

東京大学大学院新領域創成科学研究科
社会文化環境学専攻

2021 年度
修 士 論 文

歩行者天国実施時の歩行者挙動特性に関する研究
-スマートフォン GPS と LiDAR を用いた分析-
Study on Pedestrian Behavior Characteristics
on Pedestrian Street
-Analysis using smart phone GPS and LiDAR-

2022 年 1 月 17 日提出
指導教員 出口 敦 教授

野 上 昌 孝
Nogami, Masataka

1 章 序論	5
1.1. 研究の背景	
1.2. 研究の目的	
1-3. 人流測定技術及び既往研究の整理と研究の位置づけ	
1-4. 各章の構成	
2 章 柏駅周辺地域の変遷と現況	15
2-1. 研究対象地の選定	
2-2. 柏駅周辺地域の市街地形成とその背景	
2-3. 柏駅周辺地域の現況	
2-4. ハウディモールの位置づけと取組み	
3 章 柏駅周辺地域の回遊領域の広がり	43
3-1. 回遊を評価する変数	
3-2. 研究の手法	
3-3. ポイント型流動人口データと歩行者通行量調査の比較	
3-4. 曜日や属性に着目した回遊領域の広がり	
3-5. 歩行者天国に着目した回遊領域の広がり	
3-6. 小結	
4 章 歩行者天国実施時の歩行者挙動特性	67
4-1. 調査手法	
4-2. LiDAR 分析手法	
4-3. 調査結果の概要	
4-4. 歩行場所ごとの傾向	
4-5. 時間変化でみた歩行者挙動特性	
4-6. 小結	
5 章 結論	103
5-1. 人流分析手法の構築	
5-2. 歩行者天国実施の効果・課題	
5-3. 他地域への応用可能性	
5-4. 今後の展望	

第 1 章 序論

- 1. 1. 研究の背景
- 1. 2. 研究の目的
- 1-3. 人流測定技術及び既往研究の整理と
研究の位置づけ
- 1-4. 各章の構成

1-1. 研究の背景

1-1-1. 賑わい創出が求められる首都圏郊外の駅周辺

大都市圏郊外は、鉄道駅を中心に街が形成され、駅周辺では、商業が集積し商業都市として成長してきた。しかし、モータリゼーションの進展や購買行動の変化により、駅を中心とした中心市街地では賑わいが失われつつある。そうした中、近年ウォーカブルなまちなが求められており、まちなかに賑わいを創出すること¹⁾や歩行空間の魅力化²⁾が必要であると言われている。

1-1-2. 歩行者天国

日本では、主に1970年代から歩行者安全性の確保や商業振興を目的に、歩行者天国の実施が各地で行われてきたが、樺山ら(2013)³⁾によると、近年歩行者天国区間数は運営上の課題により、大幅に減少していることが明らかになっている。

にぎわい創出や歩行空間の魅力化が求められる現在、歩行者天国は見直されつつあると考えられるが、谷口ら(2006)⁴⁾は、歩行者に与える心理的影響に着目し、歩行者が歩行者天国の実施を「歩きやすい・まちの雰囲気がよい・楽しい」と捉えていることを明らかにしている。しかし、歩行者天国の実施しによる車道の歩行空間化が、歩行者の挙動に与える影響を把握した研究の蓄積は十分でない。

1-1-3. 人流測定技術の発達

現状、人流を測定する手段として、よく用いられているものに歩行者の断面通行量調査がある。特定の地点での歩行者数をカウントし、街路の通行量を評価することはできるが、人の歩行速度や施設への立ち寄り行動といった、より詳細な挙動を測定することはできない。

測定技術の発達により、人の動きに関して、大量のデータを取得できるようになった。測定技術には、スマートフォンGPSによる位置情報の測定やレーザーによってエリア全体の人の動きを捉えるものなどがあるが、技術の種類により、それぞれ長所・短所が存在する。そのため、これら技術の特性をうまく活かすように組み合わせることで、断面通行量調査では得られない人の動きの実態が浮かび上がってくる。

1). 国土交通省『「居心地が良く歩きたくなるまちなか」からはじまる都市の再生」https://www.mlit.go.jp/report/press/toshi05_hh_000249.html (最終閲覧 2021. 01. 10)

2). 富山市「富山市歩くライフスタイル戦略」<https://www.city.toyama.toyama.jp/data/open/cnt/3/19384/1/toyamacityswalkinglifestyle.pdf?20211019095623> (最終閲覧 2021. 01. 10)

3). 樺山太一, 中井検裕 (2011)「歩行者天国の廃止と今後の運営に関する研究 - 神奈川県を対象として -」東京工業大卒業論文

4). 谷口綾子, 藤井聡 (2006)「商店街の自動車流入規制に対する商店主の態度変容分析」都市計画論文集, 41-3, p. 115-120

1-2. 研究の目的

歩行者の移動・挙動を把握する手法を、複数の分析方法を組み合わせで構築し、その手法を用いて歩行者天国実施の効果や課題を明らかにすることを目的とする。以下の2つの具体的な研究目的を設定し、研究を進めた。

①スマートフォン GPS データを用いて、首都圏郊外駅周辺地域を対象に、歩行者の回遊領域の広がり、歩行者天国実施の観点から明らかにする。(3 章)

② LiDAR、街頭アンケート、ビデオ撮影といった分析手法を組み合わせ、歩行者天国実施時の街路を対象に、車道・歩道という歩行場所ごとの歩行者挙動特性を明らかにする。また、時間帯ごとの歩行者挙動特性を整理し、歩行者天国の時間設定を行う際の知見を得る。(4 章)

1-3. 人流測定技術及び既往研究の整理と研究の位置づけ

1-3-1. 人流測定技術の整理

人の動きを測定する技術について、整理を行った（表 1-1）。測定技術は、測定対象で大きく 2 種類に分類され、端末に対して測定する技術と、物体に対して測定する技術に分けられ、前者は、GPS や Bluetooth を用いたものがある。後者は、LiDAR やカメラなど、センシングを行って人の動きを捉える技術が該当する。人流測定技術は、測定対象や取得データが異なる。

表 1-1. 測定技術の一覧⁵⁾

	人流データ測定技術																	
	端末に対して測定											物体に対して測定						
	GPS				基地局位置情報	BLE		RFID		AMP センサ	Wi-Fi 接続情報 ログ	センシング						アナライジング
	Location Data (KDDI)	Agoop (Softbank)	混雑統計 R	その他アプリ	モバイル空間統計	Beacon	ETC	IC タグ	その他 RFID	Wi-Fi パケットセンサ		LIDAR	レーザーレーダ	TOF カメラ	構造化照明	ステレオカメラ	カメラ	画像認識
測定範囲	-	-	-	-	市区町村単位	数 m～600m	?	数十 m	?	40m	40m	数百 m	数百 m	数十 m	?	数百 m	-	-
測定精度	125m	50m	125m	数 m	125 m	数 cm～数 m	?	50cm～数 m	?	?	数 m	数 cm	数 m	1cm	0.1～1mm	1mm～	-	-
測定場所	屋外のみ	屋外のみ	屋外のみ	屋外のみ	屋内外可	屋内外可	屋内外可	屋内外可	屋内外可	屋内外可	屋内外可	屋内外可	屋内外可	屋内外可	屋内外可 (屋外△)	屋内のみ	屋内外可	屋内外可
データの形式	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
測定時間	1 時間	30 分	5 分	-	1 時間	0.1 秒	-	-	-	1 分	1 分	-	-	-	-	-	-	-
属性識別	○	×	○	○	○	△	○	△	△	×	△	×	×	×	×	×	×	△
物体識別	○	○	○	○	○	△	○	△	△	○	○	×	×	×	×	×	×	△
その他		携帯キャリアにとられず情報取得可能。			サンプル数が多い。							エアロゾルまで測定可能。						

5). 研究室の有志メンバー（筆者参加）で測定技術や技術を用いた既往研究の整理を行い、その成果を一部引用している。

- ・株式会社 Agoop「流動人口データ」<https://www.agoop.co.jp/service/dynamic-population-data/>（最終閲覧 2021. 01. 11）
- ・Esri ジャパン「KDDI Location Data」<https://www.gisdata-store.biz/product/2069/>（最終閲覧 2021. 01. 11）
- ・Esri ジャパン「モバイル空間統計」<https://www.gisdata-store.biz/product/1366/>（最終閲覧 2021. 01. 11）
- ・Zenrin DataCom「混雑統計®」<https://www.zenrin-datacom.net/business/congestion/>（最終閲覧 2021. 01. 11）
- ・au「位置情報サービスの種類」<https://www.au.com/ezfactory/tec/spec/eznavi.html>（最終閲覧 2021. 01. 11）
- ・三浦淳，水野節郎，荒井満浩（2017）「BLE ビーコン発信機とそれを利用した高精度な屋内位置測位システムの開発」2017 年秋季全国研究発表大会，F1-2, p. 52-54
- ・寺部 慎太郎，一井 啓介，柳沼 秀樹，小野 瑞樹，田中 皓介，康 楠（2019）「Wi-Fi パケットセンサーを用いた歩行者行動・観光客周遊行動研究の包括的レビューとそれを踏まえた分析例示」土木学会論文集 D3, 75-5, p. I_669-I_679
- ・森下 壮一郎，福田 一郎，新井 義和，山下 淳，浅間 一（2015）「UHF 帯 RFID を用いた動画像中の人物同定」交通工学論文集，81-6, p. B_1-B_9
- ・NEXCO 東日本「ETC の仕組みについて」https://www.driveplaza.com/traffic/tolls_etc/etc_beginner/mechanism.html（最終閲覧 2021. 01. 11）
- ・株式会社日経リサーチ「LiDAR を使った人流計測サービス「スキア」」<https://www.nikkei-r.co.jp/service/lifestyle/lidar/>（最終閲覧 2021. 01. 11）
- ・ケイエイブイ株式会社「3D カメラとは」<https://www.klv.co.jp/technology/what-is-3D-camera.html>（最終閲覧 2021. 01. 11）
- ・矢野光太郎，河合智明（2016）「監視カメラにおける映像認識の動向」日本画像学会誌，55-3, p. 341-347

本研究では、複数の人流測定技術を組み合わせることで、多様なスケールや取得データで分析を行うことを試みる。対象となるスケールと取得データが異なることから、スマートフォン GPS と LiDAR に加え、補足的にビデオ撮影、街頭アンケート調査を行うこととし、各々の特徴を整理する。

1). スマートフォン GPS

スマートフォン GPS 情報は、衛星測位システムを利用し、スマートフォンが GPS 衛星から位置情報の信号を受信することで、現在地の緯度・経度の計算がなされたものである。スマートフォン GPS の利点は以下の通りである。

- ①広域な移動を捉えることができ、膨大な量の位置情報データを取得可能である点。
- ②1日ごと歩行者ごとに ID が付加されており、特定の1日の移動を追跡できるものや、居住地・勤務地を推定しているもの、携帯キャリアの契約時の属性情報（年代や性別等）が紐づけられているものなどが存在する点。

一方、屋内の移動データは取得が厳しい点やデータ取得頻度が低いものも含まれる点が欠点としてあげられる。

2). LiDAR

LiDAR とは、レーザー光を使って離れたところにある物体の位置や形状を測定する技術であり、近年自動運転などに用いられている。LiDAR を使用して人の動きを測定する利点は、以下の通りである。

- ①レーザー光の反射波で物体を測定するため、個人の属性情報を記録せず、プライバシーへの配慮がなされている点。
- ②200msec に一度、位置情報を刻むため、歩行者の微細な挙動データとして取得できる点。
- ③不特定多数の歩行者データを取得可能である点。
- ④正確な位置精度であり、およそ 30cm の誤差である点。

一方、測定範囲は機器1台につき半径 15-20 m ほどの半円内であり、測定範囲に限りがあり、全歩行者を測定することが難しい点や、属性情報を一切含まないことが利点でもあるが欠点としてもあげられる。

3). ビデオ撮影

ビデオ撮影は、手持ちのビデオカメラで撮影可能なため、調査が容易である点が特徴である。またスマートフォン GPS や LiDAR は、全歩行者のうちの一部の歩行者のみ測定されるが、高所から見下ろすようにビデオ撮影することで、測定範囲内の全歩行者の測定が可能である。複数の日時・場所での測定や、通行量の傾向の把握に向いている。しかし、映像として記録されるため、個人を特定できる点に対して、分析時の配慮が必要である。

4). 街頭アンケート調査

上記に挙げた手法では得られない、歩行者の属性や目的地といった情報が取得することができる。多数の回答を得るためには、調査人員や調査時間を要する点が欠点としてあげられる。

1-3-2. 人流測定に関する既往研究の整理

既往研究では、いずれかの人流測定技術を用いた分析が大半であるため、本調査で用いるスマートフォン GPS と LiDAR を扱った研究をそれぞれ整理する。

1). スマートフォン GPS

スマートフォン GPS は、主に 2010 年代から運用が開始されたため、論文投稿も 2010 年代から始まり、近年増加している。スマートフォン GPS 情報を用いて、歩行者の回遊を扱った論文としては、佐藤ら (2015)⁶⁾ が、専用アプリを実験参加者のスマートフォンにダウンロードしてもらい、位置情報を取得することで、カーネル密度法を用いた移動圏の算出、その方法の提案を行っている。また中井ら (2021)⁷⁾ は、スマートフォン GPS 情報であるポイント型流動人口データを用いた歩行者回遊密度の特徴分析と、Space Syntax 理論の Int 値を用いた街路構成の特徴分析を行うことで、回遊に資する空間を明らかにしている。

2). LiDAR

LiDAR に関する既往研究は、自動運転などを見据えた歩行者検出手法開発に関する研究が多数見られる。榎田ら (2016)⁸⁾ は、3 次元点群データから歩行者検出を行う手法を提案し、建部ら (2017)⁹⁾ は、低解像度な歩行者を精度良く検出する方法を構築している。LiDAR を用

6). 佐藤貴大, 円山琢也 (2015)「スマホ・アプリ型回遊調査データによる熊本都心部回遊行動圏の分析」都市計画論文集, 50-3, p. 345-351

7). 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」日本都市計画学会関西支部研究発表会講演概要集, 49-17, p. 73-76

8). 榎田修一, 神品亨, 城野宗亮 (2016)「LiDAR を用いた形状特徴と反射強度分布に基づく歩行者検出」第 32 回ファジィシステムシンポジウム 講演論文集, FSS, p. 141-146

9). 建部好輝, 出口大輔, 川西康友, 十井手一郎, 村瀬洋 (2017)「低密度 LiDAR 点群からの歩行者検出」精密工学会

いた歩行者挙動を分析している事例としては、松山アーバンデザインセンター¹⁰⁾が、松山市駅前広場で人流測定を行った実証実験があり、広場のエリアごとの利用者数の時刻変化等を分析し、今後の広場整備の際の検討材料となる知見を得ている。

1-3-3. 歩行者天国に関する既往研究の整理

歩行者天国に関する研究は、「歩行者天国実施数の推移」「運営」「来街者意識」「歩行者の行動分析」に分類される。

1). 歩行者天国実施数の推移に関する研究

歩行者天国の実施数の推移に関しては、内海ら（2019）¹¹⁾が歩行者天国の新設件数に着目し、1970年代前半から普及したこと、規制の実施理由により新設時期や地域に傾向があることを示している。

2). 歩行者天国の運営に関する研究

歩行者天国の運営に関する研究では三浦（2015）¹²⁾が、歩行者天国を定期的に継続実施することで、歩行者に優しい地区のイメージ形成に繋がるといった波及効果を示した他、実施にあたり踏まえるべき制度を整理している。また樺山ら（2011）¹³⁾は、歩行者天国存続のために必要となる運営上の課題を明らかにしている。

3). 来街者意識に関する研究

歩行者天国の来街意識に着目した研究では、和田ら（2001）¹⁴⁾が来街動機を調査している他、谷口ら（2006）¹⁵⁾は、歩行者天国を実施することが来街者に与える印象を明らかにしている。

4). 歩行者の行動分析に関する研究

歩行者天国の行動分析に関する研究では、滞留行為に着目した研究があり、三友ら（2016）¹⁶⁾

誌, 84-12, p. 1017-1027

10). 松山アーバンデザインセンター（2020）「松山市駅前広場におけるレーザーセンサー（3D LiDAR）を用いた人流測定の実証実験」https://udcm.jp/project/sc_3dlidar2020/（最終閲覧 2021. 01. 11）

11). 内海皓平，嶋本宏征，大月敏雄（2019）「東京都区部における歩行者用道路の普及に関する研究」日本建築学会大会学術講演梗概集，p699-700

12). 三浦詩乃（2015）「多様な地域主体によるストリートデザイン・マネジメントに関する研究」東京大学博士論文

13). 山太一，中井検裕（2011）「歩行者天国の廃止と今後の運営に関する研究－神奈川県を対象として－」東京工業大卒

14). 和田章仁，益岡了（2001）「福井駅前商店街における歩行者天国への来街者の意識実態」日本建築学会大会学術講演梗概集，p. 135-136

15). 谷口綾子，藤井聡（2006）「商店街の自動車流入規制に対する商店主の態度変容分析」都市計画論文集，41-3, p. 115-120

16). 三友 奈々，岸井 隆幸（2016）「道路空間の車道部における歩行者の滞留に関する考察」都市計画論文集， 51

が、歩行者天国実施の車道に設えを設置し、設えとアクティビティの関係を明らかにしている。

1-3-4. 研究の位置づけ

以上の整理を踏まえ、以下の点が研究の蓄積として十分でないと言える。

まず、人流測定に関する既往研究では、大半の研究では1種類の技術を用いて分析を行っており、複数の技術を組み合わせて分析している研究はみられない。手法においてもスマートフォンGPSデータを扱った研究の中で、移動経路推定を行っている研究は少なく、LiDARを扱った研究では、歩行者挙動の分析を行っている例は見られない。

また、歩行者天国に関する既往研究では、歩行者行動分析の研究として歩行者天国実施時の滞留行為に着目した研究は見られるものの、車道での通行量や歩行速度といった歩行者挙動に着目した研究は見られない。

以上より、複数の人流測定技術を用いてスケール横断的に分析しようとする点、そしてそれぞれの分析手法においても特色があること、また歩行者天国実施時の歩行者挙動という、分析の対象に対しても新規性があると言える。

1-4. 各章の構成

本研究は全5章で構成されている。

第1章では、研究の背景を整理した後、研究の目的を設定し、人流測定技術の整理と既往研究の整理をもとに、本研究の位置づけを明確にする。

第2章では、研究対象地として柏駅周辺地域を選定した理由を述べ、柏駅周辺地域の市街地形成の変遷とその背景について整理し、現在の建物現況や街路空間について調査する。また歩行者天国が実施されるハウディモールの位置づけを整理し、ハウディモールで行われている取組を整理する。

第3章では、スマートフォンGPSデータを用いて、柏駅周辺地域での回遊行動について分析を行う。また回遊領域の広がりに着目し、曜日の違いや歩行者天国の実施が回遊領域の広がりを与える影響について分析し、考察する。

第4章では、歩行者天国が実施されるハウディモールでLiDARを用いて、歩行者挙動を分析する。また街頭アンケート調査やビデオ撮影による通行量調査を行い、歩行者天国実施時の歩行者挙動特性について分析し、考察する。

第5章では、以上の分析・考察の結果を整理し、結論をまとめる。

第 2 章 柏駅周辺地域の変遷と現況

- 2-1. 研究対象地の選定
- 2-2. 柏駅周辺地域の市街地形成とその背景
- 2-3. 柏駅周辺地域の現況
- 2-4. ハウディモールの位置づけと取組み

本章では、研究対象地を柏駅周辺地域に選定した理由を述べ、柏駅周辺地域の市街地形成過程と現在の建物現況や街路空間を整理する。また、歩行者天国が実施される柏駅前通り商店街（以下、地元の呼称に従いハウディモールと称する）に着目し、ハウディモールの位置づけと取組みを整理する。

2-1. 研究対象地の選定

本節では、首都圏郊外駅周辺での回遊行動の調査にあたり、東京からの距離や駅を中心とした中心市街地の実態、歩行者天国の実施を含む歩行者環境に対する取組みといった視点から、研究対象地を選定する。

2-1-1. 東京 30km 圏の都市

大都市圏郊外は、都心への通勤・通学利用が多く、他地域と比較しても駅を中心とした市外地が形成され、駅周辺の歩行者環境の魅力向上が市街地活性化に寄与する地域であると考えられる。特に、東京から 30km 圏の郊外都市は、東京都心へ通勤・通学 1 時間圏であり、東京のベッドタウンとして、継続的に駅を中心とした開発が行われてきた（図 2-1）。



図 2-1. 柏市に建設された荒工山団地¹⁷⁾

また東京の一極集中による通勤混雑、住宅問題、交通問題、環境問題等に対し、都心近郊の一部の都市では諸機能が集積しつつあり、一定の効果があるものの、未だ育成途上の段階である。そのため東京から 30km 圏の郊外都市は、駅等を中心としたまちづくり等により、中心市街地の活性化を図り、自立性の高い都市が求められている¹⁸⁾。本研究では、駅を中心としたまちづくりが求められている現在、歩きやすい歩行者環境に関する知見を得ることを目標とするため、東京 30km 圏都市を研究対象とする（図 2-2）。

17). 柏市史編さん委員会（2014）「かしわの歴史—柏市史研究 第2号—」，柏市教育委員会，p. 26

18). 国土交通省（2016）「首都圏整備計画」<https://www.mlit.go.jp/kokudokeikaku/vision/s-plan/s-planhonbun.pdf>（最終閲覧 2021.12.14），p. 19, 46

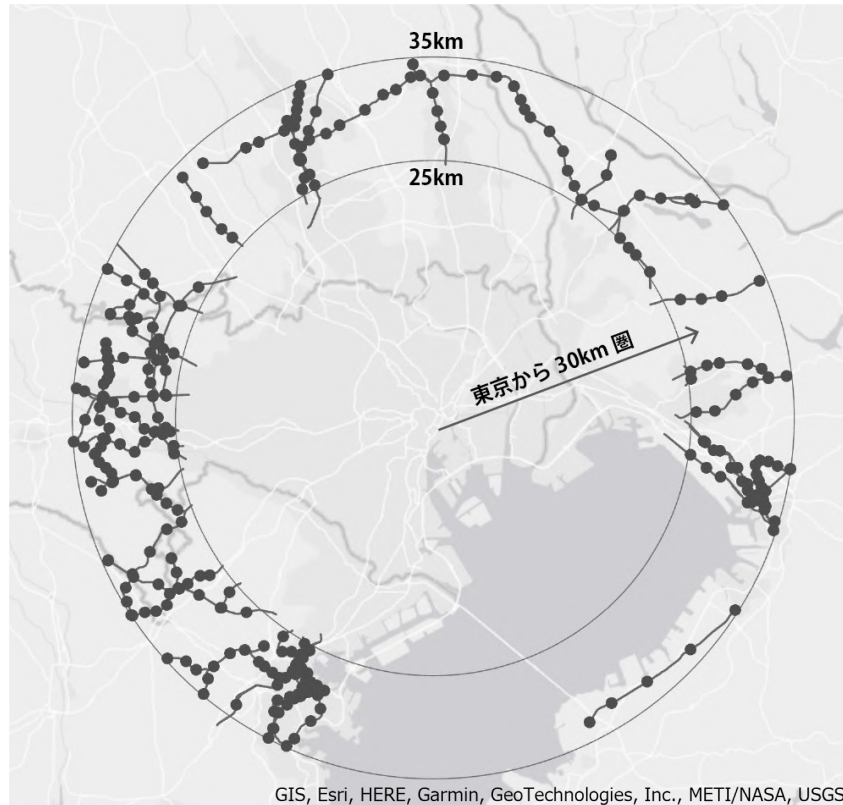


図 2-2. 東京 30km 圏の都市

以降、東京 30 km 圏の都市に着目し、宋ら (2013)¹⁹⁾ や国土交通省のホームページを参考に、東京 30 km 圏の都市に関連する計画を整理した。

まず、首都圏整備に関する法律として、1956 年に公布された首都圏整備法があり、これは、政治・経済・文化などの中心としてふさわしい首都圏の建設と秩序ある発展を図ることを目的としている。この首都圏整備法にもとづき首都圏整備計画が策定され、1958 年の第 1 次首都圏基本計画から 1999 年の第 5 次首都圏基本計画まで、計 5 回の基本計画が策定された²⁰⁾。1986 年に策定された第 4 次首都圏基本計画では、住宅問題や職住遠隔化等の問題を解決するため、東京都区部以外の地域で相当程度広範囲の地域の中心となるべき都市、業務核都市が示された²¹⁾。この業務核都市は、東京の都心から 30km-50km の拠点都市で、業務機能をはじめとした諸機能の集積の核として重点的に整備することが求められた。そして、第 4 次首都圏基本計画の中で、17 の都市が業務核都市として定められた。

