

交通手段の差異が都心部の歩行者回遊行動に与える影響に関する研究 —福岡市天神地区を対象として—

谷川 淳志

1. 研究の概要

1-1. 都心部における歩行者と交通手段の関係

近年、都心部では公共交通の利用が推進されるとともに、歩行者の利用を中心とした都市空間の整備が進められている。また、複数の公共交通の駅や停留所（ノード）が共存する地域では、その分布が歩行者の回遊行動に影響を与えると予想される。そのため、ノードの分布と歩行者の関係性を慎重に捉えながら、公共交通と都市空間を一体的に整備する必要があると考えられる。

1-2. 研究の目的と構成

本研究は、交通手段の差異が都心部での歩行者の回遊行動に与える影響について考察することを目的とする。本稿2章では、実施したプローブパーソン調査（以下、PP調査）の概要を示す。3章では、得られた調査結果をもとに定量的分析を行う。4章では、個々のデータを参照し、回遊行動の傾向について論じる。

1-3. 既往研究の整理と本研究の位置づけ

都心部での歩行者の回遊行動への影響要因については、様々な視点から研究されている。歩行空間や街路構成が与える影響について、安藤ら(2018)¹⁾はPP調査を通して、中井ら(2021)²⁾はGPSデータ取得を通して明らかにした。大石ら(2017)³⁾はPP調査を用いた回遊行動の中心性の評価手法を提案しており、太田ら(2021)⁴⁾は店舗賃料との関係性を明らかにした。

しかし、回遊行動に関連する変数として歩行者が利用する交通手段、特に公共交通の駅や停留所（ノード）に着目して分析した研究は見られない。本研究は交通手段の選択による歩行者の回遊行動の差異を比較し、交通手段のノード分布が歩行者の都心部での回遊行動に与える影響について考察する点に新規性がある。

1-4. 調査対象地の特性

本研究では、商業施設が集中し日中の歩行者の活発な回遊行動が期待されること、地下鉄空港線（以下、地下鉄）及びバスの路線が通過していること、広域にわたって公共交通のノードが分布していることから、福岡市の天神地区（図1）を調査対象地とする。地下鉄は地区内の北側に位置し東西方向に伸びている。そ

れに対し、バス路線は北側・南側それぞれで東西方向に伸びるほか、天神中心部を南北方向に貫く渡辺通りにも停留所が分布している。



図1 調査対象地の公共交通ノード（基盤地図をもとに作成）

1-5. PP調査の概要

利用する交通手段の差異による歩行者の回遊行動への影響を比較するためPP調査を実施した。調査の流れを図2に示す。初めに、各被験者が利用する公共交通をバス・地下鉄のどちらかに指定した。被験者に移動のログを記録するアプリを使用してもらうことで、回遊行動を記録した。その後、同様の公共交通で博多駅に戻ることで調査終了とした。天神地区内における回遊行動のGPSログデータを抽出し分析を行った。

調査は8月28日（日）と10月15日（土）の2日間行い、どちらも休日に実施した。

1-6. 被験者の属性

体力的に長時間の歩行に支障が少ない大学生を中心に被験者を募集し、九州大学・大学院、熊本大学の学生をはじめ計39名の協力を得られた。そのうち記録が正常に行われなかった2件のデータを除き、37件の有効なデータを分析対象とした。



図2 調査のフローチャート

2. 回遊行動の定量的分析

2章ではPP調査により得られたデータを用いて、①歩行者の回遊行動の総経路長、②南北・東西方向の移動成分、③第1トリップまでの経路長と降車場所の選択、④地下通行の4点について分析する。本研究では天神地区の主要な街路である渡辺通り方向を南北方向、明治通り方向を東西方向と定義する(図3)。

表1 交通手段別の回遊行動の平均値

| | 総経路長 | 南北方向 移動成分 | 東西方向 移動成分 | 南北方向 回遊長さ | 南北方向 回遊長さ | 第一トリップ までの経路長 | 地下通行 |
|--------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------|------|
| バス(m) | 4,887 | 4,058 | 4,066 | 625 | 583 | 265 | 219 |
| 地下鉄(m) | 4,850 | 3,945 | 3,960 | 543 | 593 | 503 | 373 |



