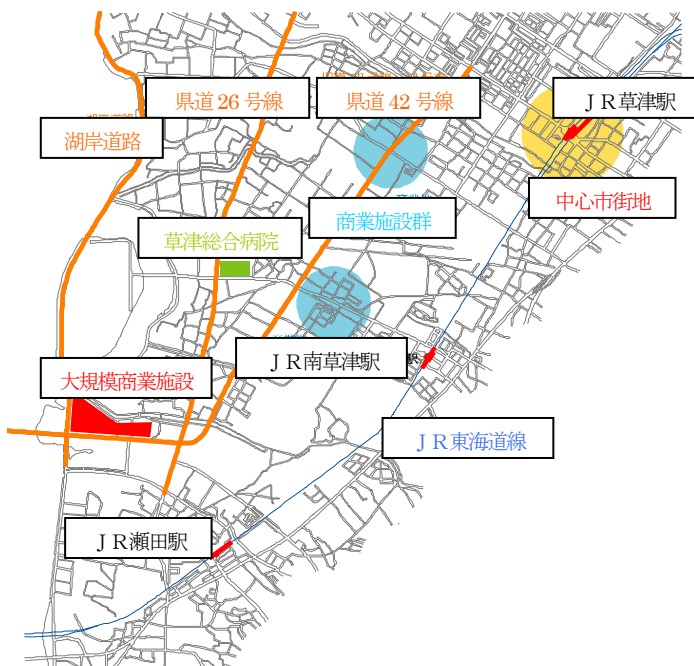


図-1 対象地の概要

*キーワード：地域計画、市街地整備、公共交通計画

**正員、工博、立命館大学総合理工学研究機構
(滋賀県草津市野路東1丁目1番1号、
TEL077-561-2736、FAX077-561-2667)

***正員、工博、立命館大学理工学部
(滋賀県草津市野路東1丁目1番1号、
TEL077-561-2736、FAX077-561-2667)

****正員、工修、日本貨物鉄道株式会社
(東京都千代田区飯田橋三丁目
13番1号、TEL03-3239-9111)

*****学生員、工修、立命館大学大学院創造理工学専攻
(滋賀県草津市野路東1丁目1番1号、
TEL077-561-2736、FAX077-561-2667)

(2) 対象地域内中心市街地の現況と課題

中心市街地内にあるJR草津駅は滋賀県で最も乗車人員が多く、人の流れが多い地域といえる。また、近隣にはマンション開発が相次いで行われ、半径1km以内に20000人が暮らす高密度なエリアである。このた

め、近隣道路の交通負荷は増大しており、歩車の混在、商店街内部の車の通行による安全面の問題が生じてきている。また、中心市街地商店街は店舗の老朽化や低未利用・空き店舗の増加、後継者問題、駐車場や道路整備の遅れから商業活動が低下している。

これらから、若者から高齢者まであらゆる世代に対応した都市環境整備の必要性があると考えられる。

3. 本研究における検討

(1) 中心市街地整備

前章で述べた滋賀県草津市の中心市街地であるJR草津駅前東地区の現況を踏まえて、既往研究では中心市街地の低未利用大型商業施設の有効活用方法について「施設多重利用形態」が提案された。「施設多重利用形態」とは、時間帯や週ごとに店舗内容を入れ替える施設の利用形態である。

表一 既往研究における大型商業施設再生のためのフロアコンセプトとその店舗内容

フロアコンセプト	昼間の施設内容	夜間の施設内容
医療施設・公共的施設のフロア	クリニック	アスレチックルーム
	サポート施設	市役所出張所・郵便局
	保育所	健康施設
	音楽教室	音楽イベント
	フリーマーケット	各種展示会
学習のフロア	図書館	本屋
	教育・研修施設	予備校・資格学校
	専門学校	学習塾
飲食店街・屋上庭園のフロア	カフェ・レストラン	レストラン・居酒屋
	屋上庭園	ビアガーデン

表一に示すように施設多重利用形態の店舗導入を提案するにあたって既往研究において設計された大型商業施設再生におけるフロアコンセプトを提示し、それに基づき導入施設を検討された。