19). 宋 俊煥, 出口 敦 (2013)「TOD の観点からみた東京 30km 圏の鉄道駅周辺地区の評価と類型」日本建築学会計画系論文集, 78-684, pp. 413-420

20). 国土交通省「業務核都市」<https://www.mlit.go.jp/crd/daisei/gyoumukaku/> (最終閲覧 2021. 12. 15)

21). 国土交通省 (2016)「首都圏整備計画」<https://www.mlit.go.jp/kokudokeikaku/vision/s-plan/s-planhonbun.pdf> (最終閲覧 2021. 12. 14) , p. 1-7

後の1988年には、多極分散型国土形成促進法で業務核都市制度が定められ²²⁾、これに基づく支援措置により育成・整備が進められてきた。また、1999年の第5次首都圏基本計画では、首都圏における「分散型ネットワーク構造」が掲げられ、拠点的な都市を中心に、諸機能がバランス良く配置された自立性の高い地域を形成し、他拠点との相互の連携・交流によって機能を分担、補完し合う地域の構造が求められるようになった。このうち首都圏では、業務核都市を広域拠点として育成・整備することが一層求められ、業務核都市を中心として環状に連坦している都市を環状拠点都市群として形成することが図られた²³⁾。

そのため、第4次首都圏基本計画で定められた17の都市に加え、第5次首都圏基本計画では7の都市が新たに追加され（表2-1）、業務核都市は鉄道をはじめとする公共交通を活かしながら、駅等の中心に諸機能の集積の核として重点的な整備が必要とされてきた。

表2-1. 業務核都市の一覧（赤字は30km圏に位置する）²⁴⁾

東京都市圏	第4次首都圏基本計画で位置づけられた業務核都市	第5次首都圏基本計画で位置づけられた業務核都市
西武	横浜	
	川崎	
	厚木	
	八王子・立川	(八王子・立川・) 多摩
	青梅	
北部		町田・相模原
	熊谷・深谷	
	浦和・大宮	
	土浦・つくば・牛久	
		川越
東武		春日部・越谷
		柏
	成田・千葉ニュータウン	
	千葉	
	木更津	

業務核都市に位置づけられた都市のうち、東京から30km圏の都市を図に示す（図2-3）。業務核都市に位置づけられた中でも、東京30km圏は最も多くを占める圏域である。また、多極分散型形成促進法について、設定された業務核都市基本構想では、計38カ所の鉄道駅周辺地区が業務集積地区として設定されているが、このうち24カ所が東京30km圏に位置する。

22)。「多極分散型国土形成促進法」，第四章第二節 <https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=363AC0000000083>（最終閲覧2021.12.15）

23)．国土庁大都市圏整備局（1999）「第5次首都圏基本計画の要旨」 https://www.mlit.go.jp/kokudokeikaku/vision/5th_s_k/k-youshi.html（最終閲覧2021.12.15）

24)．国土交通省「業務核都市」 <https://www.mlit.go.jp/crd/daisei/gyoumukaku/>（最終閲覧2021.12.14）

本研究では、東京 30km 圏に位置する都市の中でも、駅を中心とする利便性の高い都市形成が必要とされる業務核都市に着目する。続いて、東京から 30km 圏の都市のうち業務核都市に位置づけられた都市に着目して、研究対象地の選定を行う。

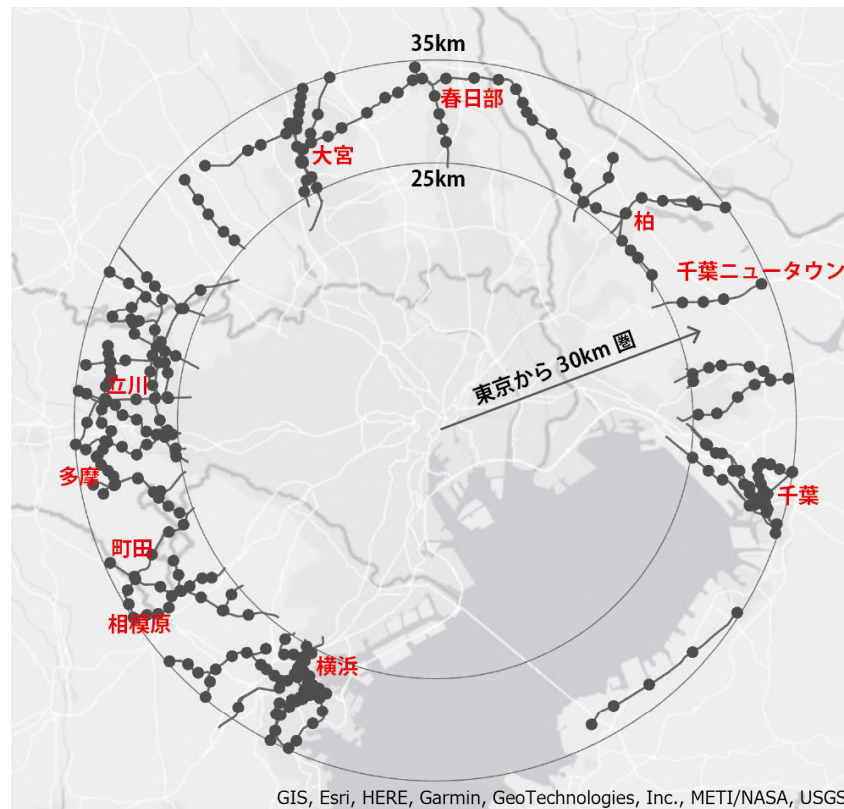


図 2-3. 東京 30km 圏に位置する業務核都市

2-1-2. 研究対象地を柏に選定

1). 選定理由

東京 30km 圏の都市のうち業務核都市に位置づけられた 10 の都市の中から、駅周辺での諸機能の集積実態や課題、歩行者天国の実施を含む歩行者環境向上のための取組みの実施を把握し、千葉県柏市柏駅周辺地域を研究対象地として選定した。主な選定の理由は以下の 3 点である。

① 1973 年、全国で初めての駅前での市街地再開発事業により、駅前の大規模商業店舗が建設され、郊外都市の中でも先駆けて商業都市として栄えたこと。

② 2016 年に柏そごうが閉店し、商業都市としてのシンボルの一つを喪失し、駅周辺地域の衰退が懸念されていること。

③歩行者天国の実施を初めとした、歩行者環境や回遊性向上のための取組み（公共空間での居場所づくり等）が行われていること。

以上より、柏駅周辺は東京から30km圏の都市の中で代表的な商業都市である一方、商業の衰退が懸念されているといった課題が存在し、また歩行者環境や回遊性向上のための取組が実施されているため、本研究の研究対象地に適していると言える。

2). 研究対象となる町丁目

柏駅周辺の詳細な研究対象地を図に示す（図2-4）。2018年、20年間で目指すべき将来像を具体的に描いた柏セントラルグランドデザイン²⁵⁾が発表された。これは柏駅前のそごう柏が2016年に閉店し、象徴が一つ欠けることにより商業力の減少や求心力、イメージの低下を招く可能性を考え、柏駅から半径500mの圏域の将来像を具体的に描き、それを実現するために4つのテーマと15の戦略、実現化の仕組み・仕掛けを示している。本研究では、研究対象範囲を、柏セントラルグランドデザインが定める対象地とおおよそ一致するように設定し、柏1-4丁目、旭町1丁目、末広町とした。

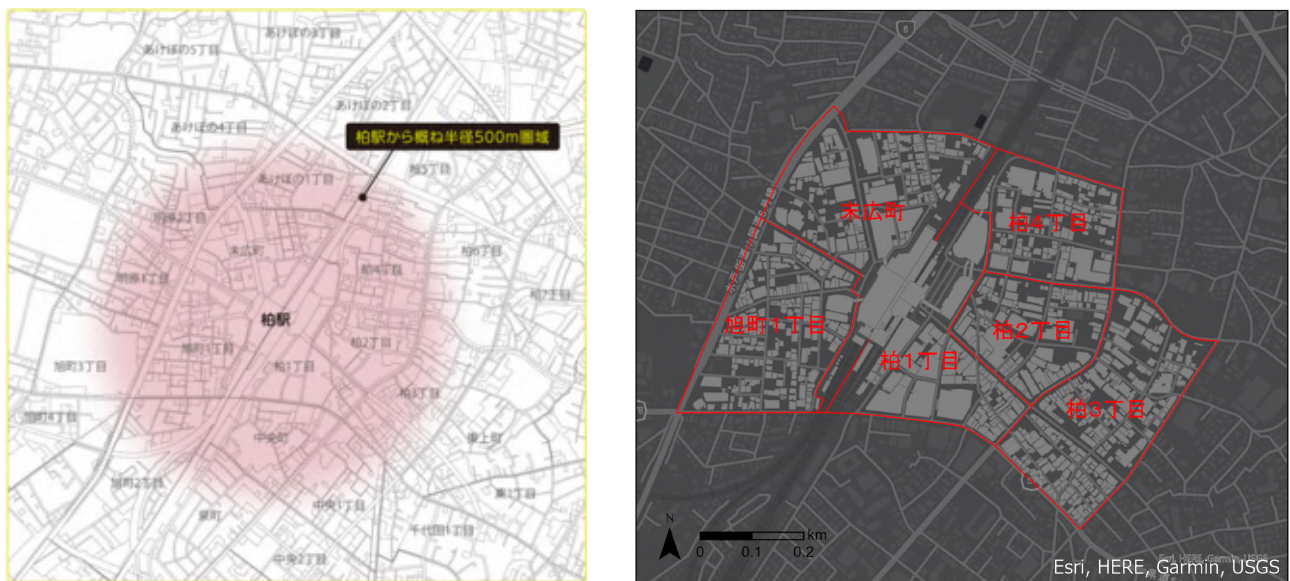


図2-4. 左図：柏セントラルグランドデザインの対象地²⁶⁾ 右図：研究対象地

25). 柏アーバンデザインセンター（UDC2），柏市，柏商工会議所（2018）「柏セントラルグランドデザイン」https://www.dropbox.com/s/63rb3bf22771nhh/UDC2_GD_main.pdf?dl=0（最終閲覧日 2021. 12. 15）

26). 柏アーバンデザインセンター（UDC2），柏市，柏商工会議所（2018）「柏セントラルグランドデザイン」p8,https://www.dropbox.com/s/63rb3bf22771nhh/UDC2_GD_main.pdf?dl=0（最終閲覧日 2021. 12. 15）

2-2. 柏駅周辺地域の市街地形成とその背景

本節では、柏駅周辺地域の市街地形成とその背景を整理する。柏駅周辺地域は、江戸時代に水戸街道が通っていたものの宿場町ではなく、明治時代に入り鉄道が開通したことで、市街地が形成されたため、明治時代中期の1900年前後から今日までの市街地形成過程を概観する。

柏駅周辺地域の市街地形成の過程は、柏市史を初めとする文献により調査を行った²⁷⁾²⁸⁾²⁹⁾³⁰⁾。これらの文献から得た情報をもとに、年表と地図で整理を行った(表2-2)。年表は、市街地形成に関する情報及び、市街地形成に影響を与えた背景を、柏に関する8つの項目(市勢・都市計画関連・鉄道関連・駅周辺空間変容・駅周辺外の空間変容・道路交通の状況・マネジメント主体)と社会情勢に分けてまとめた。さらに、1988年からのパーソントリップ調査データを用いて³¹⁾、柏駅のトリップ数を徒歩、路線バス、自転車、乗用車・軽自動車の項目別に記載した。地図は、ゼンリンの住宅地図³²⁾及び柏市動態図図鑑³³⁾を用いて、1959年から2021年までの約60年間を、およそ10年ごとに取得し、柏駅周辺地域の空間変容を整理した。

以上の作業を通して、1990年前後から今日までを、以下の3つの区分で整理した。

- 1). 駅周辺形成期(1900年頃ー1950年頃迄)
- 2). 駅周辺発展期(1950年頃ー2010年頃迄)
- 3). 駅周辺再編期(2010年以降)

上記の区分ごとに、柏駅周辺地域の市街地形成に関して記述する。

27). 柏市史編さん委員会(2000.3.31)「柏市史 近代編」, 柏市教育委員会

28). 明日話せる柏学編集委員会(2021.3.31)「明日話せる柏学 ～かしわ時空間散歩～」, 柏市教育委員会

29). 柏市史編さん委員会(2012)「かしわの歴史ー柏市史研究 創刊号ー」, 柏市教育委員会

30). 柏市史編さん委員会(2014)「かしわの歴史ー柏市史研究 第2号ー」, 柏市教育委員会

31). 東京都市圏交通計画協議会「パーソントリップ調査結果」<https://www.tokyo-pt.jp/data> (最終閲覧2021.12.30)

32). ゼンリン(1970, 80, 90, 00, 10, 21)「ゼンリン住宅地図 千葉県柏市」

33). 日本都市協会(1959)「柏市動態図鑑」動態図鑑刊行会編

2-2-1. 駅周辺形成期（1900年頃－1950年頃迄）

大都市圏郊外は、鉄道の敷設により鉄道駅を中心に市街地が形成されてきた。柏でも1896年、日本鉄道株式会社常磐線の開通により柏駅が開設され、柏駅を中心に市街地が形成されていく。この柏駅の開設から第二次世界対戦後の大規模な宅地開発が始まるまでの期間を、本研究では駅周辺形成期とした。

1). 鉄道の敷設による市街地形成

柏駅開設時の柏駅周辺の様子を表したものとして、1896年の地形図が存在する。この1896年の地形図と、鉄道が敷設される前の1880年の地形図を比較し、鉄道敷設前後の様子をみる（図2-5）。

1880年の地形図には、街道が見受けられるが、これは17世紀中頃（江戸時代前期）に手賀沼近くを通っていた水戸街道が、現在の位置に付け替えられ、付け替えられた後の街道が記載されたものである。この頃は、水戸街道沿いに家数件のみが窺えるが、鉄道敷設後、1896年の地形図には、水戸街道沿いに家が連なっていることがわかる。また、柏駅が開業し「柏停車場」と記載されていることや、駅の東側に建物が数件建っている様子が窺える。しかし、駅から水戸街道まで続く駅前中央の直線道路はまだ見られない。

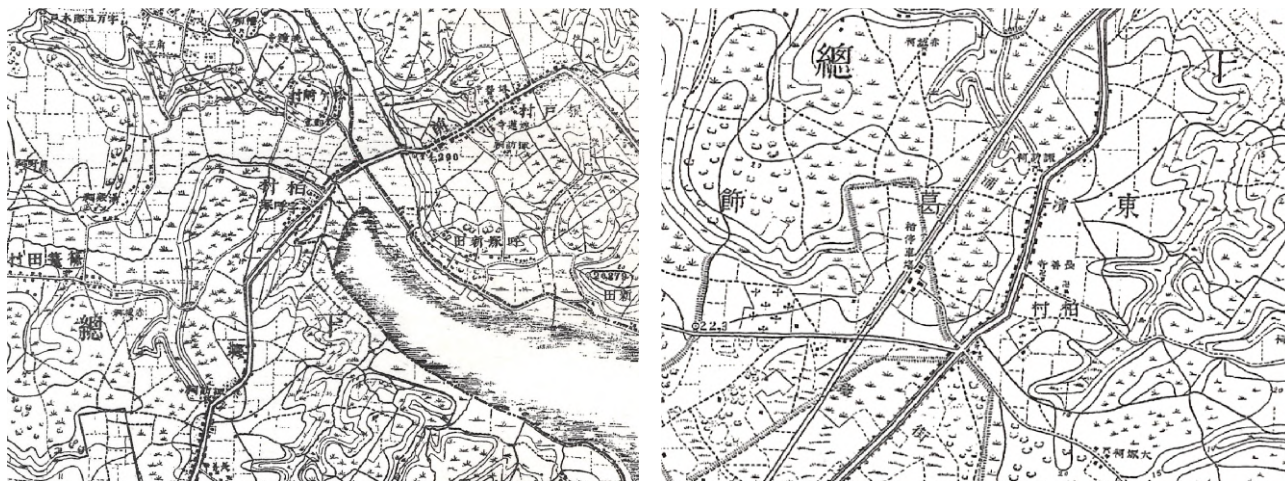


図2-5. 地形図³⁴⁾（左図：1880年地形図 右図：1896年地形図）

1910年代に入ると、1911年に現在の東武鉄道アーバンパークライン〔千葉県営軽便鉄道野田線（柏・野田線）〕が敷設される。敷設の背景には、野田の醤油醸造業者が、県知事に醤油の原材料や製品の輸送手段の整備の必要性を訴えたことがきっかけである。そして、1913年には、船橋と柏を結ぶ路線（北総鉄道船橋線）も開業し、柏は東京－茨城方面を結ぶ常磐線と、船橋－野田方面を結ぶ野田線・船橋線が乗り入れる駅となり、東葛飾群北部の交通の要衝と

34). 柏市史編さん委員会（2012）「かしわの歴史－柏市史研究 創刊号－」，柏市教育委員会，p. 57 59

して地位を高めていった。鉄道が敷設された後に発生した1923年の関東大震災では、過密した都市東京が壊滅したことで、郊外地域への移動を引き起こし、東京近郊が栄えていくきっかけとなった。この頃、柏の千代田村、豊四季村では、1921年、1923年、1928年にそれぞれ大量の人口流入が見られ、1936年には1914年の1.63倍に増加した。学児童の増加も著しく、学級や校舎の増設が行われた。そうした中、1926年には柏町が誕生する。

その頃の様子を表したものとして、1926年に描かれた松井天山の「千葉県柏町鳥瞰図」がある（図2-6）。この柏町鳥瞰図には、柏駅西口に、1926年に創設された柏競馬場が描かれており、東側、駅前通りの両側には様々な種類の商店や旅館・自動車・運送会社・銀行などが軒を連ね、水戸街道、東葛飾中学前から鉄道踏切を超えて東に向かう通り、さらにその東の栄町から東町にかけて商店街が形成されていることがわかる。この千葉県柏町鳥瞰図が初めて柏駅周辺の商店街が具体的に描かれたものである。



図2-6. 1926年松井天山の「千葉県柏町鳥瞰図」（図の上方が東）³⁵⁾

35). 松井天山（1926）「千葉県柏町鳥瞰図」

2). 柏で初めての都市計画

1926年前後には、すでに柏は駅周辺から顕著な発展をし始めた。そのころ、有力者の中には都市計画を作り、町の発展を図ろうとする動きが出ていた。

1937年柏町商工会が「柏町発展策」の打ち合わせを行い、翌年1938年には、都市計画法に基づく田園都市計画を策定された。当時の計画案は残されていないが、概要としては、柏駅を中心に18町の地域に幅員6間の道路を放射状に計画。また、手賀沼に面した戸張・呼塚地区は住宅地に、豊四季地区は工場地帯、篠籠田・高田地区は田園地帯にするというゾーニングがなされた。そして、将来的には富勢・田中・土・八木・風早の各村を合併して人口3万人の田園都市にするというものである。しかし同年、内務省から計画範囲を拡大するように再検討を依頼され、翌年1939年に計画を改定し、内務省の指定を受けた。計画の変更点は、まず計画範囲の拡大したことである。我孫子・富勢・手賀・風早各町村の一部を含む広域の計画に変更がなされた。そして、柏駅から各町村に通じる放射状の3つの道路を新設し、風早村付近を工場地帯、手賀沼沿岸一体を公園住宅にするという計画である。当時は、人口増加による住宅難となっていたため、理想的な住宅地が出現するものと期待されていたものの、戦時体制の強化の中で起債も先送りになり、大きな事業に着手されることはできなかった。

このような計画が策定されたことで、実際にどれほど事業が実現したかは明らかでない。しかし、1937年以降の軍関係諸施設の進出、1940年日立製作所柏工場の着工、国産精機株式会社の着工、気象学校、気象台学校、気象台柏工場の新設などにより、住宅の共有がなされるようになり、市街地は拡大した。因みに、柏は第二次世界対戦による大きな戦災は受けなかったため、幸いにも戦災による空間変容は発生しなかった。

以上より、柏は鉄道敷設に伴い、東葛飾群北部の交通の要衝として栄え、特に1923年に発生した関東大震災と第二次世界大戦前の軍関係諸施設や向上等の新設に伴う住宅供給により、東京からの人口流入が見られた。そして、徐々に市街地形成がなされていくことがわかった。また、駅周辺地域では、1920年代頃には、柏駅周辺地域でも商店街が形成され、商業集積が見られることが明らかになった。

2-2-2. 駅周辺発展期（1950年頃～2010年頃迄）

第2次世界大戦後、柏市が誕生し、戦災で住宅を失った東京方面からの人口流入により、宅地・住宅建設が始まった1950年頃から、柏市中心市街地活性化基本計画が策定され、市街地の再編が始まる2010年頃までを、駅周辺発展期とした。

1). 戦後の宅地開発と大火を契機とした駅周辺空間の変容

1954年、柏市が誕生し、戦災による東京方面からの需要により、宅地開発と住宅建設が始まった。柏駅周辺地域ではないが、日本住宅公団による荒工山団地（昭和31年入居開始）や光丘町団地（昭和32年入居開始）が建設される（図2-7）。



図2-7. 光が丘団地³⁶⁾

柏駅周辺地域での大きな空間変容を遂げるきっかけとなった出来事が1955年に起きる。それは柏駅西側の縫製工場から出火し、本町通りの両側の商店街などに燃え広がった大火である。柏の歴史において未曾有の大火であり、この出来事は柏大火と呼ばれている。翌年、この柏大火を契機に、駅前通り商店街の防火帯建築と呼ばれる鉄筋コンクリート造り（計画では3階建て）への全面建て替えが始まった。1957年からは街路建設も始まり、駅前通りの拡張と歩道が新設され、さらに本町通り、中央通りと続き、駅周辺の商店街の景観が一新された（図2-8）。この図は、街並み全体を表す資料では一番古く、地元の小売店、自営業によって商店街が形成されている。なお、アーケードが設置されているが、これは1988年に取り壊されている。

36). 柏市史編さん委員会（2014）「かしの歴史—柏市史研究 第2号—」，柏市教育委員会，p. 26



図 2-8. 耐火建築化された駅前商店街³⁷⁾

柏駅東側だけでなく、柏駅西側でも同時期に大きく変容していく。1957 年、柏駅西口が開設されるのである。1951 年頃から本格的な開設運動が始まった。そして、1958 年には柏駅西口区画整理事業が着手される。また、柏駅自体も、東武野田線・船橋線のホーム付け替えや造成、西口駅舎建設着工、東武駅の新設が行われ、駅を中心に東西で空間が変容した時期であった。この時期の空間変容を柏市動態図鑑に整理した（図 2-9）。この柏市動態図鑑は、柏駅周辺の地図として最も古いものである。



図 2-9. 1959 年前後に見られる空間変容³⁸⁾

37). 明日話せる柏学編集委員会（2021. 3. 31）「明日話せる柏学 ～かしわ時空間散歩～」，柏市教育委員会，p. 87

38). 日本都市協会（1959）「柏市動態図鑑」動態図鑑刊行会編

続いて、1970年のゼンリン住宅地図をもとに1959年から1970年にかけての空間変容を概観する（図2-10）。1965年頃から、柏駅東口周辺に変化が見られ、地元資本の京北スーパーの開業（1963年）から始まり、大型店丸井（1964年）、三共百貨店（1964年）、緑屋（1964年）が相次いで開業した。さらにその後、西友ストア（1966年）、長崎屋（1967年）、天神（1969年）、扇屋（1970年）、イトーヨーカドー（1971年）などが続き、一気に大型スーパーなどが駅周辺に立地するようになるのである。