図3 南北(渡辺通り)方向と東西(明治通り)方向の長さ

2-1. 総経路長の分析

被験者が天神地区の駅及び停留所で公共交通を降り回遊行動を始めた点(以下、起点)から、公共交通に乗り回遊行動を終了した点(以下、終点)までの経路長を総計し、バス利用者と地下鉄利用者の差異を比較した。表1に示すように、バス利用者の平均は4,887m、地下鉄利用者の平均は4,850mと殆ど差は見られなかった。

2-2. 南北・東西方向の移動成分の分析

交通手段の差異が通りの方向別の移動距離に与える影響を分析した。はじめにGPXデータから記録の各ポイント間の移動成分を緯度・経度で算出し、メートル換算して⁽¹⁾絶対値の総和を取る。本研究で取り

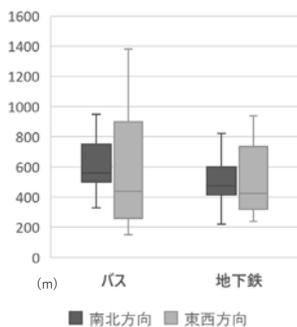


図4 回遊範囲の東西南北長さ

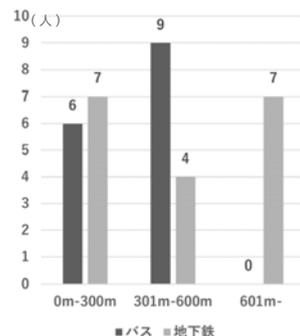


図5 第一トリップまでの経路長

扱う東西・南北方向は、正確な方位に比べて傾いているため(図3)、正確な方位の成分に15°の変位を乗じて近似した。表1に示すように、南北方向における移動成分の平均はバス利用者では3,106m、地下鉄利用者では3,022mとなり、東西方向における移動成分の平均はバス利用者では3,211m、地下鉄利用者では3,128mとなった。わずかにバス移動の方が値が大きいが、両者に大きな差は見られなかった。ただし、この分析ではベクトルの絶対値を扱っているため、100mの距離を往復した場合と、一方に向かって200m進んだ場合が同じ値として計算されている。そのため、交通手段の選択による移動成分の差がないと断定することはできない。

次に回遊行動のルートを南北方向・東西方向の二軸で見た時に端部となる点を取り、それぞれの軸方向における回遊範囲の長さ(図3)を算出し⁽²⁾、箱ひげ図を用いて表した(図4)。東西方向についてバス利用者の方が回遊範囲の幅が大きくなるのが分かった。

両分析を総合すると、回遊行動の起点と終点を細かく選択可能なバス利用者は、駅に戻る必要のある地下鉄利用者に比べて、主に東西方向の回遊行動の自由度が高くなると考えられる。

2-3. 第1トリップまでの経路長と降車場所の選択理由

交通手段の選択が被験者の訪れる場所・トリップに与える影響を分析した。本研究ではログデータを参照し、建物・屋外施設に2分以上滞在したものをトリップと定義し、そのうち起点から数えて最初のトリップを第1トリップと呼称する。ログデータをもとに起点から第1トリップまでの経路長を算出し⁽³⁾比較する。表1に示すように、バス利用者は平均265m、対して地下鉄利用者は503mとなった。図5に交通手段ごとに第一トリップまでの経路長の分布を示す。バス利用者は600m以内に集中しているのに対し、地下鉄利用者はどの範囲にも一定数が分布していることから、バス利用者は目的地に合わせて起点を選択していると考えられる。

続いて、バスを利用した被験者に、起点として利用したバス停選択についてアンケートを行った。解答を得られた18名のうち83%にあたる15名が「目的地に近いバス停を選んで降りた」と回答し、残りの3名から「降りたバス停付近で目的地を決めた」との回答が得られた。このことから、バス利用者の第1トリップまでの経路長が小さい値に集中する要因は、被験者が目的地までの距離が最短になるような起点を降車場所として選択していることにあるとわかる。