本研究では既往研究での中心市街地の低未利用大型商業施設での施設多重利用形態を導入した場合の分析結果と指標を参考に、中心市街地整備を前提条件として考える。

(2) バス交通システム導入整備計画案の検討

a) バス路線の検討

対象地域は郊外に商業施設や病院など様々な都市施設が存在しているが公共交通は充実しておらず、住民は自動車主体の生活になっており、公共交通を必要とする高齢者、通勤・通学者にとって非常に不便な地域である。また、平成20年11月に大規模商業施設が開店し、対象地域内の自動車通行量が増加している。地域の主要な公共交通機関であるバス交通は運行本数、運行時間とも利用者のニーズを満たしておらず、対象地域は公共交通空白地域であるといえる。

そこで本研究では、通勤・通学者の最寄り駅であるJR東海道線南草津、瀬田駅を利用し、対象地域内の商業施設利用者には中心市街地にあるJR東海道線草津駅と郊外部との接点と商業施設間の回遊を考慮し導入整備バス路線を検討した。また、利用者のニーズに対応したバスサービス形態について考えるとともにバス停留所の形態についても検討した

(3) バス付加サービスに関する検討

前節では、バス交通システム整備の検討をしたが、整備することで対象地域内の交通利便性の向上は考えられるが、対象地域の現状を考慮すると地域内の回遊行動が充実するとは考えにくい。

そこで、本研究では、バス交通システム導入に伴うバス付加サービスとして、バス利用促進と商業施設利用促進を目的とした中心市街地商業施設と郊外商業施設が連携したサービスとして、買物バス無料券の配布、ICカードの導入、手荷物宅配サービスの三点を提案した。

4. 中心市街地整備とバス交通システム導入の一体的整備計画モデルの定式化

本研究では、対象地域内の利便性と回遊性を考慮しバス交通システム導入整備することを目的としている。そこで、バスサービス形態構築モデルとバス付加サービス構築モデルにより導入するバス交通システムのサービス水準を決定する。次に、通勤・通学、商業施設利用時の交通手段選択確率を算定し、バス利用者数を算定するが、商業施設利用の際のバス利用者は、商業地域別の来訪者数を算定し、商業地域別の来訪者数と買物時の交通手段選択確率により、商業施設を利用する際のバス利用者数を算定する。これら整備計画モデルを定式化することでバス利用者数、商業施設利用者の最大化を目指す。

(1) バスサービス形態構築モデル

$$\text{Max } U_1$$

$$U_1 = \alpha_0 + \sum_i^p \sum_j^q \sum_k^r \alpha_i X_{jk}$$

$$\text{Subject to } \sum_l B_{1l} \geq \sum_m C_{1m}$$

- U_1 : 本研究で導入するバス交通システム形態計画の総合効用
- α : 各種パラメータ
- X : カテゴリデータ(運行本数, バスの大きさ, バス停までの時間, 運賃, 運行時間, ノンステップの有無)
- B : 運行収入(一般利用料, 広告収入費)
- C : 運行費用(人件費, 車両購入費, 車両修繕費, 自動車税, 自動車重量税, 自動車損害賠償責任保険料, 燃料油脂費, バス停設置費)

(2) バス付加サービス形態モデル

Max

$$U_2 = \beta_0 + \sum_i^p \sum_j^q \sum_k^r \beta_i W_{jk}$$

Subject to $\sum_l B_{2l} \geq \sum_m C_{2m}$

U_2 : 本研究で導入するバス付加サービスの総合効用
 β : 各種パラメータ
 W : カテゴリーデータ(ICカード初期設定料金, 手荷物宅配料金, バス運賃無料券配布買物消費金額)
 B : バス付加サービス収入(ICカード初期購入費, 手荷物宅配料金)
 C : バス付加サービス費用(人件費, 初期導入費, システム維持費)