図2-10. 1960年代に見られた空間変容³⁹⁾

2). 駅前再開発を筆頭に商業都市へ

柏駅東口の駅前通りに防火帯建築は出来たものの、柏駅東口周辺には問題が山積していた。特に1967年の常磐線複々線工事に伴う線路の拡張の計画が明らかになると、駅前広場の狭小化が大きな問題となった。それ以前からベッドタウン化による乗降客の増加、歩行スペースの不足、バス・タクシー・乗用車の乗り入れによる交通混乱などの諸問題が発生していたが、これらの問題はさらに深刻さを増し、駅周辺地域の道路網の未整備、古くからの木造家屋の密集は防災上も大きな問題だった。

こうした背景を受け、1969年に都市再開発法が施行された直後、翌年1970年には、柏駅前地区再開発事業採択の内示を受ける。そして、1973年には、柏駅東口再開発事業が完成する（図2-11）⁴⁰⁾。全国に先駆けて歩行用嵩上式広場が建設され、2棟の商業ビルのキーテナ

39). ゼンリン（1970）「ゼンリン住宅地図 千葉県柏市」p. 88-90 106-108 123-124

40). 明日話せる柏学編集委員会（2021. 3. 31）「明日話せる柏学 ～かしわ時空間散歩～」，柏市教育委員会

ントに百貨店そごうが誘致された。また関連事業としてファミリー柏が建てられた。また同年、東口二番街商店街には、アーケードが完成（図 2-12）、西口の高島屋とステーションボウル柏駅ビルも開業した。こうして、柏駅は一大商店街・商業施設に大きく変貌した。なお、西口は区画整理事業で進め、民間（高島屋）を中心に事業が進められた。また同年、東口駅前通り（以下、ハウディモール）では、日曜祝日に歩行者天国が実施され始めた。1970年代は、東口再開発事業を契機に商業都市へと大きな転換がなされた時期である（図 2-13）。



図 2-11. 完成間近の東口再開発事業⁴¹⁾



図 2-12. アーケードが完成した二番街商店街⁴²⁾

41). 柏市史編さん委員会（2014）「かしわの歴史—柏市史研究 第2号—」，柏市教育委員会，p. 65

42). 明日話せる柏学編集委員会（2021. 3. 31）「明日話せる柏学 ～かしわ時空間散歩～」，柏市教育委員会，p. 95

図 2-13. 1970 年代に見られた空間変容 ⁴³⁾

2). 新たな市民活動や若者文化の誕生

1990 年代に入ると、つくばエクスプレス開業に伴う商業開発等の影響により、柏駅周辺地域の商業の衰退が懸念された。官民一帯となった商業の振興策が求められる中、1998 年に商店街関係者を中心に「柏駅周辺イメージアップ推進協議会」及び柏商工会議所青年部が発足させた「ストリート・ブレイカーズ」が設立される。この両団体を中心に、柏駅周辺に集まる若者の力に着目してまちの活性化が図られることとなった。こうして、ショップやイベントの情報発信、柏駅前でのイベント実施などが行われた ⁴⁴⁾。また、柏 3 丁目を中心に個人商店が集積し、そのエリア一帯を、柏駅周辺イメージアップ推進協議会がウラカシと命名し、若者向けのファッション文化が生れた（図 2-14, 図 2-15）。

43). ゼンリン（1980）「ゼンリン住宅地図 千葉県柏市」p. 57-59 70-71

44). 国土交通省「まち再生事例データベース 柏市（柏駅周辺）」https://www.mlit.go.jp/crd/city/mint/htm_doc/pdf/045kashiwa.pdf（最終閲覧 2021. 12. 31）

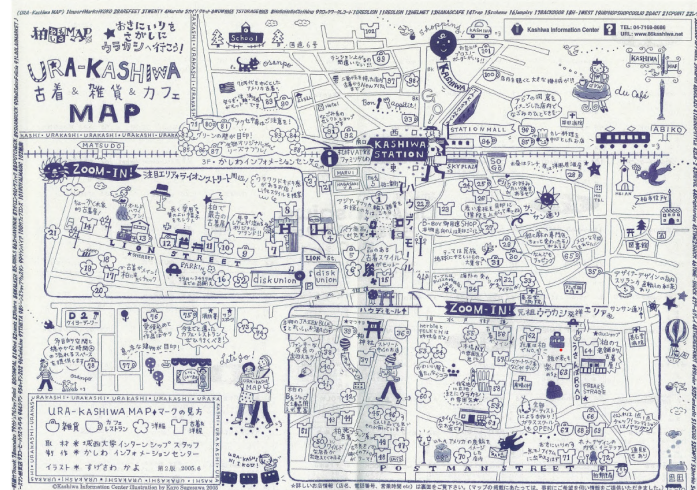


図 2-14. ウラカシの店舗を掲載したマップ⁴⁵⁾



図 2-15. 1980 年代に見られた空間変容⁴⁶⁾

またこの時期、駅周辺空間を変容させる出来事として、柏駅南口改札の開設がある。柏駅南口改札は、1999 年に開設されるが、これに先だって 1992 年、二番街商店街とファミリかしわを結ぶ柏駅南口小柳町上空通路が開設される（図 2-16）。このように、1990 年代から 2000 年代にかけて、新しい文化の創出・南口改札の開設など、柏駅周辺地域は新たな局面を迎える（図 2-17）。

45). かしわインフォメーションセンター（2006.06）「URA-KASHIWA MAP」

46). ゼンリン（1990）「ゼンリン住宅地図 千葉県柏市」p.111-112 120-121 130



図 2-16. 柏駅南口小柳町上空通路（筆者撮影）



図 2-17. 1990 年代に見られた空間変容⁴⁷⁾

駅周辺発展期での柏は、戦後の宅地供給により、東京のベッドタウンとして発展してきた。駅周辺地域でも柏大火をきっかけに市街地の整備が進み、駅前の再開発や大規模商業施設の立地により郊外の商業都市として栄えてきた。次第に、若者文化が生れたことにより多様な世代が多様な活動を行う場としての役割を果たすようになる。次項では、現在に至るまでの柏駅周辺地域の様子を概観し、現在の柏駅周辺地域の位置づけを把握する。

47). ゼンリン（2000）「ゼンリン住宅地図 千葉県柏市」p. 111-112 120-121 130

2-2-3. 駅周辺再編期（2010年頃～現在迄）

2005年つくばエクスプレス開業による市街地開発や、大規模なショッピングセンターが立地したことによる影響で、徐々に商業都市としてのイメージが低下する。こうした柏駅周辺地域における都市・まちづくりに関する計画や、市街地の変容、マネジメント主体の変化を整理する。

柏駅周辺の計画に関して、2008年に柏市中心市街地活性化基本計画（第1期）が策定される。後に柏アーバンデザインセンター（以下、UDC2）により、柏セントラルグランドデザインが策定され、商業都市から融合都市への転換が掲げられるようになる。そして2021年には、柏セントラルグランドデザインで、駅前拠点ゾーンとして定めるゾーンに焦点をあて、理想的なハード整備の姿と、それに伴う床面積や建物用途を試算した柏セントラル駅まちビジョンが策定⁴⁸⁾され、ハードの更新期を迎える駅前空間のビジョンが掲げられている。

次に、空間変容を整理する。2010年代になると、市街地の更新が多く行われるようになり、2010年には市街地再開発事業で、タワーマンションが建設される（図2-18、図2-19）⁴⁹⁾。また2016年にも市街地再開発事業により2棟目となるタワーマンションの建設が行われ、足元には飲食店や柏市文化・交流複合施設が設けられ、新たな賑わいを創出している。一方では、商業の衰退も見られ、2016年9月には、駅前に位置する大規模商業施設であるそごう柏店が閉店した。柏駅周辺地域の商業の象徴の一つが欠けることは、商業力の減少だけではなく、街そのものの求心力、イメージの低下を招くことが懸念され、求心力を持った新たな柏駅周辺地域が求められるようになる。



図2-18. 柏駅東口A街区第二地区市街地再開発事業（筆者撮影）

48). 一般社団法人柏アーバンデザインセンター（UDC2）（2021）「柏セントラル駅まちビジョン」

49). 柏市「柏市HP 中心市街地整備」<https://www.city.kashiwa.lg.jp/shiseijoho/keikaku/shigoto/kaihatsu/toshikaihatsu/shigaichiseibi/index.html>（最終閲覧 2021.12.31）

図 2-19. 2000 年代に見られた空間変容⁵⁰⁾

最後に、マネジメント主体について言及する。1998 年に柏駅周辺イメージアップ推進協議会が設立したが、2015 年に解散し、柏エリアマネジメント協議会と柏アーバンデザインセンターという 2 つの任意団体が設立した。しかしそごう柏の閉店という街の危機的状況を踏まえ、よりスピード感を持ってまちづくりを推進するため、翌年 2016 年に 2 つの任意団体を結合し、一般社団法人柏アーバンデザインセンターとして活動が始まった⁵¹⁾。

2010 年代に入ると、商業の衰退が見られはじめたことや、ハードの更新時期を迎えたことにより、新たな駅周辺地域の空間整備やまちづくりが求められた。マネジメント主体として UDC2 が組織され、多様な取組が展開されている。柏駅周辺地域の市街地形成をまとめた後、現在の柏駅周辺地域についてまとめる。

50). ゼンリン (2010)「ゼンリン住宅地図 千葉県柏市」p.115-116 124-125 134

51). 一般社団法人柏アーバンデザインセンター (UDC2) (2020)「UDC2 REPORT」

2-3-4. 市街地形成過程のまとめ

鉄道の敷設により、徐々に市街地が形成され、戦後から柏大火を経て駅周辺の空間が変容していく。1970年代に入ると駅前での市街地再開発事業と区画整理事業により、大規模商業施設が立地し、商業都市として栄える。その後、若者文化が醸成され多様な人が集まる場としての役割を果たす。2010年代に入ると、商業の衰退やハードの更新時期を迎え、新たな柏駅周辺地域へと変容していく。これら一連の空間変容を2021年のゼンリン住宅地図上に整理した（図2-20）⁵²⁾。

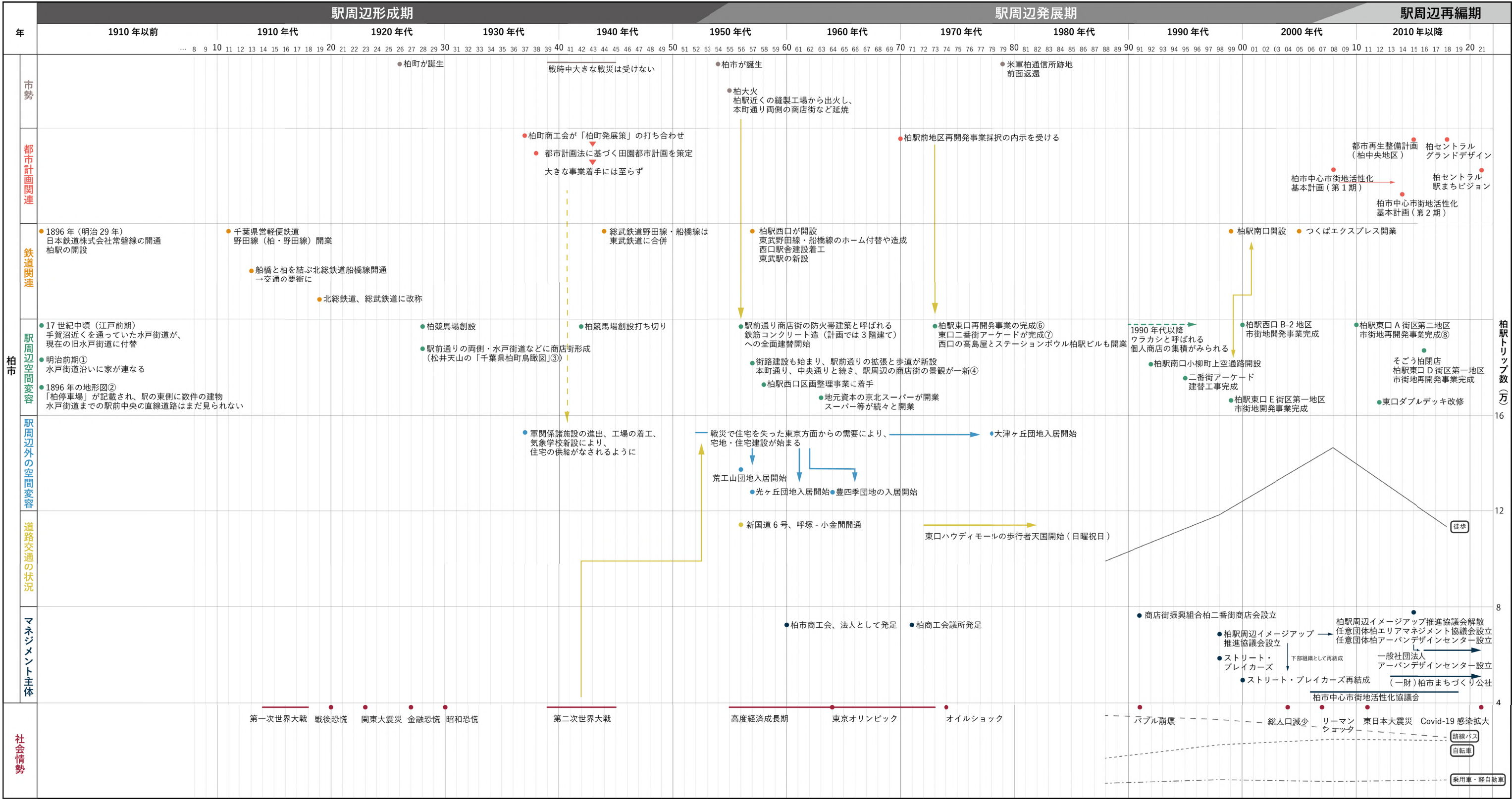


図2-20. 柏駅周辺地域の市街地形成⁵³⁾

52). 東神開発株式会社 (2006) 「高島屋ステーションモール新館を開業」

53). ゼンリン (2021) 「ゼンリン住宅地図 千葉県柏市」 p. 115-116 124-125 134

表2-2. 柏駅周辺地域の市街地形成とその背景



2-3. 柏駅周辺地域の現況

本節では、柏駅周辺地域の現況を整理する。UDC2 の調査データを用いて柏駅周辺地域の建物現況を整理する。

2-3-1. 柏駅周辺地域の概要

研究対象となる地区は、駅から約 500 m 内に含まれる地区で、柏 1-4 丁目、末広町、旭町 1 丁目である。研究対象地の主要な通りの名称や商店会の名称を、現地調査と商店会のホームページをネット検索し、地図上に整理した⁵⁴⁾。さらに、現地調査をもとに、柏駅周辺地域のエリアごとの空間特性を整理した（図 2-21）。



図 2-21. 研究対象地と主要な通りの名称（写真：筆者撮影）

54)。「全国商店街リンク - 全振連ポータルサイト」https://www.syoutengai.or.jp/national_link/（最終閲覧 2021. 12. 31）

2-3-2. 柏駅周辺地域の街路空間データ

5章での考察の前段として、街路空間の特性を把握するため、データを作成した。作成したデータの項目及び作成方法は（表2-3）の通りである。なお、建物業種データについては、UDC2による調査データを借用し、研究対象地の建物現況（宅地を除く）を可視化した。調査は、本研究の対象地と同様の範囲（柏1-4丁目、旭町1丁目、末広町）を調査対象としており、店舗や業務施設等を「物販、食物販、飲食、サービス、その他、業務・オフィス・企業、商業施設」に分類されている。

建物ごとにGoogle Mapから緯度・経度を取得し、GIS上にポイントデータとして表示した（図2-22）。なお、緯度・経度は小数点以下、約10-15桁程を入力しなければ店舗上に正しく反映されないため、注意が必要である。また1つの建物上に複数の店舗等が含まれるが、位置情報は1建物ごとに同一の位置情報を取得しているため、ポイントが重なりすべての店舗等を表示できない。そのため、GISの「Disperse Markers」ツールを使用して、ポイントをオフセットさせて表示させた。

次節では、歩行者天国に着目し、歩行者天国が実施されるハウディモールについて整理する。

表2-3. 街路空間データの一覧

指標名	データ作成方法	評価・単位
道路幅員	基盤地図情報の道路縁データをもとに5段階で分類	2m未満 2-4m 4-6m 6-8m 8m以上
歩道と道路の関係	歩車分離・歩車共存・路側帯があるの3段階で分類	歩車分離 歩車共存 路側帯がある
施設用途	業種ごとに沿道建物の建築面積を合計し、街路の長さで割る	m ² /m
業種ごと施設数	業種ごとに沿道建物数を合計し、街路の長さで割る	m ² /m
駅からの距離	駅から街路までの直線距離を算出	(m)
アーケードの有無	アーケードの有無を分類	ある ない
電柱の有無	電柱の有無を分類	ある ない
歩道幅員	基盤地図情報の道路縁と道路構成線から歩道の幅員を測定	m
大型店の有無	千葉県の大規模小売店市町村別名簿に記載のある建物が街路に面するかどうかで分類	面する 面さない
チェーン店	ナショナルチェーン店の数の合計を街路の長さで割る	m ² /m

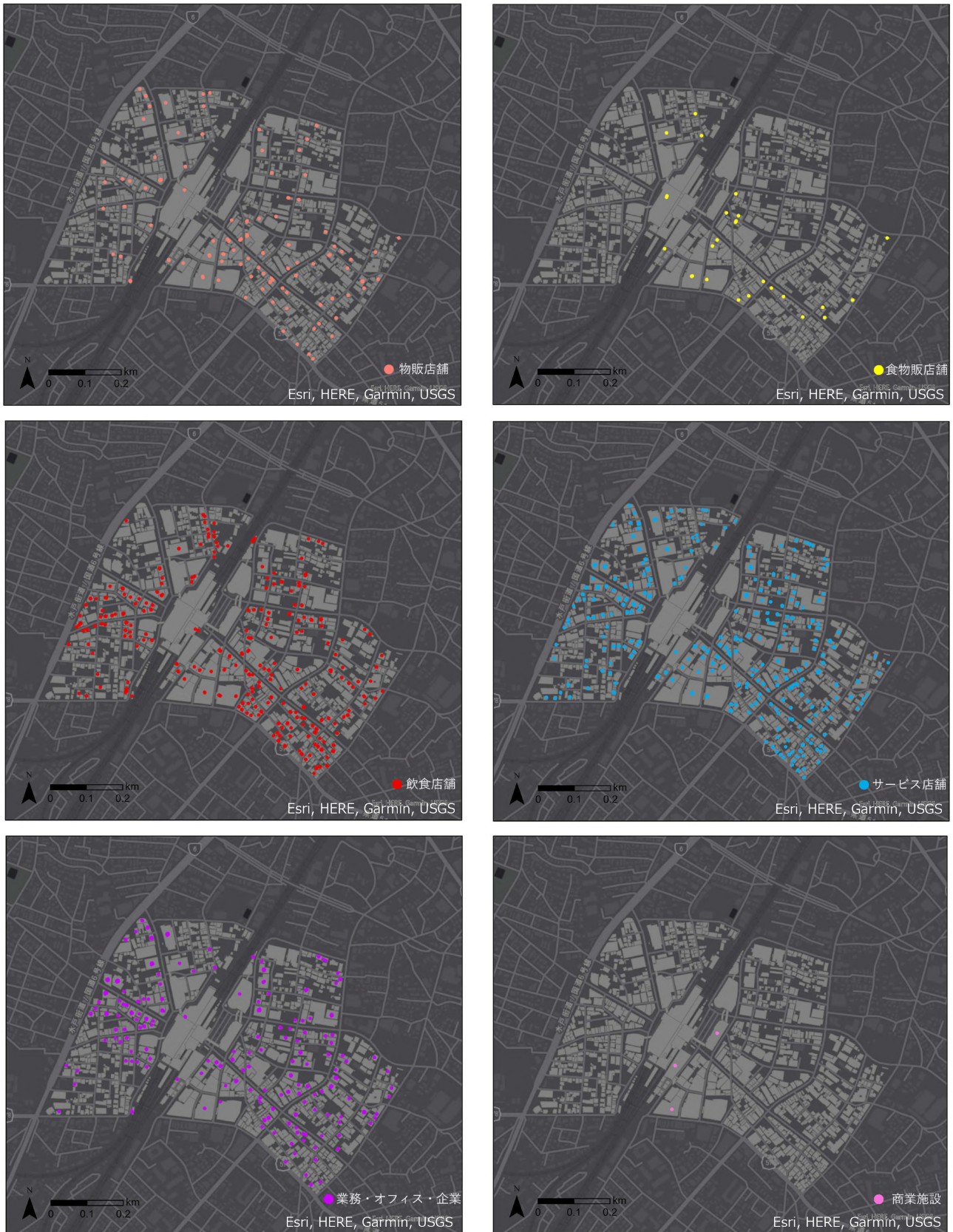


図 2-22. 業種ごとの建物現況分布⁵⁵⁾

55).UDC2 による調査データをもとに筆者作成

2-4. ハウディモールの位置づけと取組み

ハウディモールでは、1972年から毎週日曜日と祝日に歩行者天国が実施されている⁵⁶⁾。ハウディモールは、柏駅の開業以降、柏駅周辺地域の中心的な通りとして栄えてきた。1970年代に入ると、1971年にはイトーヨーカドーが開店し、大規模なスーパーと商店街が共存共栄し、地域住民だけでなく、近隣地域から多くの買い物客がやってくるようになり、また様々なイベントも開催され賑わってきた。こうしたハウディモールでの位置づけを整理するために、首都圏の歩行者天国の事例を収集し、類型化することで、ハウディモールの位置づけを整理し、現在行われている取組みについてまとめる。

2-4-1. 首都圏の歩行者天国の事例

ハウディモールの歩行者天国について、その特徴を把握するために、歩行者天国の事例整理を行った。首都圏の歩行者天国について、‘市区町村・実施場所・関連イベント・完成／開始時期・道路幅員・歩道幅員・長さ・形態・最寄り駅からの距離・商業形態・実施期間／時期・実施時間・運営主体／平面的な構成／ストリートビューによる断面構成’を整理した。インターネットでの検索を主な調査方法とし、「歩行者天国」「歩行者用道路」といった言葉と首都圏の各都県名を組み合わせ検索を行い、計18の代表事例を一覧表にまとめた（表2-4）。

2-4-2. 首都圏の歩行者天国の類型化

前項でまとめた歩行者天国18事例の類型化を行い、研究対象地であるハウディモールの空間的特徴や、歩行者天国の中での位置づけを把握する。歩行者天国の実施時期や立地に着目すると、3パターンに類型化された（図2-23）。

1). イベント型

歩行者天国の実施期間に着目すると、地域のお祭りやフリーマーケット等の商店街のイベント開催時に合わせて、歩行者天国が実施される事例が見受けられる。このように、イベントの開催にあわせて、自動車を排除し実施される事例を「イベント型」とした。月に1度開催されるフリーマーケットに合わせて歩行者天国が実施される千葉県千葉市千葉銀座商店街や、隔月第3土曜日にナイトバザールというフリーマーケットが開催される埼玉県秩父市みやのか商店街などがイベント型に該当する。

2). 日常－駅前型

イベント型は、イベント時のみ歩行者天国が実施される事例が該当するのに対し、イベント実施に関係なく定期的に歩行者天国が実施される事例を「日常型」とした。毎週日曜祝日に実施される事例や、毎日夕方に歩行者天国が実施される事例がこの日常型に該当する。日

56). 柏駅前通り商店街新興組合「歴史と革新の街」<https://www.howdy-mall.net/>（最終閲覧 2021. 12. 31）

常型には、歩行者天国が実施される通りの立地場所が駅前か住宅地かによって、さらに分類される。

日常－駅前型は、定期的に行なわれ、かつ駅前通りで行なわれる事例である。駅前で実施されるため、来訪者も多いと考えられ、イベントが行なわれる事例も多数見受けられる。例としては、本研究の対象地である千葉県柏市ハウディモールや、埼玉県さいたま市大宮東口銀座通りなどが該当する。ハウディモールでは、毎週日曜祝日に歩行者天国が実施され、ストリートフェスや街かど音楽フェスと呼ばれるイベントが年に数回開催される。大宮東口銀座通りでは、毎週日曜日に歩行者天国が実施され、毎月第2日曜日には大宮ホコ天ライブパフォーマンスというライブイベントが行なわれている。