表2 回遊の起点・終点の選択（起点・終点のアルファベットは図1に対応）

| バス | B1_01 | B1_02 | B1_03 | B1_04 | B1_05 | B1_06 | B1_07 | B1_08 | B1_09 | B1_10 | B1_11 | B1_12 | B1_13 | B2_01 | B2_03 | B2_04 | B2_06 | B2_07 | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| 起点 | Kc | Kb | Wb | Kd | Wd | Wc | Md | Wd | Wb | Wb | Wc | Wc | Kc | Kg | Mg | Ma | Kc | S | Kc |
| 終点 | Kg | Wa | Wc | Wb | Wb | Wb | Wa | Wc | Wb | Wb | Wc | Wd | Mf | Kd | Kg | Me | Wa | Wd | Wb |

| 地下鉄 | S1_01 | S1_02 | S1_03 | S1_04 | S1_05 | S1_06 | S1_07 | S1_08 | S1_09 | S1_10 | S1_12 | S2_01 | S2_02 | S2_03 | S2_04 | S2_05 | S2_06 | S2_07 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 起点 | 天神駅 |
| 終点 | 天神駅 | 赤坂駅 | 天神駅 | 赤坂駅 | 天神駅 | 天神駅 | 天神駅 |

※緑印は
起点終点が
同じデータ

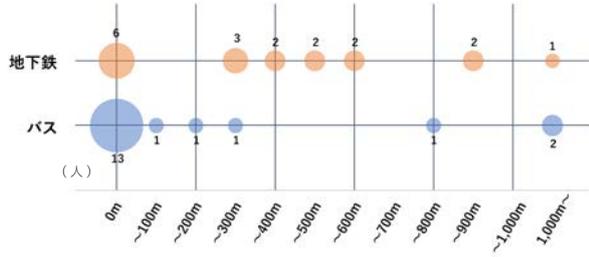


図6 被験者の地下通行の総経路長別人数

2-4. 交通手段別の地下通行距離の分析

天神地区は地上の街路に加えて地下街も発達していることから、歩行者の地下通行⁽⁴⁾も回遊行動に影響すると捉えることができる。したがって交通手段の差異が地下街利用に及ぼす影響について分析する。

被験者からの申告及びログデータの読み取りにより、地下通行の回数とその経路長を算出した。図6に示す通り、地下通行を行ったバス利用者6名に対し、地下鉄利用者は12名が地下街を利用した。平均経路長を比較すると（表1）、バス利用者が219m、地下鉄利用者が373mとなり、こちらも地下鉄利用者の値の方が大きくなった。

以上から、地下鉄利用者が降車した地下鉄天神駅と地下街が接続しているため、バス利用者に比べ、地下通行を行なった被験者が多くなったと考えられる。

2-5. 小結

定量的分析を通して、都心部における交通手段の選択が歩行者の回遊行動に与える影響として、以下の4点が考えられる。

第一に、回遊行動の総経路長にはほとんど影響しない。第二に、回遊行動の起点と終点を細かく選択可能な交通手段では、ノードの数や位置が制限されている場合に比べて、回遊行動の自由度が高くなる傾向にある。第三に、利用者が目的地までの距離が最短になるような起点を降車場所として選択可能な交通手段では、目的地までの経路長が小さい値に集中している。第四に、地下街の接続した交通手段の利用者は、地下通行が誘発されやすい傾向にある。

3章では、各パラメータの平均値からは読み取りにくい回遊行動の傾向について、個々のログデータを読み解くことで、公共交通の差異が与える影響について分析する。

3. 回遊行動の傾向分析

3-1. 地下鉄利用者の起点・終点

被験者が回遊行動の起点・終点として使用したノードを表2に示す。

地下鉄の利用者は2名を除いて地下鉄天神駅を起点・終点として選択していた。地下鉄はバスに比べて地区内のノードの数が少なく、地点が制限されているために天神駅に集中していると考えられる。

10月15日には、PP調査の終了直後に被験者へアンケートを行った（表3）。調査を通しての所感について尋ねたところ、地下鉄利用者の半数以上が「駅や大通りに戻ることを意識して回遊行動をとった」という趣旨の回答が得られた。地下鉄のノードの少なさが利用者の回遊行動を制限していると考えられる。

3-2. バス利用者の起点・終点

表1のバス利用者の起点・終点のアルファベットは図1でノードに振り分けたものと対応している。同一のノードを選択している被験者は3名にとどまり、大多数が起点と終点で異なるノードを選択している。