(3) 交通手段選択確率推計モデル

$$P_{ijt} = \frac{\exp(U_{ij})}{\sum_i \exp(U_{ij})}$$

$$U_{ij} = \theta_{ij} + \sum \theta_{ijk} Z_{ijk}$$

P_{ijt} : 利用目的jの時の個人iが利用可能な交通手段tを選択する確率
 U_{ij} : 利用目的jの時の交通手段iの効用
 θ : パラメータ
 Z_{ijk} : 利用目的jの時の交通手段iの効用に対する要因k

(4) 商業施設利用者数推計モデル

$$P_{vit} = \frac{\exp(v_i)}{\sum_j \exp(v_j)}$$

$$V_i = \sum_k \alpha_k \times r_{1k} \times Q_s \times P_{vit}$$

$$V_i' = V_i + V_i''$$

$$V_i'' = V_j \times rm_{ij}$$

P_{vit} : 個人iの対象地域内商業施設iを利用する確率
 v : 対象地域内商業施設の効用
 V_i : 対象地域内商業施設iの第一目的利用者数
 α_k : 対象地域内商業施設利用頻度選択肢kの選択割合
 r_{1k} : 利用頻度選択肢kの年間利用頻度
 Q_s : 母集団
 V_i' : 対象地域内商業施設iの総利用者数
 V_i'' : 対象地域内商業施設iの第二目的利用者数
 V_j : 対象地域内第一目的商業施設jの第一目的利用者数
 rm_{ij} : 対象地域内商業施設iから対象地域内商業施設jに回遊する確率

(5) バス利用者数推計モデル

$$V_{bus1} = rt \times R_1 \times \sum_i \alpha_i \times r_j \times Q_1 \times P_{bus1t}$$

$$V_{bus2} = rt \times R_2 \times \sum_i \alpha_i \times r_j \times Q_2 \times P_{bus2t} \times P_{JR}$$

$$V_{bus3} = rt \times R_2 \times \sum_i \alpha_i \times r_j \times Q_2 \times P_{bus3t} \times P_{non-JR}$$

$$V_{bus4} = rt \times R_3 \times \sum_k \sum_l V_{area}^k \times P_{sb}^l \times P_{bus4t}^k$$

$$V_{bus5} = rt \times R_3 \times \sum_k \sum_n V_{area}^k \times P_{sbrm}^n \times P_{bus4t}^k + R_3 \times \sum_k \sum_n \sum_o V_{area}^k \times P_{sbrm}^n \times l$$

$$V_{bus} = \sum_p V_{busp}$$

V_{bus} : 年間総バス利用者総数
 V_{bus1} : 対象地域内住民通勤・通学時バス利用者数
 V_{bus2} : JR利用での対象地域内への通勤・通学時バス利用者数
 V_{bus3} : JR利用無しでの対象地域内への通勤・通学時バス利用者数
 V_{bus4} : 対象地域内商業施設利用で回遊しないバス利用者数
 V_{bus5} : 対象地域内商業施設利用で回遊するバス利用者数
 rt : 一日のバス利用回数
 R_1 : 顕在化率(個別訪問調査のアンケート回収率)
 R_2 : 顕在化率(郵送調査のアンケート回収率)
 R_3 : 顕在化率(全体のアンケート回収率)
 α_i : 新設バス利用頻度選択肢iの選択割合
 r_i : 利用頻度選択肢iの年間利用頻度
 Q_1 : 母集団(対象地域内人口)
 Q_2 : 母集団(対象地域内への通勤・通学での流入人口)
 P_{bus1t} : 対象地域内住民通勤・通学時バス選択確率
 P_{bus2t} : JR利用での対象地域内への通勤・通学時バス選択確率
 P_{bus3t} : JR利用無しでの対象地域内への通勤・通学時選択確率
 P_{bus4t}^k : 第一目的商業施設利用時のバス選択確率
 P_{bus5t}^o : 回遊時バス選択確率
 P_{JR} : 対象地域内に通勤・通学者でJRを利用する割合(アンケート調査より)
 P_{non-JR} : 対象地域内に通勤・通学者でJRを利用しない割合(アンケート調査より)
 V_{area}^k : 対象地域内商業地域kの第一目的利用者数
 P_{sb}^l : 回遊行動を含まない消費行動lの割合
 P_{sbrm}^n : 回遊行動を含む消費行動割合