3). 日常－住宅地型

イベント実施に関係なく、定期的に行なわれ、かつ駅から離れた住宅地の通りで歩行者天国が実施される事例を「日常－住宅地型」とした。日用品の買い物などで訪れる地域住民が主な来訪者であり、買い物時間に合わせて毎日夕方に歩行者天国が実施される。毎日15-18時に歩行者天国が実施される神奈川県横浜市あけぼの通商店街や、毎日12-18時に歩行者天国が実施される神奈川県横浜市洪福寺松原商店街が該当する。いずれの通りも歩道高さがなく、歩道と車道が分離されていない。道路幅員は6-6.5 m程である。

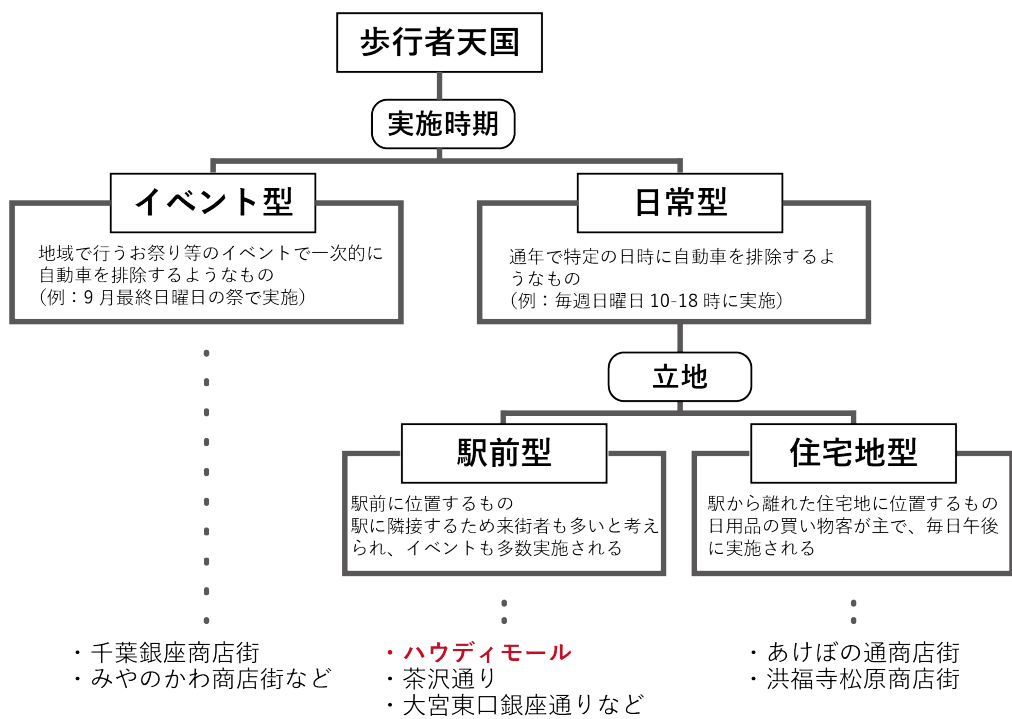


図 2-23. 歩行者天国の類型

2-4-3. ハウディモールに類似する事例との比較

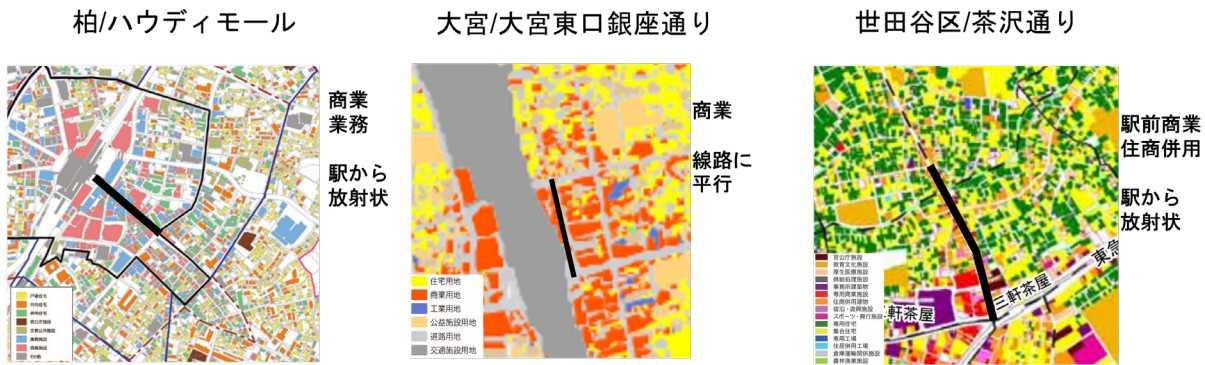
前項より首都圏の歩行者天国の類型化を行い、研究対象地であるハウディモールは日常－駅前型に分類されることがわかった。ハウディモールと類似した事例を抽出し比較することで、通りの平面構成、断面構成に着目したより詳細な空間的特徴を整理する。

同じ日常－駅前型の中で、道路・歩道幅員がハウディモールと同程度の通りを抽出した。日常－駅前型には、都心の広幅員道路を歩行者天国とする事例も含まれるが、広幅員道路では沿道建物の階数や道路の横断に要する時間等の条件が大きく異なるため、道路・歩道幅員が同程度の事例を抽出した。抽出された事例は、埼玉県さいたま市大宮東口銀座通りと東京都世田谷区茶沢通りである。各事例について、土地利用現況図及びストリートビューにより、平面構成、断面構成の比較を行った（図 2-24）。

周辺土地利用に着目すると、ハウディモールは沿道用途は主に商業用途であり、大宮東口銀座通りも同様に商業用途である。一方、茶沢通りでは、駅前には商業用途が見られるが、多数は住商併用建物であり、駅から離れるにつれ住宅地としての性格が強くなっている。

駅及び線路と、通りの位置関係を見ると、ハウディモールは駅に対して放射状に延びており、茶沢通りも同様である。大宮東口銀座通りは、駅（線路）に対して平行に位置している。ハウディモールは、放射状に位置し、通りの先にも商業の集積があることから、目的地になるだけでなく、通過する歩行者も多いと考えられる。

ストリートビューより断面構成に着目し、大宮東口銀座通りと比較すると歩道高さがあることや街路樹があることに特徴があることがわかった。また茶沢通りと比較すると、歩道高さがあることや街灯がないことが特徴である。

図 2-24. ハウディモールの類似事例との比較⁵⁷⁾

2-4-4. ハウディモールの特徴

首都圏の歩行者天国の類型化及び類似事例との比較により明らかになった、ハウディモールの特徴を整理した。これらより以下の4点が明らかになった。

- ①毎週、定期的実施されていることから、柏市内居住者や来訪頻度が高い人に認知されていると推察されること。
- ②駅前に位置し沿道建物が商業用途であることから、柏市外居住者なども訪れ、施設に立ち寄る人が多く存在すると考えられること。
- ③駅から放射状に位置し、駅から離れた通りの先にも商業集積が見られることから、通過する歩行者もいること。
- ④街路空間の特徴として、歩道高さがあり歩車分離されていること、街路樹があること、電柱がないこと。

57).・柏: 柏アーバンデザインセンター(UDC2), 柏市, 柏商工会議所(2018)「柏セントラルグランドデザイン-資料編-」
p.11 https://www.dropbox.com/s/hmncxshmj4zggwi/UDC2_GD_data.pdf?dl=0 (最終閲覧 2021. 12. 31)

・大宮: さいたま市 (2014)「さいたま市都市計画マスタープラン」第一章, p. 17, https://www.city.saitama.jp/001/010/014/002/p002341_d/f1/file1.pdf (最終閲覧 2021. 12. 31)

・世田谷: 世田谷区 (2016)「世田谷区の土地利用 2016」第二章, p. 81, https://www.city.setagaya.lg.jp/mokuji/sumai/001/001/d00123789_d/f1/01-03-03.pdf (最終閲覧 2021. 12. 31)

2-4-5. ハウディモールでの取組み

かねてから様々なイベントが歩行者天国実施時に行われているが、現在行われているイベントについて整理する。

1) .UDC2 による取組み

歩行者天国実施時に多様なイベントが行われている⁵⁸⁾。2016年に設立したUDC2により、「ストリートパーティ」と呼ばれるイベントが年に数回、実施されている（表2-5）。体験型のイベントやこたつの設置など、様々なイベントが実施されている。

表2-5. ストリートパーティの一覧⁵⁹⁾⁶⁰⁾

日程	名称
2020.1.12	第12回ストリートパーティ
2019.11.4	第11回ストリートパーティ
2019.9.8	第10回ストリートパーティ
2019.6.30	第9回ストリートパーティ
2019.1.6	第7回ストリートパーティ
2018.5.15	第6回ストリートパーティ
2018.6.3	第5回ストリートパーティ
2018.4.15	第4回ストリートパーティ
2018.1.7	第3回ストリートパーティ
2017.9.3	第2回ストリートパーティ
2017.4.23	ストリートパーティ

2). 市民活動団体による取組み

様々な団体がイベントを実施しており、例として2事例紹介する。1つ目は、「柏まちかどライブ DAY」と呼ばれるイベントで、月に2回、ハウディモールの歩行者天国実施時にアンプを使って演奏がされるライブイベントである⁶¹⁾。2つ目は、「柏市民活動フリマ ぽかぽか市」というイベントで、歩行者天国実施時にフリーマーケットを展開する⁶²⁾。

以上のように、50年近く歩行者天国が定期的実施され、様々な団体がイベントを実施されてきた。現在でも定期的にイベントが開催され賑わいをみせている。

58). ここでのイベントは、歩行者天国の実施の他に、フリーマーケットやライブ等の催しが開催される例を指す。車両通行止めにより実施される歩行者天国そのものを指すものではない。

59). UDC2「報告」<https://www.udc2.jp/article/streetparty12>（最終閲覧 2021. 12. 31）

60). 一般社団法人柏まちづくり公社「情報発信・お知らせ」<https://www.kashiwa-machidukuri.or.jp/category/news>（最終閲覧 2021. 12. 31）

61). 音楽の街かしわ実行委員会「柏まちかどライブ DAY とは」<https://www.m-town-kashiwa.com/liveday/>（最終閲覧 2021. 12. 31）

62). 柏市民公益活動情報サイト「「柏市民活動フリマ ぽかぽか市」参加団体募集のご案内」<http://kashiwanpo.genki365.net/gnkk07/pub/sheet.php?id=10780>（最終閲覧 2021. 12. 31）

表2-4.首都圏の歩行者天国の代表事例一覧

類型	都道府県	市区町村	場所	関連イベント	完成/開始	道路幅員	歩道幅員	長さ(最長)	形態	最寄り駅からの距離	商業形態	期間	時間帯	運営主体	主な出典
イベント型	千葉県	千葉市	千葉銀座商店街	フリーマーケット		20m	6m	400m	線的	150m	商店街	毎月・月に1回	10-16	千葉銀座商店街振興組合	「千葉銀座商店街 http://chiba-ginza.ne.jp/ 」(最終閲覧2021.12.15)
駅前型	千葉県	柏市	ハウディモール	ストリートフェス	1973	13m	3.5m	200m	線的	100m	商店街	日曜祝日	10-18	千葉県柏市柏駅東口駅前通り商店街	「Howdy Mall」 http://www.howdy-mall.net/ 」(最終閲覧2021.12.15)
イベント型	千葉県	千葉市	富士見商店街		2015	10m	3m	250m	線的	100m	商店街	イベント時		富士見商店街協同組合	「富士見商店街」 https://www.fujimi-chiba.com/shuhen 」(最終閲覧2021.12.15)
イベント型	千葉県	八千代市	八千代台駅東口商店街	秋の歩行者天国		15m	2.5m	330m	線的	50m	商店街	年に1回	10-17:30	八千代台駅東口商店会	「八千代宅建株式会社」 https://www.yachitaku.com/news/2019hokotenn/ 」(最終閲覧2021.12.15)
イベント型	千葉県	船橋市	中山商店街	中山歩行者天国		5m		300m	線的	30m	商店街	年に2-3回	13-17	中山商店会	「船橋中山商店会」 https://my-news.asia/nakayama/whats_news/whats_news-670/ 」(最終閲覧2021.12.15)
駅前型	東京都	秋葉原	中央通り		1970	35m	6m	570m	線的	250m		日曜日	4-9月13-18 10-3月13-17	秋葉原電気街振興会	「秋葉原電気街振興会」 https://akiba.or.jp/pedestrianzone 」(最終閲覧2021.12.15)
駅前型	東京都	銀座	中央通り		1970	27m	5.5m	1100m	線的	-		土曜日、日曜日、	4-9月12-18 10-3月12-17	銀座通り連合会	「Tokyo Ginza official」 https://www.ginza.jp/townguide/trafficinfo 」(最終閲覧2021.12.15)
駅前型	東京都	新宿	新宿3丁目の1部			20m	4m	1200m	面的	-		日曜日、休日	4-9月12-18 10-3月12-17		「特定禁止区域・区間の歩行者用道路」 https://www.keishicho.metro.tokyo.lg.jp/kotsu/doro/hoko.html 」(最終閲覧2021.12.15)
駅前型	東京都	世田谷区	茶沢通り		1971	12m	3.5m	650m	線的	30m	商店街	日曜祝日	13-18	三軒茶屋銀座商店街	「三茶しゃれなあと」 https://sancha.or.jp/archive/1372/ 」(最終閲覧2021.12.15)
駅前型	神奈川	横浜市	日本大通り	ガーデンネックレス横浜等	2018	36m	13m	130m	線的	30m	なし	毎週日曜日	9-17		「道路占用を伴う日本大通りイベント実施ガイド」 https://www.city.yokohama.lg.jp/naka/kusei/koho/nihonodorieventguide.html 」(最終閲覧2021.12.15)
イベント型	神奈川	湯河原町	湯河原駅前通り 明店街	ぶらん市		14m	3.5m	500m	線的	50m	商店街	年に4回開催		湯河原町商店街連合会	「湯河原駅前通り名店街」 https://yugawara.tv/meitengai/#id36 」(最終閲覧2021.12.15)
住宅地型	神奈川	横浜市	あけぼの通商店街			6m		160m	線的	400m	商店街	毎日	15-18	あけぼの通り商店会	「あけぼの通り商店会」 https://www.navida.ne.jp/snavi/3679_1.html 」(最終閲覧2021.12.15)
住宅地型	神奈川	横浜市	洪福寺松原商店街			6.5m		250m	面的	450m	商店街	毎日	12-18	洪福寺松原商店街	「洪福寺松原商店街」 https://kofukuji-matsubara.com/ 」(最終閲覧2021.12.15)
駅前型	埼玉	さいたま市	大宮東口銀座通り	大宮ホコ天ライブパフォーマンス		10m	4m	300m	線的	50m	商店街	毎週日曜日	13-18	大宮東口銀座通り	「みーて大宮」 https://miteomiya.info/hokoten_performance/ 」(最終閲覧2021.12.15)
イベント型	埼玉	羽生市	プラザ通り	商工まつり		15m	4m	530m	線的	400m					「プラザ通り歩行者天国」 http://www.syoukoukai.or.jp/h30.pdf 」(最終閲覧2021.12.15)
イベント型	埼玉	秩父市	みやのかわ商店街	ナイトバザール	1987	12m	3m	400m	線的	180m	商店街	隔月第三土曜日		みやのかわ商店街振興組合	「まちかつ」 https://machi.smri.go.jp/machi/public/example/170719chichibu.html 」(最終閲覧2021.12.15)
駅前型	埼玉	川越市	クレアモール			5m		800m	線的	100m	商店街	毎日	13-18時	クレアモール川越新富町商店街振興組合	「川越観光ネット」 https://www.kawagoe-kankou.net/access/ 」(最終閲覧2021.12.15)
イベント型	埼玉	鴻巣市	旧中山道	夏祭り、おおとり祭								年に数回			「鴻巣市商工会」 https://www.kounosu-sci.or.jp/community/event.html 」(最終閲覧2021.12.15)

第 3 章 柏駅周辺地域の回遊領域の広がり

- 3-1. 回遊を評価する変数
- 3-2. 研究の手法
- 3-3. ポイント型流動人口データと
歩行者通行量調査の比較
- 3-4. 曜日や属性に着目した回遊領域の広がり
- 3-5. 歩行者天国に着目した回遊領域の広がり
- 3-6. 小結

本章では、柏駅周辺地域を対象に、歩行者の回遊領域に着目し、スマートフォンから得られた GPS 情報をもとに、曜日や属性ごとの回遊領域を分析する。そのあと、歩行者天国の実施、歩行者天国でのイベント開催が与える影響について分析を行う。

3-1. 回遊を評価する変数

本節では、回遊を評価する指標について、既往研究をもとに整理を行う。回遊に関する研究は 1980 年頃から様々な観点から研究が行われているため、既往研究から評価に使用されている変数の整理を試みる。

3-1-1. 回遊に関する既往研究の整理

論文検索サイトで、回遊や回遊行動、回遊性というキーワードを用いて論文検索を行った。回遊を扱った研究は、以下の 2 通りに整理した。

- 1). 空間構成と歩行者の行動や意識を扱った研究
- 2). 回遊行動を誘発する視覚情報を分析した研究

1) は回遊性を高める空間構成の分析など、空間構成と歩行者の動きの関係に着目した研究であり、2) は回遊行動中に歩行者がスマートフォンからどのような情報を取得し、どのように行動が変容したのかなど、歩行者の取得情報と回遊行動に着目した研究である。本研究では、歩行者空間と歩行者の動きに着目し、研究を進めるため、1). 空間構成と歩行者の行動や意識を扱った研究の整理を行う。

3-1-2. 整理の方法

既往研究の回遊を評価する変数を整理するにあたり、スケールと評価対象、回遊行動の段階に着目した。回遊行動の段階に関しては、菊池ら（2018）⁶³⁾を参考に整理を行った。

1). スケールによる分類

空間構成のスケールを 4 段階に分けて整理を行い、建物スケール、建物間・街路スケール、街区・地区スケール、街区・地区間スケールの 4 段階に分類した（図 3-1）。

63). 菊池 雅彦, 岩館 慶多, 羽藤 英二, 是友 修二, 石井 良治, 茂木 渉, 石神 孝裕(2018)「プローブパーソン調査データを用いた回遊性向上施策の実務的評価手法」土木学会論文集 D3, 74-5, p. I_735-I_745

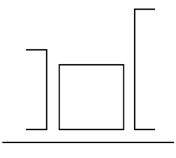
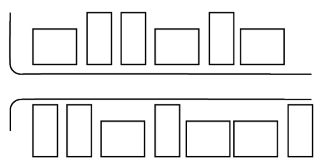
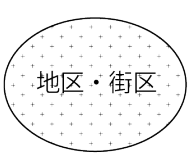
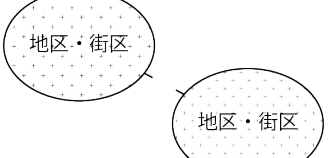
建物スケール	建物間・街路スケール	地区・街区スケール	地区・街区間スケール
			

図 3-1. スケールでの分類

2). 評価対象、回遊行動の段階による分類

まず評価する対象で分類を行い、次に回遊行動の段階で分類した。評価する対象は、空間を評価する変数、歩行者の動きを評価する変数に分離され、回遊行動の段階は、回遊行動を継続するかどうか（回遊継続選択）、目的地はどこを選択するか（目的地選択）、目的地までの経路はどの経路を選択するか（経路選択）、滞在時間はどれほどか（滞在時間選択）、の4段階で分類した（図 3-2）。

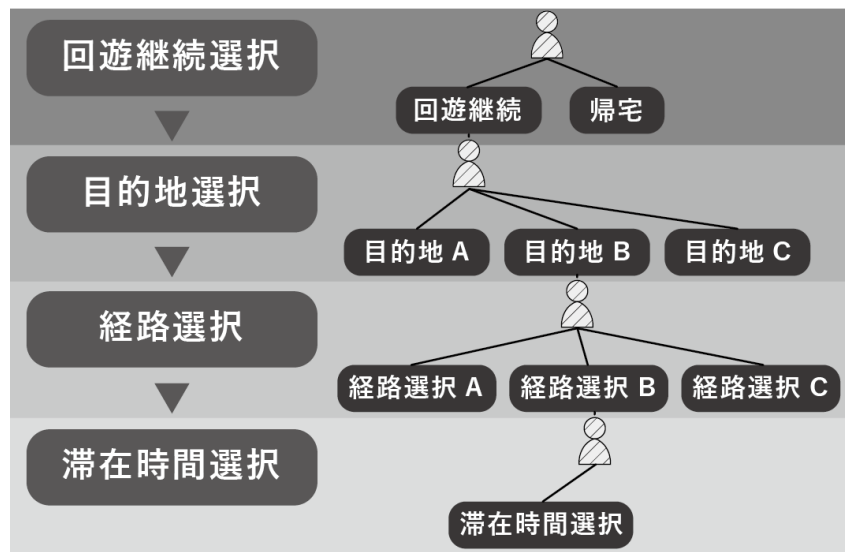


図 3-2. 回遊行動の段階

3-1-3. 評価する変数の整理

列は、スケールによる分類、行は、評価対象及び回遊行動の段階で分類を行った。既往研究で使用されている変数を分類し、一覧にまとめた（表 3-1）。

表 3-1. 回遊を評価する変数の分類⁶⁴⁾

大分類	小分類	回遊性を評価する変数			
		建物スケール	建物間・街路スケール	地区・街区スケール	地区・街区スケール
人の行動からの評価	回遊継続選択		トリップ数(回)	総歩行距離(m)	未訪交通手段 (徒歩、公共交通機関、自動車)
			歩行速度(m/s)	未街路度(数)	
			施設立ち寄り数(件)		
	目的地選択	立ち寄り先	トリップ距離(m)		
			横断回数(回)	右左折回数(回)	
	経路選択		トリップ距離(m)	回転角(度)	
空間からの評価	回遊継続選択		歩行者通行量(人)	歩行者減衰率(%)	
		滞留場所		対象地内滞在時間(分)	
				未訪交通手段(徒歩、公共交通機関、自動車)	
	目的地選択		店舗密度(件/m)		
		延床面積(m ²)		対象地内施設数(件)	移動コスト： エリア間中心距離(m)
		大型店の有無		目的地までの距離	
		公共施設の有無		商店街の有無	
		営業時間(時刻)			
		施設用途			
	経路選択	休憩施設数(箇所)	道路勾配(%)	大通りの比率(%)	
			沿道の店舗状況： 経路長に対する飲食・物販店舗が多数あるリンク長の比率(%)	歩道の総面積(m ²)	
			沿道自動車交通の状況：自動車交通量が多い道路の割合(%)	駅から街路までの距離	
			歩道の高さ(cm)	モールの有無(交通規制によって歩車共存、歩行者専用の道路空間)	
			電柱の地中化の有無	交通規制の有無	
			路上駐車の有無	アーケードや歩行者専用道の総面積(m ²)	
			歩道幅員(m)	商店街の有無	
			歩道と道路の関係(歩車分離・歩車共存・路側帯)	商店街の比率(%)	
			点字ブロックの有無		
			放置自転車の有無		
			道路幅員(m)		
その他	滞在時間選択	施設用途			
		休憩施設数(箇所)		人口密度	
				属性	

- 64)・大岩 優佳理, 山田 哲也, 三阪 朋彦, 兼田 敏之(2005)「回遊行動からみた商店街複合地区の動態分析：名古屋市中区大須地区をケーススタディとして(都市計画)」日本建築学会技術報告集, 11-22, p. 469-474
- ・高橋 弘明, 後藤 春彦, 佐久間 康富, 齋藤 亮, 石井 雄晋(2005)「商業集積地における来訪者の回遊行動と店舗数密度の関係についての研究」都市計画論文集, 40-3, p. 649-654
- ・朴 喜潤, 佐藤 滋(2006)「中心市街地における都市空間構成と歩行者回遊行動に関する研究：歩行者追跡調査結果と回遊単位概念を用いて」日本建築学会計画系論文集, 71-605, p. 143-150
- ・齊藤 充弘, 木下 康之(2009)「歩行者交通に着目した地方都市中心市街地の利用形態について」都市計画論文集, 44-1, p. 11-19
- ・武田 裕之, 有馬 隆文(2010)「中心市街地における回遊性能の可視化・定量化に関する研究」都市計画論文集, 45-3, p. 73-78
- ・武田 裕之, 有馬 隆文, 藍谷 鋼一郎(2012)「九州地方5都市の中心市街地における回遊性能の相対評価」都市計画論文集, 47-3, p. 391-396
- ・永杉 博正, 羽藤 英二(2014)「ネットワークの閉路特性に着目した駅周辺街路の回遊性分析とその適用」都市計画論文集, 49-3, p. 711-716
- ・氏原 岳人, 阿部 宏史, 入江 恭平, 有方 聡(2014)「二極の特性の異なる商業エリアを有する中心市街地内の回遊行動の実態分析」都市計画論文集, 49-4, p. 801-806
- ・菊池 雅彦, 岩館 慶多, 羽藤 英二, 是友 修二, 石井 良治, 茂木 渉, 石神 孝裕(2018)「プローブパーソン調査データを用いた回遊性向上施策の実務的評価手法」土木学会論文集 D3, 49-11, p. I_735-I_745