図7にバス利用者が選択した起点と終点をプロットした。起点は渡辺通りの東西どちらにも分布が見られるが、終点は渡辺通りより西側には見られなかった。

表3 PP調査第二日程の被験者を対象としたアンケート結果

| | 起点 | 第一トリップ | 理由 | 最後のトリップ | 理由 | 終点 | 駅・大通りの意識 |
|-------|----|----------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------|----|----------|
| B2_01 | Kg | キャナルシティ博多 | 昼食 | ロフト | 買い物 | Kd | - |
| B2_03 | Mg | アクロス福岡 | 見に行きたかったから | キャナルシティ博多 | 買い物 | Kg | - |
| B2_04 | Ma | 大名の古着屋 | 寄りたかったから | ロフト | 買い物 | Me | - |
| B2_05 | Kc | ドーナツ屋→ベスト電器 | 行列が気になりバスを降りた人が多く断念、買い物に | 天神北のドールコーヒー | 飲みたかった | Wa | - |
| B2_06 | S | コメダ珈琲 | 昼食 | ビックカメラ1号店 | 時間調整 | Wd | ○ |
| B2_07 | Kc | H&M | 商業施設が集まる所のバス停で降り、無印に行く途中で寄った | バルコ | バス停の近くだから | Wb | - |
| S2_01 | 天 | CAITAC SQUARE GARDEN | 人が少ないから | 地下街のスタバ | ドーナツ屋からあぶれて | 天 | - |
| S2_02 | 天 | キャンドゥ | 買い物 | LAMP LIGHT BOOKS CAFÉ | 行ってみたかったから | 赤 | - |
| S2_03 | 天 | 天神三丁目のラーメン屋 | 昼食 | バルコのアニメイト | 寄りたかったから | 天 | ○ |
| S2_04 | 天 | ソリアステージ | 寄りたかったから | ドン・キホーテ | 寄りたかったから | 赤 | - |
| S2_05 | 天 | 天神ビジネスセンター | 見に行きたかったから | リバレイン | 買い物 | 天 | ○ |
| S2_06 | 天 | H&M | 目をつけてた商品を見に行った | ショッパーズの無印良品 | 寄りたかったから | 天 | ○ |
| S2_07 | 天 | 国体道路のマック | 昼食 | リッツカールトン | 時間調整、見に行きたかったから | 天 | ○ |

凡例 天：地下鉄天神駅 赤：地下鉄赤坂駅
アルファベット：図1-4に対応

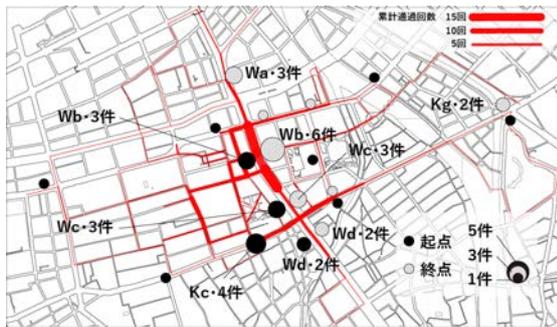


図7 バス利用者の回遊経路(回遊行動の経路を着色)



図8 地下鉄天神駅利用者の回遊経路(回遊行動の経路を着色)

また、2-2 で示したように回遊行動は東西方向の自由度が高くなるのに対し、実際に利用されたノードは、東西方向の通り沿いではなく、南北方向の渡辺通り沿いに集中していた。

3-3. 回遊ルートの傾向分析

3-1、3-2 を踏まえて、回遊ルートを精査した。バス利用(図7)・地下鉄利用(図8)のいずれも渡辺通りから明治通り・西通り方面へと回遊している。ただし、西通りより先へ移動した地下鉄利用者があまり見られなかった一方で、バス利用者は天神と赤坂の間に位置する大名地区の街路を複数名が通行している。