(6) バス交通システム事業システム算定式

$$P_{accumulate}^t = P^t + P_{abf}^t$$

$$P_{abf}^1 = 0$$

$$P_{abf}^t = P_{accumulate}^{t-1}$$

$$P = P_{after-tax} - C_{total}$$

$$P_{after-tax} = P_{before-tax} - B_{total} (r_{ct} + r_{cet} + r_{cit})$$

$$C_{total} = C_{maintenance} + C_{depletion} + C_{deposit} + C_{debt} + C_{fc}$$

$$B_{total} = B_{bus} + B_{ic} + B_d$$

$$r_{safety} = 100 \times P_{before-tax} / B_{total}$$

$P^i_{accumulate}$: i期における差引収支(余剰金累計)
P^i_{abf}	: i期における前期繰越残高
P	: 当期会計収支
$P_{after-tax}$: 税引後利益
$P_{before-tax}$: 税引前利益
B_{total}	: 営業収入
C_{total}	: 営業支出
r_{ca}	: 法人税率
r_{cet}	: 法人事業税率
r_{cit}	: 法人住民税率
$C_{maintenance}$: 年間維持管理費
$C_{depletion}$: 減価償却費
$C_{deposit}$: 積立金
C_{depr}	: 借入返済額
C_{fc}	: 利息
B_{bus}	: バス運賃収入費
B_{ic}	: ICカード利用収入費
B_d	: 手荷物宅配利用収入費
r_{safety}	: 経営安全率

表-2 バスサービス形態モデル適用結果

バスサービス形態	サービス水準
運行本数	1時間に6本
車両の大きさ	小型
バス停までの距離	自宅から3分
運賃	200円
運行時間	5時から23時
ノンステップの有無	有
最大効用	4.81764

表-3 バス付加サービス形態モデル適用結果

バス付加サービス	サービス水準
バス無料券配布買物消費金額	500円
ICカード初期導入負担額	1,000円
手荷物宅配サービス料金	300円
最大効用	4.72865

5. モデル適用結果

本研究で検討した中心市街地整備とバス交通システム導入の一体的整備計画の検討に関して、既往研究における分析結果と滋賀県草津市の地域住民と草津市郊外部の商業施設来訪者を対象に意識、意向を求めるためのアンケート調査の結果を前章にて構築したモデルで分析を行った。

分析結果を表-2から表-6に示す。整備後は既設バス路線利用者数(約41万人)からの大幅なバス利用者数の増加、回遊性の向上から中心市街地と郊外部の商業施設利用者数の増加が見込まれ、一体的整備の効果があると考えられる。また、表-6から事業採算性について6期目で黒字化しているがわかり、事業採算性、事業成立性があると考えられる。

6. おわりに

本研究では、中心市街地整備とバス交通システム導入の一体的整備計画を検討し、アンケート調査の結果から整備計画モデルによる定式化を行った。その結果、バス

表-4 バス利用者数推計モデル適用結果

利用目的	年間バス利用者数
対象地域内住民通勤・通学	1,556,187人
対象地域内へ通勤・通学	176,717人
商業施設利用	1,907,529人
計	3,640,432人

表-5 商業施設利用者数推計モデル適用結果

	整備前商業地域 年間総利用者数	整備後商業地域 年間総利用者数
JR草津駅西口前	12,560,006人	12,370,799人
JR草津駅東口前	7,689,117人	10,065,644人
中心市街地計	20,249,122人	22,436,443人
イオンモール草津	12,277,778人	12,448,702人
郊外大型商業施設群	13,676,622人	13,821,572人
郊外部計	25,954,400人	26,270,273人