3-2. 研究の手法

3-2-1. データについて

データは、ポイント型流動人口データを用いた⁶⁵⁾。ポイント型流動人口データとは、携帯キャリアを問わずある特定のアプリをインストールしたすべてのユーザーのスマートフォン GPS から収集した位置情報を年齢・性別を秘匿化し、緯度経度を付加したポイントデータとして株式会社 Agoop が提供するビックデータである。取得情報は、1 日ごとに切り替えられる端末ごとのデータ ID があり、1 日の移動経路を把握することができる点や端末所有者の居住地为市区町村単位で推定されている点に特徴がある（表 3-2）。

表 3-2. ポイント型流動人口データの取得情報⁶⁶⁾

取得情報			
1	デイリーユーザID	6	移動方向
2	時間（分単位）	7	推定居住エリア（市区町村単位）
3	緯度	8	居住勤務エリア（市区町村単位）
4	経度	9	その他（滞在地の到着・出発時刻等）
5	移動速度		

元のポイント型流動人口データには、本研究内容にふさわしくないデータも含まれるため、必要なデータの抽出を表に示す手順で行った（表 3-3）。

まず緯度・経度が研究対象地内に含まれるようにデータを選定し、その中から歩行者のみのデータを得るため、移動速度が 0m/s 以上 2.5m/s 未満のデータのみに絞る。また accuracy という GPS の精度に関する項目に着目し、精度の低いデータを除去する。位置情報の水平方向の精度は、円で示され、その半径の値が accuracy である。GPS の衛星電波の届きにくい場所や反射が起こる場所（室内やビル街等）の測位は、値が大きくなる傾向がある。本調査では、屋内のデータや、ルート推定を行うために測位誤差が街路スケールから大きく外れるデータを削除した。最後に、ルート推定を行うため、同一 ID で 2 カ所以上のポイントデータが対象地内にあるものを選定した。

(65). Agoop 社のポイント型流動人口データは、日立東大ラボの研究活動の一環として、データ提供していただいた。

66). 株式会社 Agoop（2021）「ポイント型流動人口データ仕様書」第 1.3 版

表 3-3. データの抽出方法

抽出条件	抽出目的
緯度・経度が対象地内に含まれる	対象地内データの抽出
移動速度が0m/s以上2.5m/s未満	歩行者データの抽出
accuracyが10m以下	屋外歩行者の抽出
対象地内で2回以上ログを取得	経路情報の抽出

3-2-2. 対象日

対象日は、回遊行動への影響が大きいと考えられる新型コロナウイルス感染症の拡大や天候を考慮し、2019年10月の降水量0の日とし、平日・休日それぞれ4日間選定した（平日：10月1・2・3・9日 休日：10月5・13・26・27日）。

3-2-3. 街路データ

街路データは、対象地内の街路を全ての交差点で分割し、計224の分割された街路をGIS上で作成した。分割された街路は、固有のIDを付加し、判別可能である。なお、本研究では3次元方向を考慮しないものとする。そのため、実空間では駅ロータリーの真上にデッキが架かっているが、それらは区別せず2次元の平面上でデータを作成する。

3-2-4. 平均歩行速度の算出

分割された街路ごとに、平均歩行速度を算出した。分割された街路を中心に10mのバッファを作成し、その中に含まれるポイントデータのspeedの平均を算出し、分割された街路ごとに情報として付加した（図3-3）。



図 3-3. 平均歩行速度のデータ作成方法

3-2-5. 移動経路の推定

ポイント型流動人口データを用いて、一人一人の移動経路の推定を行う。推定方法は一ノ

瀬ら（2018）⁶⁷⁾を参考に、同一のデイリーIDをもつポイントデータ間を最短距離で移動すると仮定し、GISの「ルート検索機能」を用いて移動経路の推定を行った。そして、交差点で分割された街路に、その街路を通った歩行者数の合計を情報として付加した（以下、移動経路合計数，図3-4）。



図3-4. 移動経路合計数のデータ作成方法

67). 一ノ瀬良奈，丸山喜久，永田茂（2018）「スマートフォンの位置情報による流動人口の時空間分布の推定」土木学会論文集 A1，74-4，pp. I210-I219

3-3. ポイント型流動人口データと歩行者通行量調査の比較

ポイント型流動人口データは、歩行者の広域でかつ詳細な動きを追跡することができるが、データのサンプル数が少なく、実際の歩行者の一部のデータのみしか含まれていない。そこで、本節では、ポイント型流動人口データをルート推定することで算出した通行量と、調査員が現地で測定した歩行者通行量調査の結果を比較する。ポイント型流動人口データによる通行量をもとに、実際の通行量を推定する推定式を求める。

3-3-1. 使用データ

ポイント型流動人口データ及び、歩行者通行量調査⁶⁸⁾の両方のデータが得られる2020年3月6日10時～18時を利用する。

1). ポイント型流動人口データ

ポイント型流動人口データは、2020年3月6日10時～18時のデータを使用し、データの抽出は、歩行者のみを抽出するため歩行速度が2.5m/s未満のデータを抽出し、その他の測定精度等を用いたデータ抽出は行っていない。このデータをもとに、歩行者ごとに最短経路を推定し、交差点で分割された街路ごとに移動経路合計数を付加した（図3-5）。

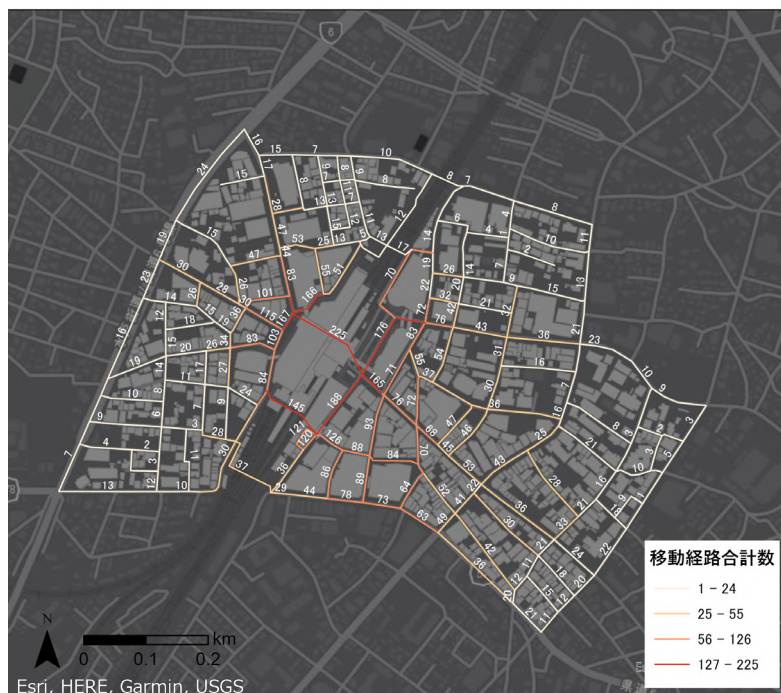


図3-5. 2020年3月6日10時～18時の移動経路合計数

68). 柏市役所より柏市中心市街地歩行者通行量調査の調査結果を提供していただいた。

2). 歩行者通行量調査

柏市中心市街地歩行者通行量調査結果を用いる。調査員が目視で、10時～18時の計8時間通行量測定を行っており、調査地点は図3-6に示す通りである。

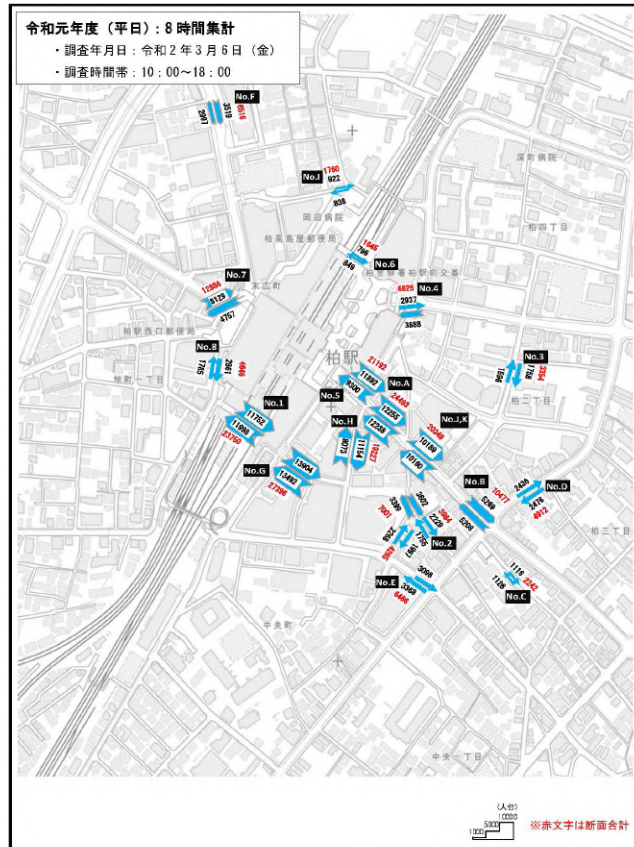


図3-6. 2020年3月6日10時～18時の歩行者通行量調査結果⁶⁹⁾

3-3-2. 通行量の推定式

ポイント型流動人口データをもとに算出した通行量と歩行者通行量調査の通行量を使用し、通行量の推定式を構築する。本研究では単回帰分析での推定を試みる。説明変数は、歩行者通行量調査の調査地点、計18カ所でのポイント型流動人口データの通行量とする。

単回帰分析の式を以下に示す。また単回帰分析の結果を図3-7に示す。

$$y=133.73x+1087.6$$

以上より、通行量の推定式が示された。

69). 柏市（2020）「柏市中心市街地歩行者通行量調査結果」

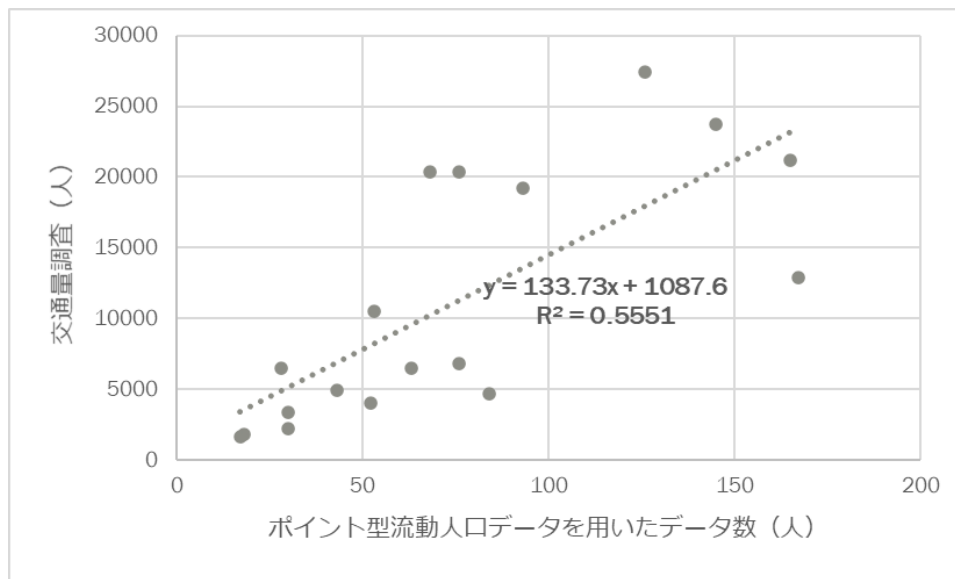


図 3-7. ポイント型流動人口データの通行量と歩行者交通量の比較

3-4. 曜日や属性に着目した回遊領域の広がり

本節では、推定した移動経路データを用いて、曜日やポイント型流動人口データの特徴である推定居住地情報に着目し分析を行う。柏のような郊外で商業の集積が見られる都市では、休日の買い物需要が卓越していると考えられ、休日の通行量が増加していると考えられる。そのため、特に平日・休日という曜日に着目して分析を進める。

3-4-1. 曜日ごとにみた平均歩行速度の比較

曜日に着目し、分割された街路に平均歩行速度を、平日・休日という曜日ごとに算出した（図3-8）。比較してみると、個人商店が集積する柏3丁目で平均歩行速度が遅くなっており、休日買い物する歩行者の影響が考えられる。また、柏3丁目では平日は平均歩行速度が速いことから、柏駅へ通勤・通学で向かう歩行者が多いことが影響していることが考えられる。

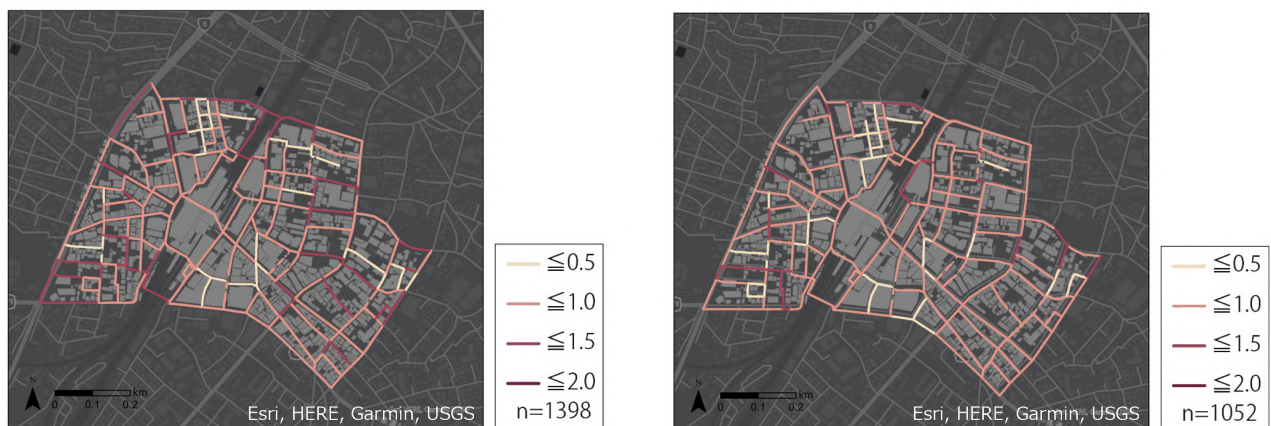


図3-8. 平日・休日の平均歩行速度

3-4-2. 曜日・属性でみた通行量の比較

平日・休日という曜日ごと、推定居住地ごとに移動経路合計数を算出した（図3-9）。それぞれ柏駅周辺地域の総歩行者数（サンプル数）が異なるため、移動経路合計数を柏駅周辺地域の総歩行者数で除し、割合で表した（図3-10、以下、移動経路合計数割合）。

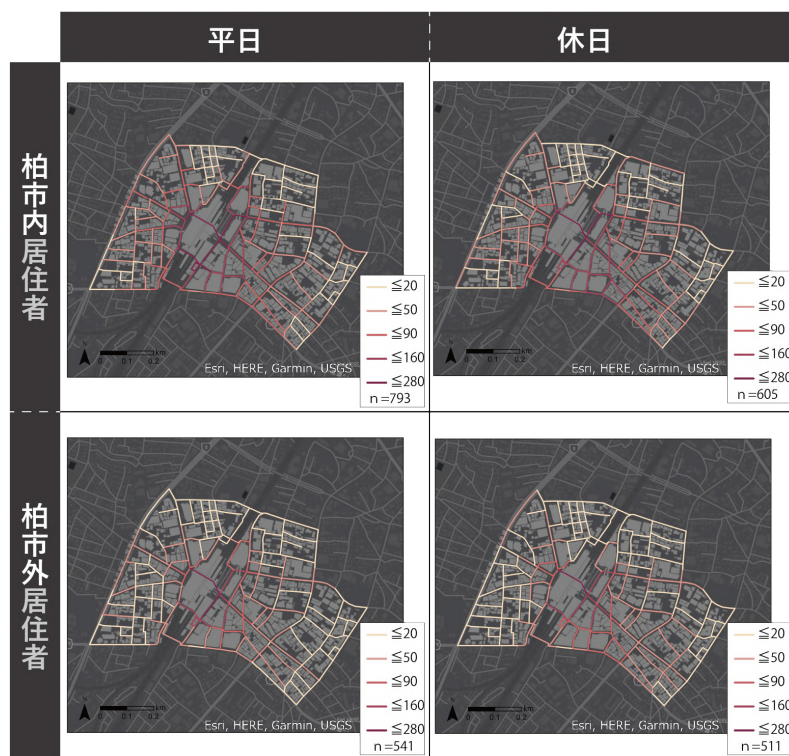


図 3-9. 曜日・属性でみた移動経路合計数

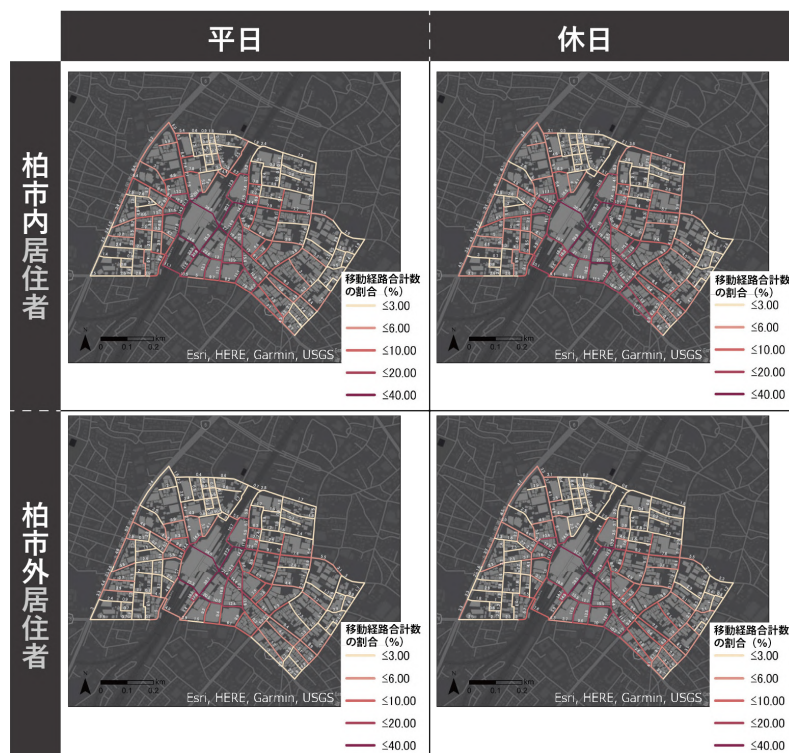


図 3-10. 曜日・属性でみた移動経路合計数の割合

1). 曜日（平日・休日）の比較

休日での回遊領域の広がりを見るため、推定居住地ごとに、休日の移動経路合計数割合を平日の移動経路合計数で除した（図3-11）。

柏市内居住者、柏市外居住者ともに柏3丁目及びハウディモールで通行量が増加することがわかり、商店が集積する郊外都市の駅周辺地域では、休日の買い物需要が卓越していることが示された。なお、柏4丁目や旭町1丁目でも増加が見られるが、移動経路合計数割合が低いため、大きな通行量の増加が見られているわけではない。

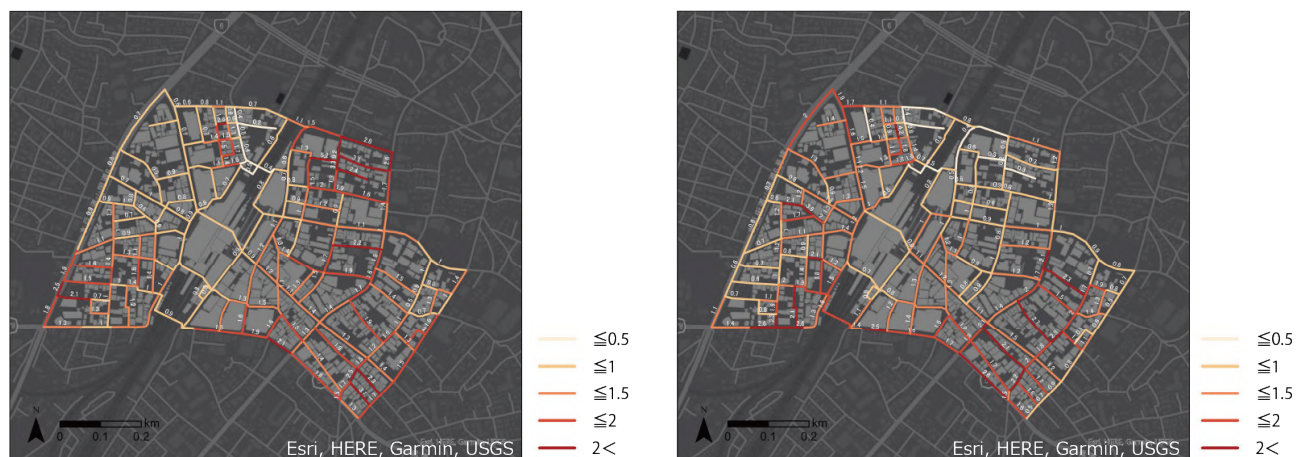


図3-11. 属性ごとの平日・休日の移動経路合計数割合の比

（左図：柏市内居住者の平日・休日比 右図：柏市外居住者の平日・休日比）

2). 属性（柏市内居住者・柏市外居住者）の比較

推定居住地による回遊領域の広がりには差が見られるのかを把握するため、曜日ごとに、柏市内居住者の移動経路合計数割合を柏市外居住者の移動経路合計数で除した（図3-12）。

いずれも大きな差は見られず、推定居住地による回遊領域の差異は少ないと考えられる。回遊領域の広がりには、居住地よりも柏駅周辺地域をどれほど知っているかというメンタルマップの影響が大きいと考えられ、来街頻度が影響すると考えられる。

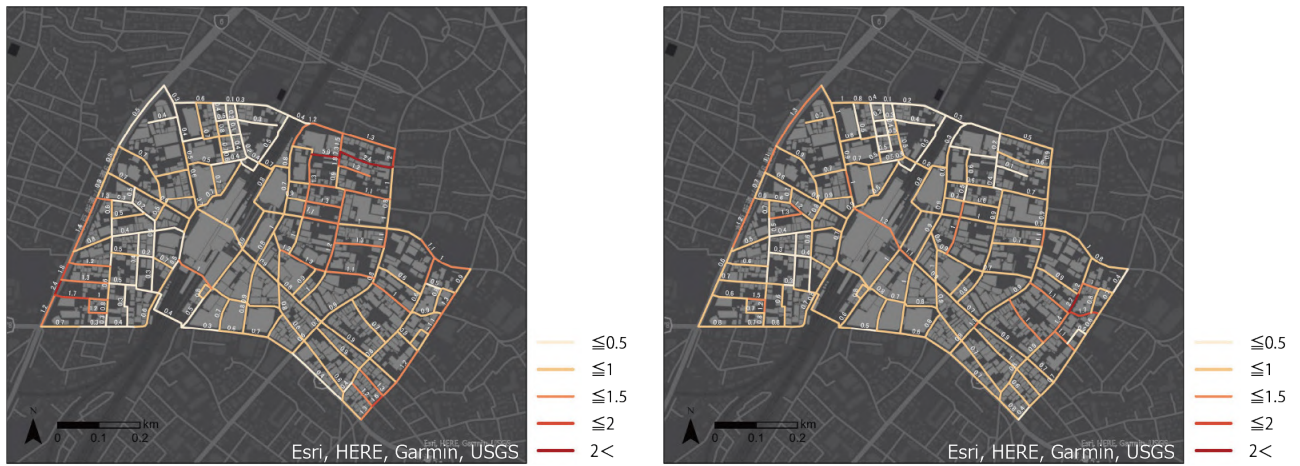


図 3-12. 曜日ごとの柏市内・柏市外居住者の移動経路合計数割合の比
(左図：平日の柏市内・柏市外居住者の比 右図：休日の柏市内・柏市外居住者の比)