図7では明治通り・国体道路沿いのバス停は、渡辺通り沿いのバス停と比べて同等かそれ未満しか利用されていない。しかし、先述の通り東西方向の回遊行動の自由度は高く、東西方向のバス停の利用状況に関わらず、ノードの存在自体が歩行者の回遊を促していた。一方で、地下鉄利用者はノードが少ないことで、「駅に戻らなければならない」といった心理的制限が生まれ、回遊範囲がバス利用者よりも小さくなっていると考えられる(図8)。以上のことから、ノードの活用状況に関わらず、ノード分布の多寡が歩行者の回遊行動を心理的に制限している可能性がある。

渡辺通り沿いのバス停を利用した14名を対象に、「普段天神地区に出かける際に利用する交通手段」を調査したところ、11人が地下鉄・鉄道、2人がバス、1人が徒歩と回答した。普段バスをほとんど利用しない被験者にとっては、最後に訪れた場所から最短のバス停を探すよりも、博多駅行きのバス停の位置がわかりやすい渡辺通り沿いで終点を選択する傾向にあるのではないかと考えられる。

4. 研究の総括

4-1. 考察

交通手段の差異が回遊行動に与える影響について整理する。天神地区におけるバスと地下鉄の最大の違いはノードの分布であり、地下鉄駅に比べてバス停は数が多く、位置している範囲も広い。このことが地下鉄

利用者の一部に見られた「ノードに戻らなければならない」という心理的な制限を緩和し、東西方向の回遊行動の自由度を高める要因になり得ると考えられる。

範囲や数といったノードの分布の差が歩行者の回遊行動に影響を与える。回遊行動の起点を選択するには目的地までの回遊経路を最適化を可能にする。また、終点を選択可能であるという心理的余裕が生まれ、回遊範囲が拡大する効果も考えられる。

4-2. 今後の展望

現在天神地区では明治通り沿道の街区を中心に多数のビルの建て替えが展開されており、数年のうちに複数の商業施設が開業・移転予定である。加えて、本研究では取り扱わなかった地下鉄七隈線の天神南駅と博多駅を結ぶ延伸事業も進んでおり、当該路線が開通すると、渡辺通り方向の回遊行動にも変化が生じると予想される。本研究を足がかりとし、今後は調査を継続して経年変化を捉え、調査のサンプル数を増やしてより包括的な回遊行動の研究へ展開したい。

〈謝辞〉

本研究のPP調査に際し協力を賜った方々に謝意を申し上げる。

脚注

- (1) 緯度・経度のメートル換算には地球の周長を用い、緯度(南北方向)については1あたりの距離を111,000mとして、経度については緯度の影響による周長の差を考慮し1°あたり111,000m × cos33.6°として近似的に算出した。
- (2) データの信頼性を高めるため外れ値を除外したのちに分析を行った。外れ値の処理については、当該値を除いた群の第三四分位数と第一四分位数の差δを求め、当該値が第三四分位数に1.5δを加算した値よりも大きい場合に外れ値として扱った。
- (3) (2)と同様の手順で外れ値を処理した上で分析した。地下鉄利用者のデータは外れ値に該当するものは無かったが、バス利用者のデータは4件を外れ値として処理した。
- (4) 本研究における地下通行は天神地下街での徒歩による利用に限定している。地下鉄駅から地上への地下街を経ない移動や、地下街に接続した商業施設の地下階での回遊は地下通行の回数および経路長から除外している。

参考文献

- 1) 安藤亮介、氏原岳人(2018)「プローブパーソンデータを用いた中心市街地における歩行者中心の都市空間創出の影響分析 - 来訪者の交通行動と居住地特性に着目して -」都市計画論文集 53(2), pp.161-171
- 2) 中井智仁、吉田長裕(2021)「モバイル位置情報データを用いた歩行者回遊密度と街路構成の関連分析 - 大規模ターミナル駅周辺を対象として -」第19回関西支部研究発表会講演概要集
- 3) 大石真生、斉藤和巳、渡邊貴之(2017)「観光行動分析のためのプローブパーソンデータを用いた中心性指標の評価」情報処理学会第79回全国大会講演論文集 2017(1), 791-792
- 4) 太田明、高橋大志、兼田敏之(2021)「商業店舗資料と携帯電話端末GPSによる歩行者通行量データとの関係に関する研究 - 下北沢駅周辺を対象として -」経営課題にAIを! ビジネスインフォマティクス研究会(第17回)