表-6 バス交通システム事業システム算定式適用結果

	1期	5期	6期	10期
営業収入	838,457,300	764,203,300	759,189,300	752,107,300
年間維持管理費	352,612,108	315,485,108	312,978,108	309,437,108
補助	192,834,000	0	0	0
借入金	214,039,572	0	0	0
初期投資費	406,873,572	0	407,430,472	0
積立金による初期投資費	0	0	407,430,472	0
税引前利益	485,845,192	448,718,192	446,211,192	442,670,192
法人税	145,753,557	134,615,457	133,863,357	442,670,192
法人県民税	28,179,021	26,025,655	25,880,249	25,674,871
法人市民税	71,419,243	65,961,574	65,593,045	65,072,518
法人事業税	38,284,601	35,358,993	35,161,442	34,882,411
税金総額	283,636,423	261,961,680	260,498,094	258,430,858
税引後利益	202,208,769	186,756,511	185,713,098	184,239,334
減価償却費	73,237,243	73,237,243	73,337,485	73,337,485
積立金	81,486,094	81,486,094	81,486,094	81,486,094
借入金返済額	43,878,112	43,021,954	0	0
当期会計収支	3,607,319	10,988,780	30,889,519	29,415,754
前期繰越残高	0	16,019,031	27,007,811	93,523,657
差引収支	3,607,319	27,007,811	3,881,708	122,939,411
経営安全率	57.9%	58.7%	58.8%	58.9%

利用者数、商業施設利用者数の増加が見込め、中心市街地と郊外部の相乗的発展、対象地域を整合性のとれた魅力的な都市に発展させることができると考えられる。

今後の課題としては、整備した中心市街地商業施設の事業成立性、他公共交通機関の導入可能性などについて考えていく必要がある。

参考文献

- 1) 依藤晃晃：地方都市における中心市街地活性化を目指した商業施設再生方策に関する研究，2008
- 2) 橋本成仁ほか：中心市街地活性化に資するバス交通施策の評価ー豊田市「買物バス社会実験」を例としてー，土木計画学研究・講演集，土木学会，Vol. 37，2008
- 3) 山岸洋明ほか：中心市街地における大規模都市施設利用者の交通行動特性を考慮したハイブリッド型整備計画モデル開発に関する研究ーハイブリッド型整備計画モデルによる都市整備計画立案をめざしてー，土木学会年次学術講演回後援概要集，土木学会，Vol. 54，pp. 186-187，1999

バスサービス形態	サービス水準
運行本数	1時間に6本
車両の大きさ	小型
バス停までの距離	自宅から3分
運賃	200円
運行時間	5時から23時
ノンステップの有無	有
最大効用	4.81764

- (2) バス付加サービス形態モデル
- (5) バス利用者数推計モデル

(5) バス利用者数推計モデル

(4) 商業施設利用者数推計モデル

- 2) 土木学会編：土木工学ハンドブック，第52編
土地不動産，技報堂出版，1989.

3) Kaufman利用での対象地域内の通勤・通学時バス選択確率

$P_{i,local}^{bus,t}$: JR 利用無しでの対象地域内への通勤・通学時選択確率
 $P_{i,local}^{bus,t}$ Models 第k目的商業地域利用時のバス選択確率
 $P_{i,local}^{bus,t}$: 回遊時バス選択確率
 $P_{i,local}^{bus,t}$: 対象地域内へ通勤・通学者で，JRを利用する割合(アンケート調査より)
 $P_{i,local}^{bus,t}$: 松岡浩吉「フロンティア数学モデル」(1992)
 $P_{i,local}^{bus,t}$: 対象地域内へ通勤・通学者で，JRを利用しない割合(アンケート調査より)
v) 論文発表地
 $P_{i,local}^{bus,t}$: 対象地域内商業地域 kの第一目的利用者数を利用しない割合(アンケート調査より)
 $P_{i,local}^{bus,t}$: 回遊行動を含まない消費行動 lの割合
 $P_{i,local}^{bus,t}$: 回遊行動を含まない消費行動 lの割合

- 1) 土木計画学研究委員会：「土木計画学研究・論文集，
No. 13」論文の募集，土木学会誌，Vol. 81-1,

(6) バス交通システム事業収支算定式

	整備前商業地域 年間総利用者数	整備後商業地域 年間総利用者数
--	--------------------	--------------------