3-5. 歩行者天国に着目した回遊領域の広がり

本節では、まず歩行者天国が実施されるハウディモールに着目し、ハウディモールでの通行量の特性を把握する。そのあと、歩行者天国を実施することにより回遊領域が広がるのではないか、という仮説のもと、歩行者天国の実施の有無や、歩行者天国でイベントが開催されているかどうかに着目して分析を行う。

3-5-1. ハウディモールの通行量の特徴

ハウディモールは柏駅と個人商店が集積する柏3丁目を結ぶ街路である（図3-13）。柏駅付近では通行量が多いと考えられるが、次第に通行量が大きく減少する地点が存在すると考えられる。こうした仮説のもとに、ハウディモールの通行量の特性を概観する（図3-14）。

ハウディモールの通行量の位置を見てみると、駅から200 m地点と300 m地点にて、通行量が大きく減少していることがわかる。駅から200 m地点より駅側では、イトーヨーカドーを初めとした商業施設が立地しており、商業店舗に立ち寄った後、駅へと引き返す歩行者が多いからであると考えられる。

駅から300 m地点は、旧水戸街道と交差し、自動車の通行量が多く、信号の付いた交差点がある地点である。それらが要因となって、柏3丁目に渡る歩行者が少ないと考えられる。また歩行者が立ち寄るような店舗が街路に面しておらず、店舗が連続していないことも通行量が減少する要因であると考ええる。

続いて、歩行者天国の実施が与える影響について分析を行う。



図3-13. ハウディモールの位置

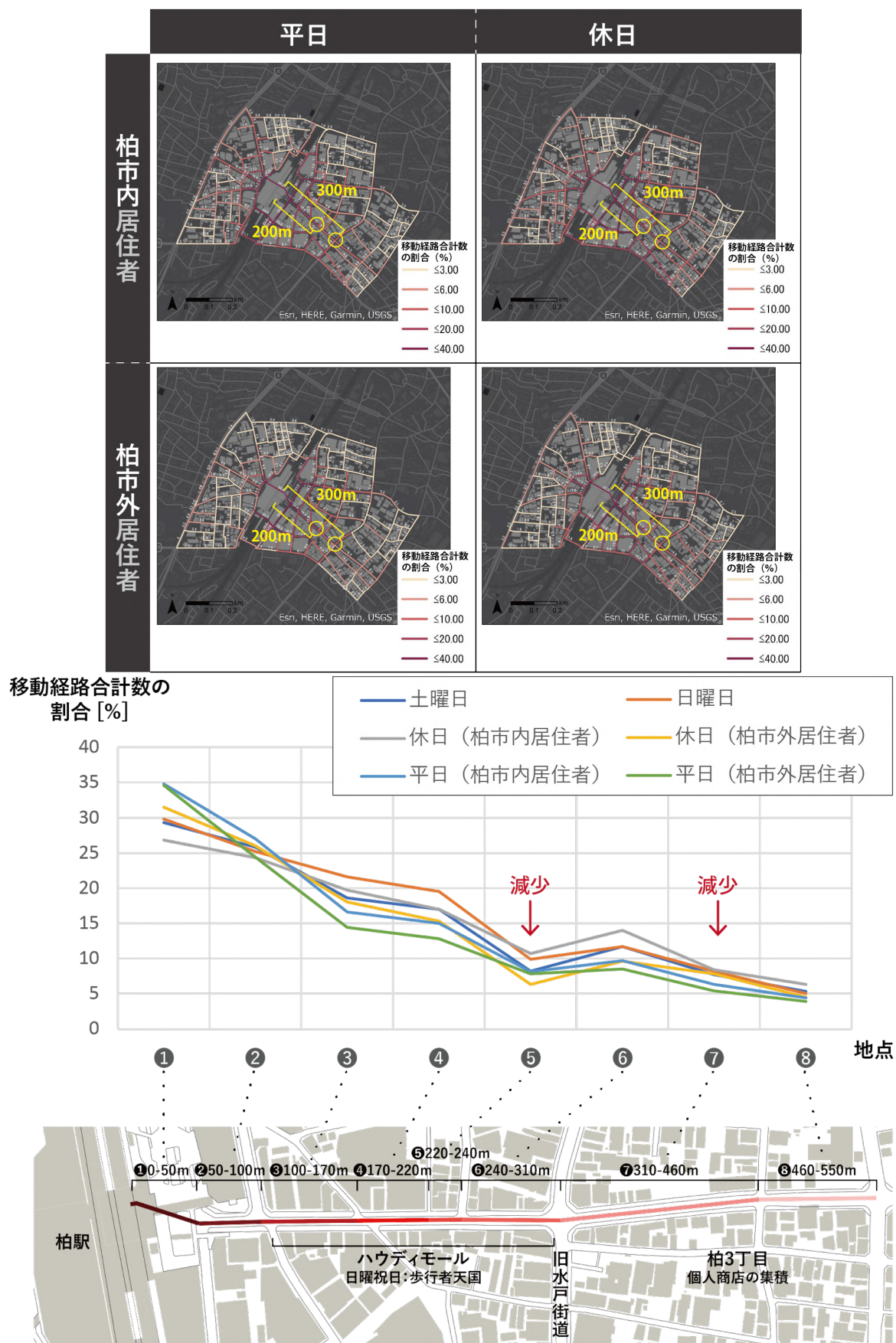


図 3-14. ハウディモールでの通行量⁷⁰⁾

70). 「基盤地図情報」(国土地理院) (<https://fgd.gsi.go.jp/download/mapGis.php>) をもとに筆者作成

3-5-2. 歩行者天国実施の影響分析に関するデータ作成

歩行者天国実施の有無やイベント開催の有無による影響を分析するため、対象日は、歩行者天国が実施されない土曜日、実施されている日曜日、また歩行者天国でストリートパーティーというイベントが開催されている日曜日、各2日ずつとする。また降水量0の日を選定した（土曜日：2019年10月5日、10月26日 日曜日：2019年10月13日、10月27日 イベント時：2019年10月13日、2020年1月12日）。そして、全日とも、歩行者天国が実施されている10時から18時までのデータを抽出し使用した。前節と同様の方法を用いて、移動経路合計数を算出した。

3-5-3. 歩行者天国の実施が与える影響

歩行者天国の実施が、歩行者の回遊領域の広がりを与える影響を把握するため、歩行者天国が実施されない土曜日と、実施される日曜日を比較した。

1). 柏駅周辺地域の通行量

土曜日、日曜日のそれぞれで柏駅周辺地域の通行量を見る。分割された街路ごとに、移動経路合計数を算出し、その移動経路合計数を柏駅周辺地域の総歩行者数で除し、割合で表した（図3-15）。

ハウディモールの通行量を見ると、駅から200m地点及び300m地点で通行量が減少しており、歩行者天国が実施されても通行量の減少は変わらず、柏3丁目の方向へ歩行者を歩かせることには寄与していないことがわかった。

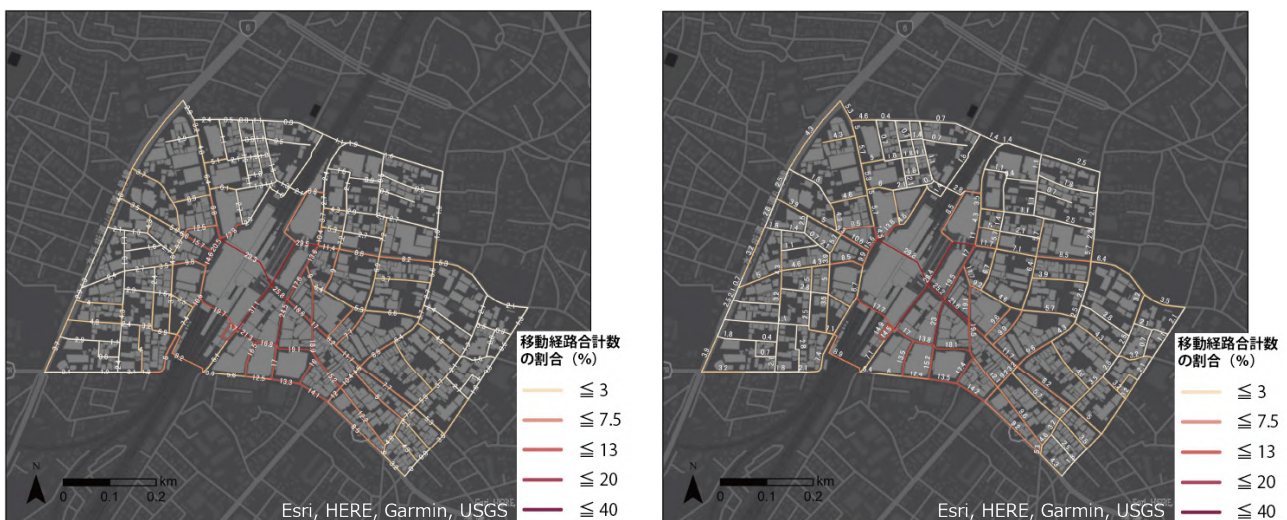


図3-15. 土曜日と日曜日の移動経路合計数割合

(左図：土曜日 右図：日曜日)

これらの結果を比較し、歩行者天国が実施される日曜日は、土曜日と比較して通行量が増加するのかどうかを把握するため、日曜日の移動経路合计数の割合を土曜日の移動経路合计数の割合で除し、割合で表した（図3-16）。

ハウディモールの通行量を増減を見ると、日曜日は土曜日と比較して、1.1-1.2倍ほど通行量が増加することがわかった。歩行者天国の実施することで、車道も歩道空間化され、歩きやすい、歩きたくなる空間となっている可能性が示された。



図3-16. 土曜日と日曜日の移動経路合计数割合の比

2). ハウディモールを通った歩行者の回遊領域

続いて、ハウディモールを通った歩行者の回遊領域が、歩行者天国の実施によりどれほど拡大したのかを把握するため、ハウディモールを通った歩行者のみのデータを作成し、移動経路合计数割合を算出した（図3-17）。

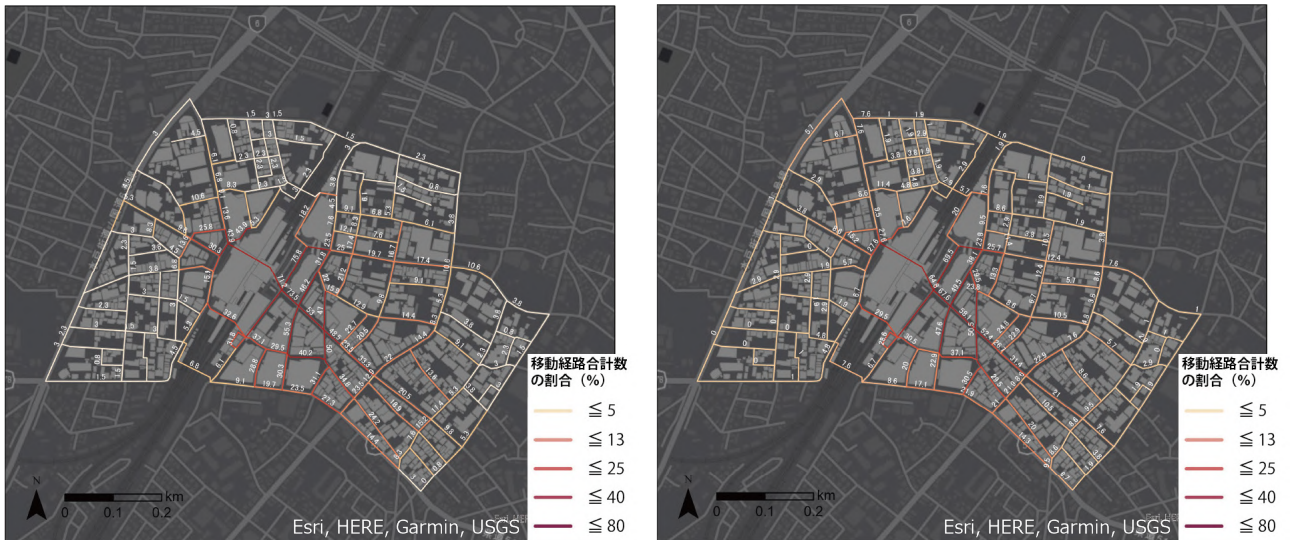


図 3-17. ハウディモールを通った歩行者の土曜日と日曜日の移動経路合計数割合
(左図：土曜日 右図：日曜日)

これらと比較し、歩行者天国が実施される日曜日は実施しない土曜日に比べて、ハウディモールの周囲の通行量がどれほど増加するのかを把握するため、日曜日の移動経路合計数割合を土曜日の移動経路合計数割合で除し、割合で示した（図 3-18）。

大方どの街路でも 0.9-1.1 倍の通行量であることがわかった。歩行者天国を実施することにより、回遊領域が拡大するとは言えない。

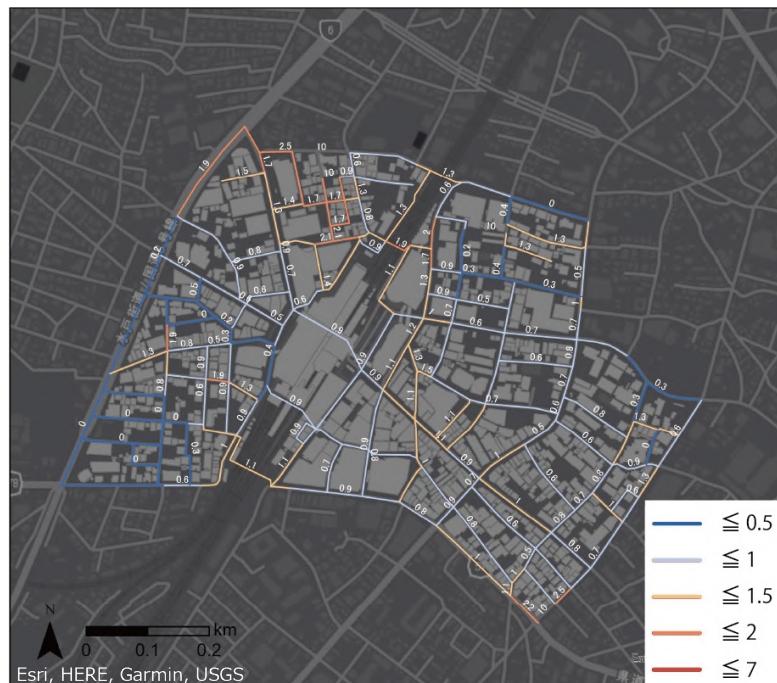


図 3-18. ハウディモールを通った歩行者の土曜日と日曜日の比

3-5-4. 歩行者天国でのイベント開催が与える影響

歩行者天国でイベントを開催することで、歩行者の回遊領域が拡大するのではないか、という仮説のもと、歩行者天国でイベントが開催されていない日曜日（以下、イベント無日曜日）と、イベントが開催される日曜日（以下、イベント有日曜日）の通行量を比較した。

1). 柏駅周辺地域の通行量

イベント無日曜日とイベント有日曜日のそれぞれで柏駅周辺地域の通行量を見る。分割された街路ごとに、移動経路合計数を算出し、その移動経路合計数を柏駅周辺地域の総歩行者数で除し、割合で表した（図3-19）。

これまでの結果と同様に、通行量が減少する地点は変わらないことがわかった。

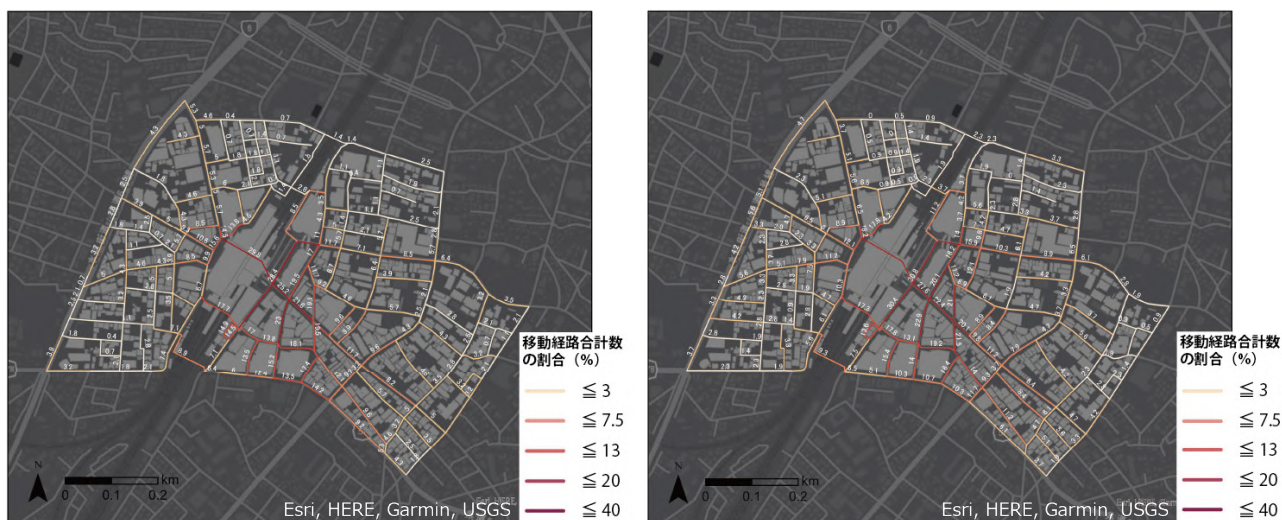


図3-19. イベント開催の有無でみたの移動経路合計数割合
(左図：イベント無日曜日 右図：イベント有日曜日)

これらの結果を比較し、イベント有日曜日は、イベント無日曜日と比較して通行量が増加するのかどうかを把握するため、日曜日の移動経路合計数の割合を土曜日の移動経路合計数の割合で除し、割合で表した（図3-20）。

柏3丁目の街路で通行量が増加しており、飲食店や物販店舗が面する街路に歩行者が移動している可能性が示唆された。イベント開催による影響であるかどうかを把握するために、ハウディモールを通行した歩行者の通行量を分析する。

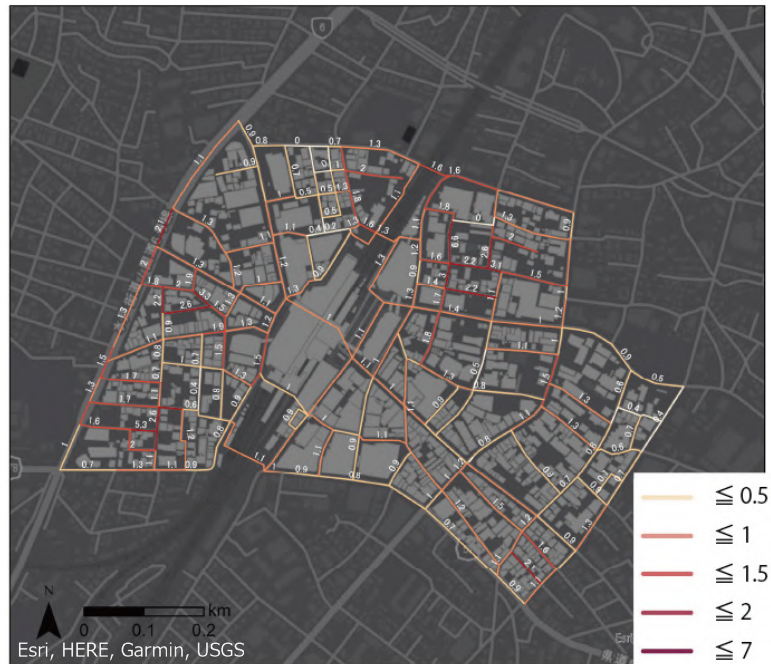


図 3-20. イベント開催の有無でみたの移動経路合計数割合の比

2). ハウディモールを通った歩行者の回遊領域

ハウディモールを通った人の回遊領域が、歩行者天国のイベント開催によりどれほど拡大したのかを把握するため、ハウディモールを通った歩行者のみのデータを作成し、移動経路合計数割合を算出した（図 3-21）。

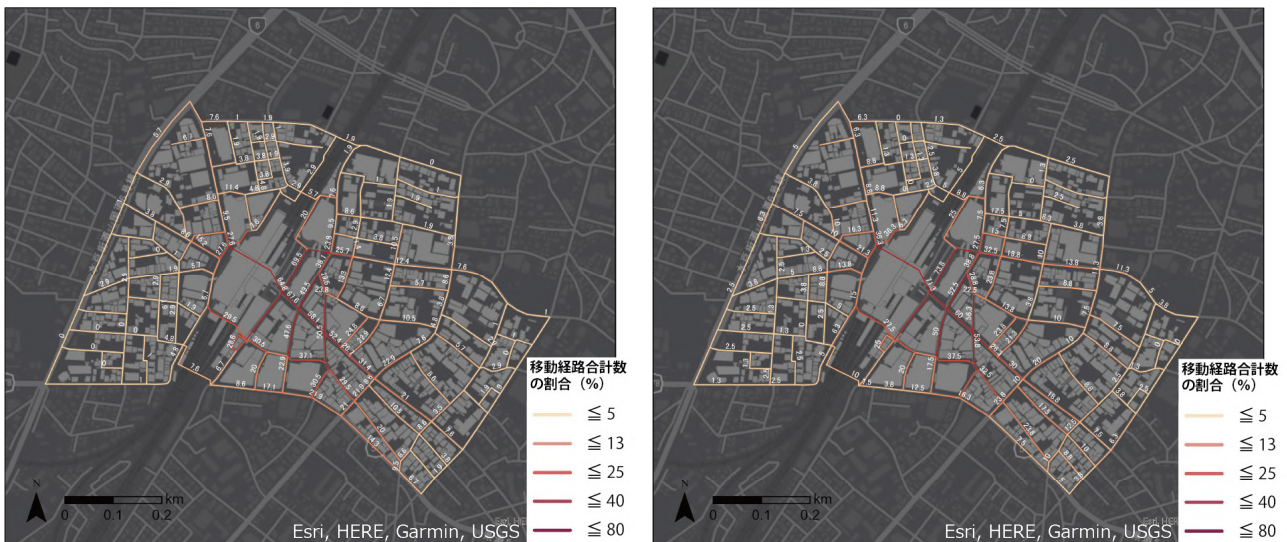


図 3-21. ハウディモールを通った歩行者のイベント開催の有無でみたの移動経路合計数割合
(左図：イベント無日曜日 右図：イベント有日曜日)

これらを比較し、歩行者天国でイベント開催をすることで、周囲の通行量がどれほど増加するのかを把握するため、イベント開催時の移動経路合計数割合をイベント開催していない日曜日の移動経路合計数割合で除し、割合で示した（図 3-22）。

ハウディモールを通った歩行者は、イベント開催時に、柏3丁目の街路で増加していることが窺え、イベント開催により回遊領域が拡大している可能性が示唆された。

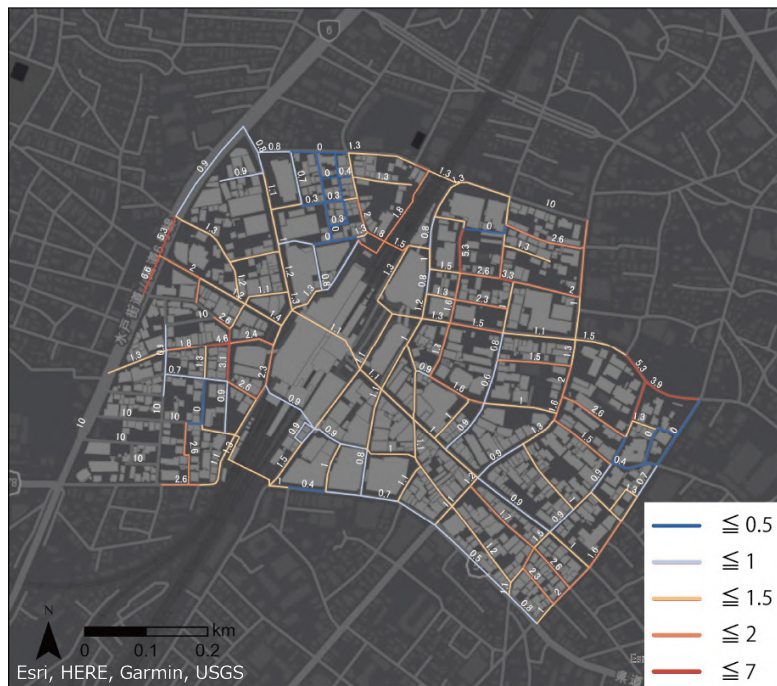


図 3-22. ハウディモールを通った歩行者の
イベント開催の有無でみたの移動経路合計数割合の比

3-6. 小結

商業都市として栄えてきた柏駅周辺地域での回遊行動を、スマートフォン GPS データを用いて分析することで、曜日の違いや歩行者天国実施が回遊領域の広がりを与える影響を把握することができた。

商業が集積する柏駅周辺地域は、土日に通行量が増加し、特にハウディモールや飲食・物販店舗等の個人商店が集積する柏3丁目で増加することが明らかになった。柏のような商業都市では、休日買い物需要が卓越しており、休日に回遊領域が広がることがわかり、特に個人商店の集積するエリアで広がることから、駅周辺地域での回遊領域の拡大には、個人商店の集積が寄与することが示唆された。

駅前通りであるハウディモールに着目すると、駅から200 m及び300 m地点で通行量が大きく減少することがわかり、歩行者天国の実施や、歩行者天国時にイベント開催に関係なく減少することがわかった。駅から200 mの範囲内に日用品の買い物等で訪れる店舗があり、そこへ立ち寄った後、駅方面へ引き返す歩行者が多いと考えられる。また駅から300 m地点は、旧水戸街道と交差し、自動車交通量が多く信号機のある交差点があるため、柏3丁目方面へ横断する歩行者が少ないと考えられる。立ち寄り店舗が連続しない街路や交通量の多い交差点が、回遊領域を狭める要因になっていると考えられる。

歩行者天国の実施や歩行者天国時のイベント開催が回遊領域に与える影響を分析すると、歩行者天国を実施することで、ハウディモールの通行量が増加することがわかった。車道も歩行空間化することで、経路選択されやすい歩行空間となることが推察される。イベントが開催されると、ハウディモールを通った歩行者が柏3丁目の飲食店や物販店が集積する街路へ歩行していることがわかり、歩行者天国でのイベント開催が回遊領域を広げている可能性が示唆された。

次章では、歩行者天国実施時の歩行者挙動に着目し、分析を進める。

第 4 章 歩行者天国実施時の歩行者挙動特性

- 4-1. 調査手法
- 4-2. LiDAR 分析手法
- 4-3. 調査結果の概要
- 4-4. 歩行場所ごとの傾向
- 4-5. 時間変化でみた歩行者挙動特性
- 4-6. 小結

本章では、歩行者天国が実施されているハウディモールで、LiDAR 調査や街頭アンケート調査、ビデオ撮影による通行量調査を行い、歩行者天国実施時の歩行者挙動特性の分析を行う。

4-1. 調査手法

4-1-1. 調査概要

歩行者天国が実施されるハウディモールで、歩行挙動の実態を、LiDAR、街頭アンケート調査、ビデオ撮影により明らかにする。歩行者天国実施時に、レーザー測定機器による人流測定と街頭アンケートを行い、歩行者天国実施時の歩行挙動を調査し、また平日と歩行者天国実施時を比較するために、平日・日曜祝日の各1日、ビデオによる歩行者の撮影を行った。

4-1-2. 調査場所の選定

3章のポイント型流動人口データによる分析から、ハウディモールの通行量を図に示す（図4-1）。

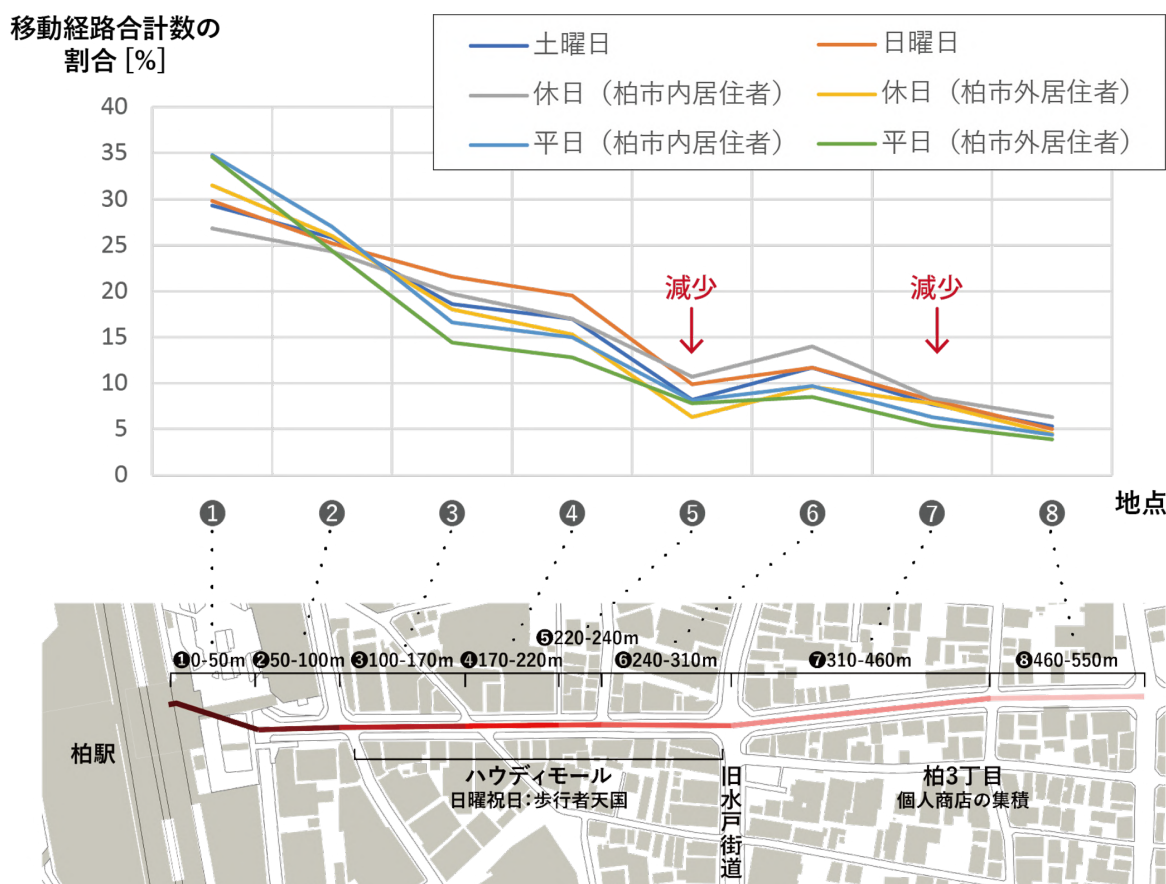


図 4-1. ハウディモールから柏3丁目までの通行量⁷¹⁾

71)．「基盤地図情報」（国土地理院）(<https://fgd.gsi.go.jp/download/mapGis.php>) をもとに筆者作成

駅から200 m地点を超えたあたりと、300 m地点を超えたあたりで通行量の減少がみられ、特に200 m地点を超えたあたりでの減少が大きい。通行量が減少する200 m地点よりも駅に近い街路では、通行量が多く、多様な歩行目的・属性の歩行者がいると考えられるため、駅から150-200 m地点でLiDARによる歩行者挙動の測定、及び街頭アンケート調査を行う（図4-2）。

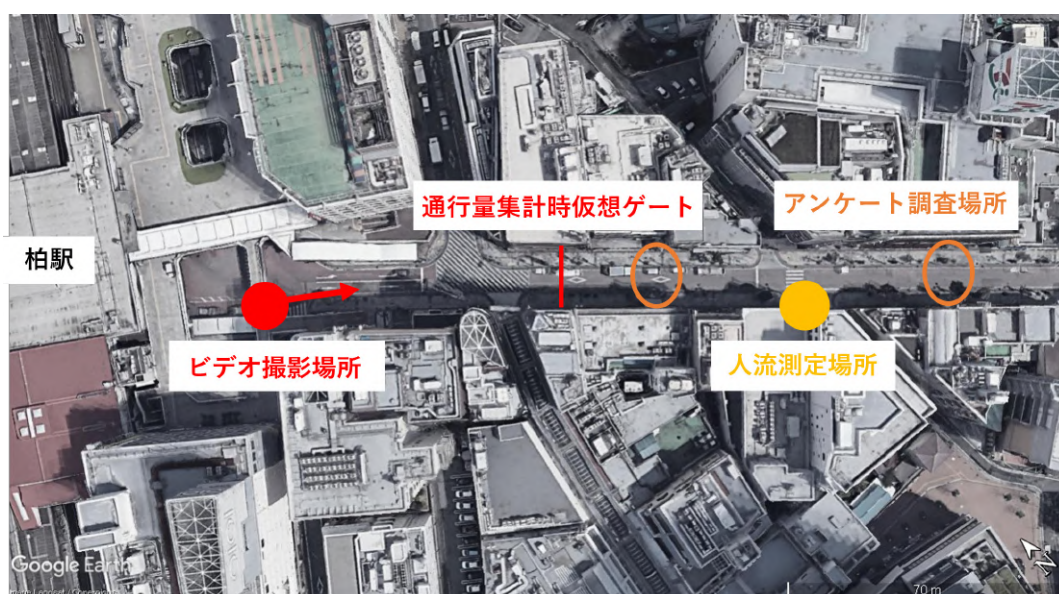


図 4-2. 調査場所

4-1-3. 調査日程

調査手法ごとに調査の日時を表に示す（表4-1）。LiDAR調査及び街頭アンケート調査は、通行量が多い12時から16時までの計4時間行った。11月21日は、13時30分から開始となっているが、LiDARの接続に時間を要したため調査時間は短くなっている。ビデオカメラによる調査は、歩行者天国が開始される10時から日没前までの16時15分までとした。撮影時間は、毎時00分から15分間撮影を行った。

表 4-1. 調査日時

調査項目	調査日時
①LiDARによる歩行者挙の測定	11/21（日）：13：30-16：00 12/5（日）：12：00-16：00
②街頭アンケート調査	11/21（日）：13：30-16：00 12/5（日）：12：00-16：00
①ビデオ撮影による通行量調査	11/25（木）：10：00-16：15 12/5（日）：10：00-16：15 （毎時00分から15分間撮影）

4-1-4. 調査手法

LiDARによる歩行者挙動の測定、街頭アンケート調査、ビデオ撮影による通行量調査について、得られるデータの特徴、調査方法の概要、調査を実施するうえで必要となる許可申請、倫理面への配慮、を順に記述する。

得られるデータの特徴

1). LiDAR 調査

測定範囲内を歩行する歩行者の歩行軌跡や歩行速度、滞留などを把握できる点に特徴がある。測定機器1台で半径15-20 m、180度程の測定が可能であり、複数台組み合わせることで、全方位の測定が可能となる。スマートフォンで取得されるGPSの位置情報と比較し、歩行位置を正確に捉えることが可能であり、屋内外問わず測定が可能である。

2). 街頭アンケート調査

歩行者の属性や来街目的、要望・感想など個人にまつわる情報を得る事ができる。ただし、回答してくれる属性にはやや偏りがうまれることに注意が必要である。例として、急いであり歩行速度が速い人や、音楽を聞いている人等などの回答率は低い。

3). ビデオ撮影

定点で撮影することにより、通行量や大まかな属性を把握することが可能である。ただし、倫理的な配慮や、歩行者が撮影していることを認知すると、回避する可能性が考えられるため、撮影場所の選定が重要である。また目視によりデータを作成するため、データ作成に時間を要する。

調査方法の概要

1). LiDAR 調査

1-1). 調査前準備

日立東大ラボのご協力のもと、2021年9月21日に本郷キャンパス工学部広場にて機器の組み立てから測定までを行った。また11月9日にも事前に組み立てから測定までの予行練習を行った。11月19日に本郷キャンパスからUDC2まで搬入を行い、調査期間中はUDC2にて保管していただいた。そして、調査最終日の12月5日にUDC2から本郷キャンパスへ搬出した。各種許可申請も含めたのスケジュールを示す（図4-3）。

SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT
31 11月	1	2	3	4	5 柏市役所に説明 柏警察所事前協議	6
7	8	9 LiDAR 予行練習	10	11	12 柏警察所 道路許可申請書提出	13
14	15	16	17 LiDAR 梱包	18 柏警察所 道路許可申請書受取	19 (搬入)	20
21 調査日	22	23	24	25	26	27
28	29	30	1 12月	2	3	4
5 (搬出) 調査日	6	7	8	9	10	11

図 4-3. LiDAR 調査スケジュール表

LiDAR 機器に関する準備に加え、調査に使用する平面図の作成を行った。柏市土木部道路総務課にて、実測に基づいて作成された道路台帳を取得した。道路台帳は、車道と歩道の境界線及び歩道と私有地の境界線が実測により正確に記載されているため、これらをもとに道路線をトレースした。建物の壁面線は、道路台帳や国土地理院地図、都市計画図等の地図はいずれも誤差を含むもので、LiDAR 調査で必要となる精度を有していない。そのため、沿道建物1階の壁面線及び街路樹、街頭、ベンチなどの道路上の設えの位置を、歩道と私有地の境界を基準とし現地で測定した。なお、歩道と私有地の境界は歩道上に印が存在する（図 4-4）。このような作業により、道路台帳と実測により平面図を作成した。



図 4-4. 道路境界の印（筆者撮影）

1-2). 調査当日に関する調査方法

歩行者天国実施時の車道の端に、LiDAR を3台設置し歩行者挙動の測定を行った（図 4-5）。LiDAR は測定機器を三脚に搭載し、各測定機器と PC を LAN ケーブルで接続し、測定中は常時 PC にデータを送信する。レーザーの反射で物体を測定し、自動で歩行者の判別をした後、PC

上で測定範囲内の歩行者を可視化する（図4-6）。測定範囲は1台につき、測定機器設置場所を中心とした半径15-20mの半円内である。今回の調査では、3台をそれぞれ異なる方向を向くように設置し、街路上設えによる陰ができるだけなくなるように配慮した。

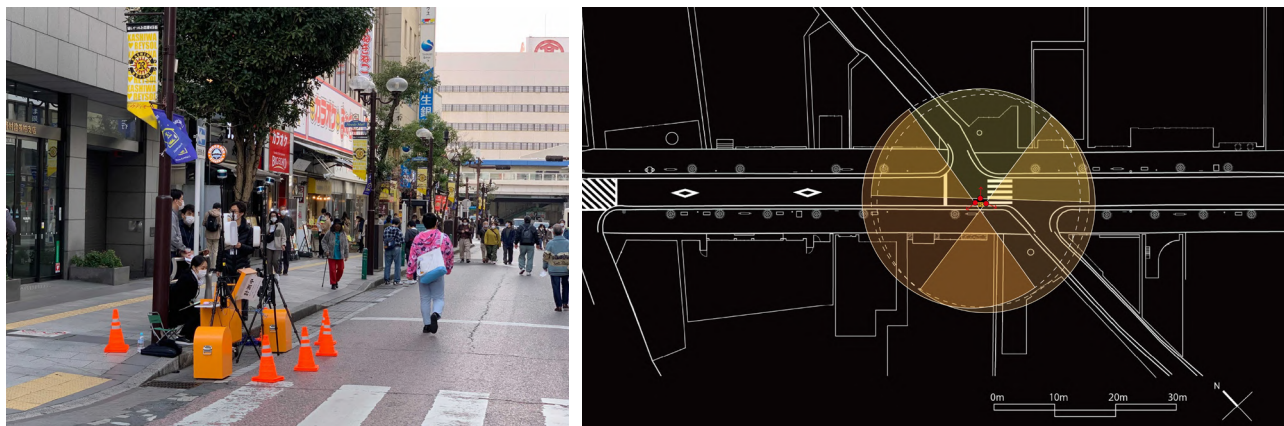


図4-5. LiDAR 設置場所（左図：筆者撮影 右図の地図：筆者作成）



図4-6. LiDAR 測定中の様子（地図：筆者作成）

2). 街頭アンケート調査

歩行者の属性や来街目的、目的地、歩行者天国の実施を認知しているかなどの、LiDAR やビデオ撮影では得られない情報を得るため、補足的に街頭アンケート調査を実施した。アンケート調査表を作成し（図4-7）、LiDAR 設置場所よりも駅寄りの場所と駅から離れた柏3丁目側の2カ所に調査員が立ち、ハウディモールを通行する歩行者に対してアンケート調査を行った。なお、歩行者天国を知っているかという歩行者天国の認知に関する質問は、11月21日の調査を踏まえて追加したため、12月5日のみ調査した。

No.	月 日 時 分			
駅方面へ・旧水戸街道方面へ	歩道（ヨーカドー側）・車道・歩道（マック側）			
質問項目	回答項目			
目的地				
目的地の選択方法	事前にネットで検索して決める・日用品の買い物等いつも行く店舗に行く・歩行途中に決める・自宅・その他			
来街時交通手段	鉄道・バス・自家用車・自転車・徒歩・その他			
居住地	柏駅周辺(徒歩圏内)・柏市・柏市以外			
来街頻度	週3回以上・週に1-2回・月に2-3回・月に1回以下・初めて			
歩行者天国を知っているか	知っている・知らない			
歩行者天国に対する感想・要望	実施に対して： 街路空間に対して：			
年代（回答者）	10代・20代・30代・40代・50代・60代・70代以上			
グループ人数	人	男性	人	女性
				人

図 4-7. 街頭アンケート調査表

3). ビデオ撮影

柏駅東口のペDESTリアンデッキ上から、調査員がビデオカメラを手に持ち、ハウディモールを見下ろすように、毎時 00 分から 15 分間撮影を行った。ハウディモールを通行する歩行者が撮影できるように撮影を行った（図 4-8）。



図 4-8. ビデオで撮影したハウディモール（筆者撮影）

調査実施に係る許可申請

1). LiDAR 調査

LiDAR による歩行者挙動の測定では、測定機器を道路上に設置するため、許可申請が必要となる。一般的に、道路上に何かを設置する場合など、道路を使用する場合には、まず行政に対し道路占用許可を得た後、警察で道路使用許可を得る必要がある。今回の調査では、まずUDC2の方を通して柏市役所土木部道路総務課に問い合わせを行い、調査概要を伝えたところ、測定時間も限られていることから道路使用許可の申請は必要なく、その代わり事前説明を行うことが求められた。事前説明を行ったところ、調査の実施主体及び実施主体の連絡先を掲示することを条件に、調査実施の許可を得た。次に、柏警察署に問い合わせを行い、窓口にて調査概要書を提示しながら事前協議を行った。協議の結果、道路使用許可書を申請した上で、調査を実施することの許可を得たため、再度道路許可申請書と調査概要書を柏警察署に持参し、申請を行った。調査概要書は、代表者の連絡先・調査の趣旨・日時・場所・調査機器の寸法及び周辺道路の寸法等を記載し、道路試用許可1件につき、調査概要書を2部添付した。なお、道路使用許可は、1件につき最大でも連続した7日間まで有効であるため、今回は2件（調査日：11月21日、12月5日）許可書を申請した。また道路使用許可は、申請から受け取りまでに、最低でも中2営業日を要するため、許可申請を行う際には、スケジュール管理に注意が必要である。

2). 街頭アンケート調査

街頭アンケート調査の実施に対しては、特別許可を得る必要はなかった。街頭アンケート調査に関しても、UDC2の方を通して柏市役所都市部中心市街地整備課に問い合わせをしていただき、特別許可を得る必要がないことを確認した。

3). ビデオ撮影

ビデオ撮影の実施に関しても、調査員がデッキの上から立ったままビデオカメラを持ち、撮影を行ったため、許可の必要なく行った。なお、デッキ上に三脚を設置し、ビデオカメラを用いて撮影をする場合には、警察署等への協議・申請などが必要となると考えられる。

倫理面への配慮

1). LiDAR 調査

LiDAR による人流測定は、レーザーで人の外形を捉え、人の動きのデータを得ているため、個人の顔や色彩情報を一切取得せず、個人が特定されることはない。調査中は、「人流測定中」と実施主体を明記し、人の動きデータを取得していることを掲示した。

2). 街頭アンケート調査

アンケートの回答者が特定されないよう、回答者の属性に関するアンケート項目について

注意を払った。属性に関しては、年代・性別・グループ人数・居住地（柏駅周辺・柏市内居住・柏市外居住）のみとし、事前に東京大学ライフサイエンス支援室の倫理審査委員会に問合せを行い、口頭でアンケート項目を伝え、倫理審査を通す必要がないことを確認した。

3). ビデオ撮影

ビデオによる撮影は個人を特定することが可能であるが、本調査ではペDESTリアンデッキ上から撮影するため、個人を判別することは難しい程度であるとし、分析作業においても個人を特定せずに行った。特に、LiDARによる測定データとビデオ撮影で得られたデータを結び付けずに分析を行うことに留意した。また、事前に東京大学ライフサイエンス支援室の倫理審査委員会に調査内容に伝え、倫理審査を必要としないこと、倫理面に問題がないことを確認した。

4-2. LiDAR 分析手法

本節では、LiDAR の分析手法の概要を記す。概要を述べた後、4 段階に分けて分析手法を紹介する。なお、本調査で得られたデータの分析については次節で述べることとし、ここでは一般的な LiDAR を用いた歩行者挙動の分析手法の紹介を行う。

4-2-1. 概要

LiDAR の測定では、独自に x, y, z 軸を設定し、その軸に基づいて歩行者の位置を x, y, z の座標で表現する。この x, y, z 座標は緯度・経度を含むものではないため、GIS 上で歩行者の位置を表示するためには、 x, y, z 座標をもとにした、GIS 上で可視化できる位置情報を付加する必要がある。このような位置情報を付加する作業に加え、データのクリーニング作業や分析作業を概観する。

LiDAR の測定データは、 x, y, z 座標に加え、歩行速度や歩行者一人につき一つ付加される軌跡 ID などが CSV 形式のデータとして得られる（表 4-2）。この CSV 形式のデータをデータベース管理システムである PostgreSQL というソフトウェアに読み込み、SQL というデータベース言語で構文を書くことで、データを加工する。PostgreSQL には、事前に PostGIS という機能を拡張しておく。PostGIS とは、PostgreSQL に空間拡張を導入するもので、GIS オブジェクトを格納することができるものである。また PostgreSQL は、コマンドプロンプトから操作可能であるが、pgAdmin4 というツールを使用することで、データベースの扱いが容易になるため、今回は pgAdmin4 というツールを用いて、データ分析を進めた。

表 4-2. LiDAR 調査によって得られるデータの項目⁷²⁾

1	2	3	4	5	6
時刻 (Unix Time)	軌跡ID	X座標[mm]	Y座標[mm]	Z座標[mm]	速度[m/s]
7	8	9	10	11	12
方向[deg]	加速度[m/sec ²]	角速度[deg/sec]	カテゴリ番号	グリッド番号	エリア番号

SQL を利用してデータ加工を進めるメリットは、PostGIS を拡張させ GIS オブジェクトを扱えるようになる他、大容量のデータを容易に扱うことができる点である。例えば、Excel では最大でも約 100 万行までの CSV データしか扱うことができないが、PostgreSQL は数百万行、それ以上の CSV データを一括で操作可能である。そのため、LiDAR のような大容量の CSV データ (LiDAR では 30 分の測定データで約 100 万行の CSV データが作成される) だけでなく、スマートフォン GPS で取得されるデータ等の大容量のデータを扱うことも可能である。

SQL で使用する名称は、データが入った表のことをテーブル、列のことをカラム、行のこと

72). 日立東大ラボによるレクチャーをもとに筆者作成

をレコードと呼ぶ（図 4-9）。

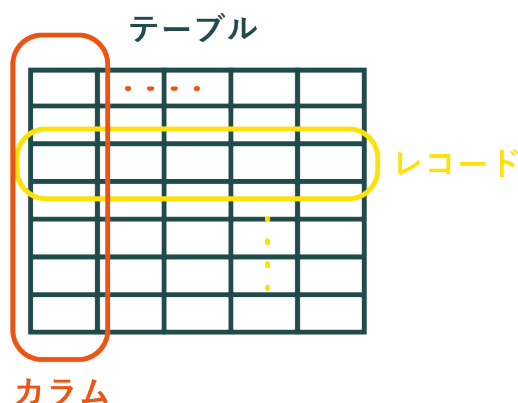


図 4-9. SQL での名称

CSV データを PostgreSQL に読み込み、分析を行うまでを、1). CSV ファイルのインポート、2). データのクリーニングと位置情報を付加、3). GIS に接続、4). GIS を用いた分析の 4 段階に分けて述べる。

4-2-2. 4 段階の分析方法

1). CSV ファイルのインポート

LiDAR の測定データは、30 分ごとに 1 つの CSV ファイルが生成されるため、調査時間内で一つのファイルにまとめた後、PostgreSQL に読み込みを行う。

① CSV ファイルの結合

任意のファイル（ここでは 'testdata' と名づけ、cdrive に作成する）に結合したい CSV ファイルを全て入れ、結合したファイルを格納するファイルを作成（ここでは 'all data' とする）する。コマンドプロンプトを起動し、「cd c:\testdata」と入力した後、「type *.csv> c:\testdata\alldata\csvall.csv」と入力しエンターキーを押す。これらの操作により CSV ファイルが一つのファイルに結合される⁷³⁾。

② PostgreSQL へ CSV ファイルの読み込み

①で作成した CSV ファイルをの読み込みを行う。まず pgAdmin4 を表示させ、CSV ファイルを格納するテーブルを作成する。テーブルのカラム名及びデータタイプを示す（図 4-10）。作成したテーブルに、import から CSV ファイルを読み込む。

73). 「csv・txt を結合する方法」<https://rakuzanet.jp/txt-csv-combine-zukai.html>（最終閲覧 2021.01.08）

データ	1.時刻 (Unix Time)	2.軌跡ID	3.X座標[mm]	4.Y座標[mm]	5.Z座標[mm]	6.速度[m/s]
カラム名	unix_time	trj_id	x	y	z	velocity
データタイプ	double precision	bigint	integer	integer	integer	double precision
データ	7.方向[deg]	8.加速度[m/sec ²]	9.角速度[deg/sec]	10.カテゴリ番号	11.グリッド番号	12.エリア番号
カラム名	direction	acceleration	ang_velocity	category	gred_id	area_id
データタイプ	double precision	double precision	double precision	integer	character varying	character varying

図 4-10. テーブルのカラム名とデータタイプ

2). データのクリーニングと位置情報を付加

続いて、データのクリーニング作業と位置情報を付加する。作業は以下のフローに沿って進める（図 4-11）。分析の考え方を示した後、サンプルとして、SQL のコードを併記する。なお、データのクリーニング作業はあくまでも一例である。

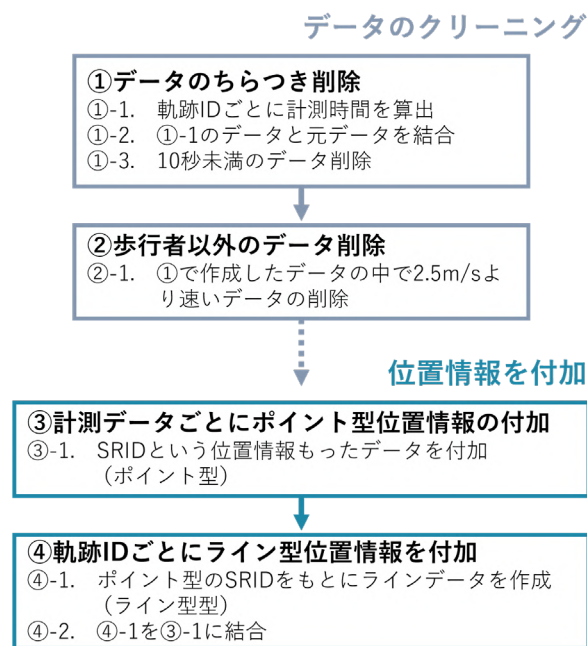


図 4-11. データクリーニングと位置情報付加の作業フロー

①データのちらつき削除

LiDAR は、レーザーの反射を用いて歩行者挙動の情報を得ているが、街路上のガラスや旗などレーザーが拡散するものや揺れ動くものを歩行者として数秒間認識してしまう場合がある。このようなちらつきが見られるデータを事前に削除する必要がある。

また LiDAR は、200msec 秒ごとにレーザーを発しデータを作成するため、CSV ファイル上にも 200msec に 1 レコード分のデータが作成される。そのため、軌跡 ID ごとに何レコード分

のデータが存在するかを把握することで、軌跡 ID ごとに何秒間測定されたのかを明らかにすることができる。ここでは測定時間が 10 秒未満（50 レコード未満）のデータをちらつきデータとして削除する。

① -1. 軌跡 ID ごとに測定時間を算出

軌跡 ID ごとに何秒間測定されたのかを把握するため、軌跡 ID ごとにレコードの数をカウントする。

-Sample

```
CREATE TABLE テーブル名 AS
select trj_id, COUNT(trj_id)
FROM テーブル名
GROUP BY trj_id;
```

① -2. ① -1 のデータと元データを結合

① -1 の作業により、軌跡 ID ごとに何レコード存在するかをカウントされた。そのカウントした数を、1).-②で作成したテーブル（以下、元データ）と結合する。結合方法は、LEFT OUTER JOIN を用いた。

-Sample

```
CREATE TABLE テーブル名 AS
SELECT unix_time, trj_id, x, y, z, velocity, direction, acceleration,
ang_velocity, category, grid_id, area_id, size, count
FROM テーブル名①
LEFT OUTER JOIN テーブル名②
USiNG (trj_id);
```

① -3. 10 秒未満のデータ削除

測定時間が 10 秒未満のデータ（50 レコード未満のデータ）を削除する。

-Sample

```
DELETE FROM テーブル名 WHERE count <50;
```

②歩行者以外のデータ削除

測定対象を歩行者のみとするため、測定された速度が 2.5m/s 以上のデータを削除する。

② -1. ①で作成したデータの中で 2.5m/s より速いデータの削除

-Sample

```
DELETE FROM テーブル名  
WHERE velocity > 2.5;
```

③測定データごとにポイント型位置情報の付加

ここからは、位置情報を付加する作業行程となる。まずは、測定データごとにポイント型の位置情報を付加する⁷⁴⁾。

③-1. SRID という位置情報もったデータを付加 (ポイント型)

データタイプはジオメトリ型であり、構文中の 4326 は座標系を指定するものである。この座標系が異なるものが含まれると今後の分析作業で、エラーが発生するため注意が必要である。また to_timestamp という指示は、エポック秒を日付に変換する意味を持つ。

-Sample

```
CREATE TABLE テーブル名 AS  
SELECT trj_id, to_timestamp(unix_time), x, y, z,  
velocity, direction, acceleration, ang_velocity, category, grid_id, area_id,  
size, ST_SetSRID( ST_Point( x, y ), 4326 ) AS geom_point  
FROM テーブル名 ;
```

④軌跡 ID ごとにライン型位置情報を付加

続いて、③で付加したポイント型のデータをもとに、軌跡 ID ごとに 1 つのライン型データを作成する⁷⁵⁾。

-Sample

```
CREATE TABLE テーブル名 AS  
SELECT trj_id, ST_MakeLine(geom_point) AS geom_line  
FROM テーブル名  
GROUP BY trj_id;
```

④-2. ④-1 を③-1 に結合

④-1 でライン型データを作成したが、これを③-1 のテーブルに結合する。

74). 「PostGIS 1.5.1 マニュアル 日本語訳 ST_Point」 https://aginfo.cgk.affrc.go.jp/docs/pgisman/1.5.1/ST_Point.html (最終閲覧 2021.01.08)

75). 「PostGIS 1.5.1 マニュアル 日本語訳 ST_MakeLine」 https://aginfo.cgk.affrc.go.jp/docs/pgisman/1.5.1/ST_MakeLine.html (最終閲覧 2021.01.08)

-Sample

CREATE TABLE テーブル名 AS

SELECT to_timestamp, trj_id, x, y, z, velocity, direction, acceleration,
ang_velocity, category, grid_id, area_id, size, geom_point, geom_line

FROM テーブル名

LEFT OUTER JOIN テーブル名

USiNG (trj_id);

3). GIS に接続

PostgreSQL を GIS に接続し、データクリーニングと位置情報付加を行ったデータを GIS 上で可視化する。GIS は QGIS を使用する。QGIS を開き、PostgreSQL の新規接続から PostgreSQL 上のデータベース名等を入力すると接続される。接続するとジオメトリ型のデータを QGIS 上で可視化することができる⁷⁶⁾。

上記の作業では、LiDAR で測定された歩行者データは可視化されたが、平面図は表示されていない。そのため、平面図に位置情報を付加し、GIS 上に取り込む必要がある。この作業は、ワールドファイルを作成し、平面図をラスタデータの追加から読み込む方法と、QGIS のジオレファレンサー機能を用いて平面図を読み込む2つの方法がある。精度良く表示することができたジオレファレンサーを用いた平面図の読み込み作業を紹介する。ジオレファレンサーとは、既に GIS 上に表示されている地図をもとに、新たに追加する平面図に位置情報を付加するものである。ジオレファレンサーは、QGIS のプラグインの追加から新たに追加する必要がある。

4). GIS を用いた分析

GIS 上にラインやポリゴンを作成し、そのラインと歩行者の軌跡が交差する分析方法やポリゴン内に含まれる歩行者を抽出する分析方法がある。他にも多様な分析が可能であるが、具体的な分析に用いる構文は PostGIS のマニュアルを参照されたい⁷⁷⁾。ここでは、GIS 上で作成したラインと歩行者軌跡の交差を分析する方法を紹介する。

まず、GIS 上でラインを作成するが、そのラインデータを格納するテーブル（レイヤー）を作成する必要がある。そのためにはまず、PostgreSQL 上でライン型、ジオメトリ型の空テーブルを作成する。そして、GIS 上で再度接続し、空テーブルを追加する。そのうえで、GIS の

76). 「QGIS 実習オープン教材 空間データベース」<https://gis-oer.github.io/gitbook/book/materials/09/09.html> (最終閲覧 2021. 01. 08)

77). 「PostGIS 1.5.1 マニュアル 日本語訳 7.8. 空間関係関数と空間測定関数」https://aginfo.cgk.affrc.go.jp/docs/pgisman/1.5.1/reference.html#Geometry_Constructors (最終閲覧 2021. 01. 08)

編集機能を使用し、ラインデータを作成する⁷⁸⁾。

-Sample

```
CREATE TABLE line ( gid SERIAL PRIMARY KEY,  
    geom GEOMETRY(LINESTRING, 4326));
```

続いて、PostgreSQL 上で、ST_LineCrossingDirection の構文を使用し、交差の判別を行う。

-Sample

```
CREATE TABLE テーブル名 AS  
SELECT p.trj_id, count(p.geom_line), l.gid, ST_linecrossingdirection( l.geom,  
p.geom_line ) as vect  
from GIS 上に引いた線が格納されているテーブル名 as l, 軌跡データが入ったテーブル名  
as p  
where ST_LineCrossingDirection(l.geom, p.geom_line) !=0  
GROUP BY p.trj_id, l.gid, p.geom_line;
```

以上、LiDAR で測定された歩行者挙動データを分析する方法を記述した。次節以降は、実際に調査した結果を用いて分析を進める。

78)．「PostGIS 1.5.1 マニュアル 日本語訳 7.8. 空間関係関数と空間測定関数」https://aginfo.cgk.affrc.go.jp/docs/pgisman/1.5.1/ST_LineCrossingDirection.html (最終閲覧 2021.01.08)

4-3. 調査結果の概要

本節では、調査日の気象条件を整理した後、LiDAR 調査、街頭アンケート調査、ビデオ撮影調査の集計方法及び基本集計に基づく調査結果を延べ、次節以降の分析方法や整理の方法を紹介する。

4-3-1. 調査日の気象条件

調査日の気象条件を気象庁のホームページから整理した（表 4-3）。降水量及び平均気温は研究対象地から最も近い我孫子の観測地点の観測データを参照し、全天日射量は、我孫子では観測しておらず、観測している地点では最も東京に近いことから、東京の観測データを参照した。11 月 21 日は曇りで、全天日射量が比較的少ないため分析の際には注意が必要である。前日調査時間内は、降水量が 0 であることを確認した。

表 4-3. 調査日の気象条件⁷⁹⁾

日	調査内容	12-16時の降水量 (mm)	平均気温 (°C)	全天日射量 (MJ/m ²)
11月21日	LiDAR調査	0	11.4	4.42
11月25日	ビデオ撮影	0	9.1	12.39
12月5日	LiDAR調査、ビデオ撮影	0	5.8	11.03
観測地点		我孫子		東京

4-3-2. 集計方法

1). LiDAR 調査

LiDAR 調査は、ちらつきデータの削除と、歩行者のみを抽出するため速度の速いデータを削除した（表 4-4）。

表 4-4. LiDAR 調査によって得られたデータの抽出方法

抽出条件	抽出目的
計測時間が10秒以上	ちらつきデータの除去
移動速度が0m/s以上2.5m/s未満	歩行・滞留データの抽出

続いて、歩行場所、車道から歩道または歩道から車道への移動（以下、交差）、施設立ち寄

79). 国土交通省 気象庁「過去の気象データ」https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec_no=45&block_no=47682&year=&month=05&day=&view=p1s (最終閲覧 2021. 01. 08)

りを把握するため、GIS上に歩行場所ごと、車道と歩道の境界、施設入口にそれぞれラインデータを作成し、これらのラインと歩行者軌跡がどれほど交わったかを分析した（図4-12）。なお、分析には12時から14時まで測定できた12月5日のデータを使用した。

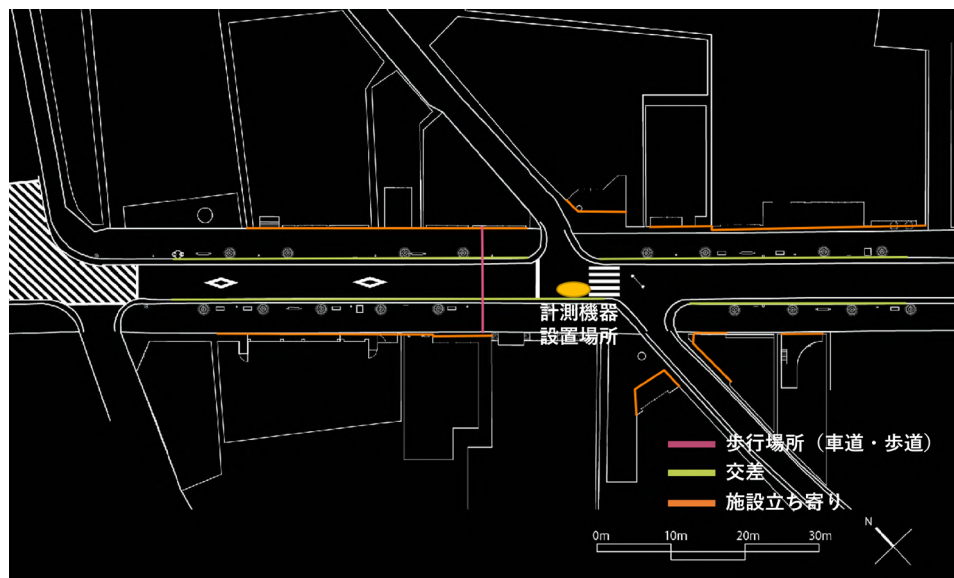


図4-12. LiDAR 調査結果を分析に用いたライン（地図：筆者作成）

2). 街頭アンケート調査

街頭アンケート調査は、紙に調査員が記入するかたちでアンケートを取っていたため、調査後一度 Google Form に集計し、基本集計を行った。

3). ビデオ撮影調査

ビデオ撮影の集計は、録画した映像をもとに目視で集計を行った。北側歩道・車道・南側車道が見渡せる位置で、集計用の仮想ゲートを設け（図4-13）、そのゲートを通過した人数をカウントした。

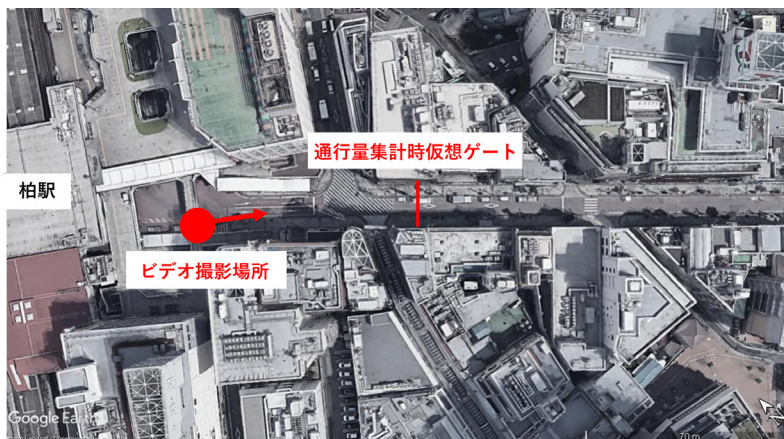


図4-13. ビデオ撮影の集計用仮想ゲート

4-3-3. 基本集計結果

LiDAR 調査及び街頭アンケート調査の基本集計を行う。基本集計の集計項目を示す（表 4-5）。

表 4-5. 基本集計結果表

1	時間	曜日（比較）		
2		時刻		
3	歩行	場所（車道－歩道）	ビデオ	
4		歩行方向	ビデオ	
5		場所（車道－歩道）	LiDARデータ	結果5
6		歩行方向	LiDARデータ	結果6
7		施設立ち寄り	LiDARデータ	結果7
9		速度	LiDARデータ	結果9
10	属性	横断（歩道-車道）	LiDARデータ	結果10
12		歩行方向	アンケート	結果12
13		目的地	アンケート	結果13
14		目的地決定	アンケート	結果16
15		居住地	アンケート	結果15
16		場所（車道－歩道）	アンケート	結果16
17		来外時交通手段	アンケート	結果17
18		来街頻度	アンケート	結果18
19		認識	アンケート	結果19
20		年代	アンケート	結果20
21		歩行人数	アンケート	結果21

1). LiDAR 調査

分析の前段として、LiDAR 調査の基本集計結果を示す（図 4-14）。

歩行場所ごとの合計歩行人数（結果5）

歩道（イトーヨーカドー側）	車道	歩道（マクドナルド側）
5393	2827	4536

歩行場所ごとの合計歩行人数（結果6）

駅から離れる方向	駅に向かう方向
6874	5882

施設立ち寄り人数（結果7）

施設立ち寄り	5335
--------	------

平均歩行速度（結果9）

平均歩行速度	1.12 (m/s) (4.032 km/h)
--------	----------------------------

施設立ち寄り人数（結果10）

歩道から車道	車道から歩道
3085	3579

図 4-14. LiDAR 基本集計結果表

1). 街頭アンケート調査

街頭アンケート調査結果示す（図 4-15）。いずれの項目も偏りがなく街頭アンケート調査を実施できたことが窺える。

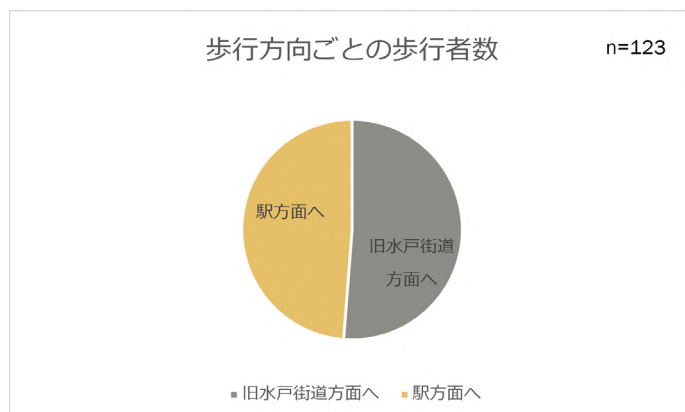


図 4-15-1. 歩行方向ごとの歩行者数

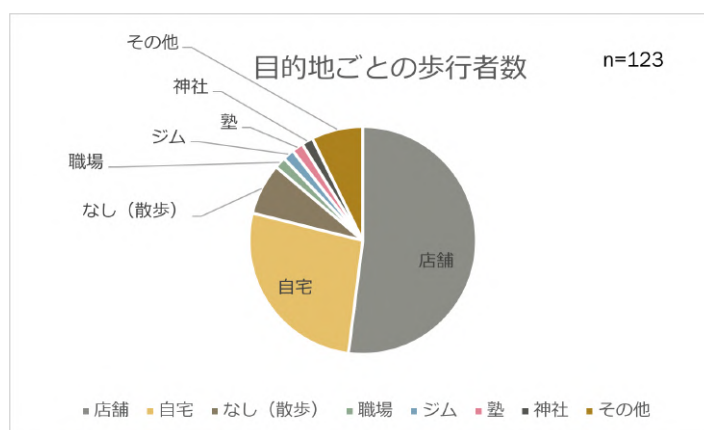


図 4-15-2. 目的地別歩行者数

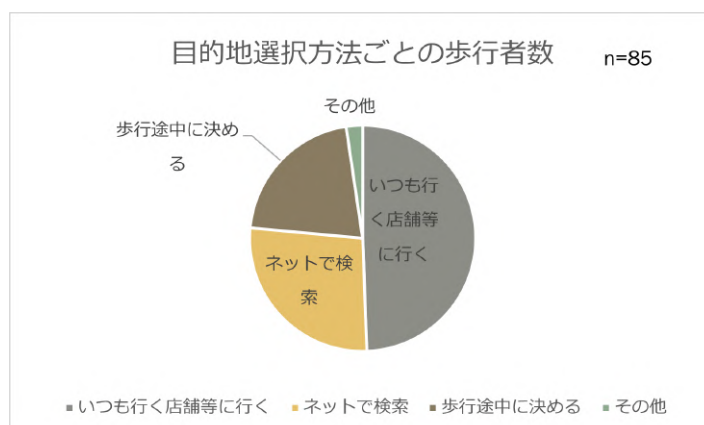


図 4-15-3. 目的地選択方法ごとの歩行者数

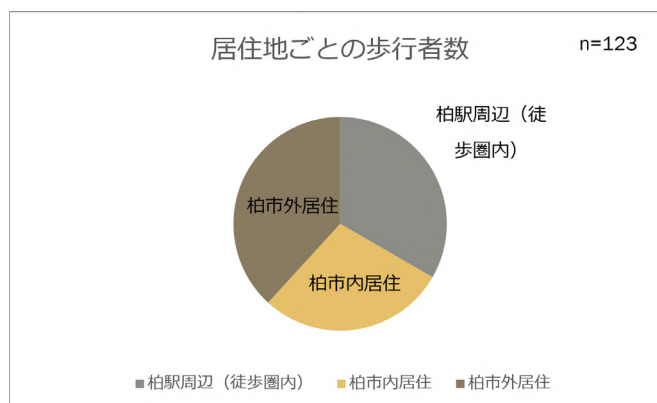


図 4-15-4. 居住地ごとの歩行者数

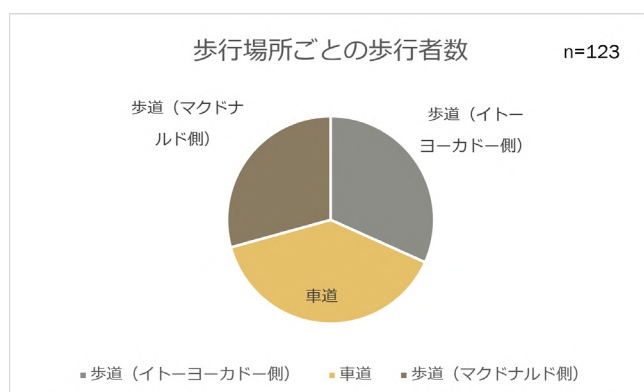


図 4-15-5. 歩行場所ごとの歩行者数

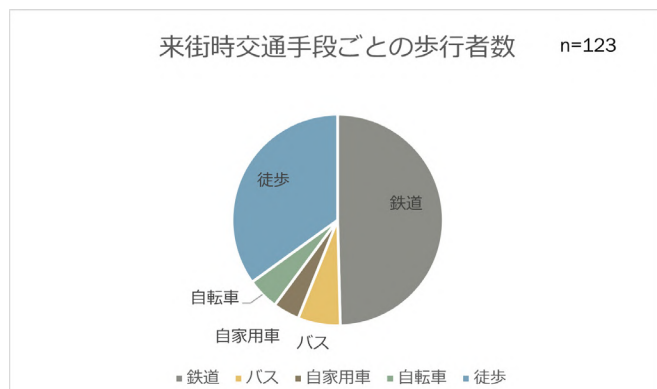


図 4-15-6. 来街時交通手段ごとの歩行者数

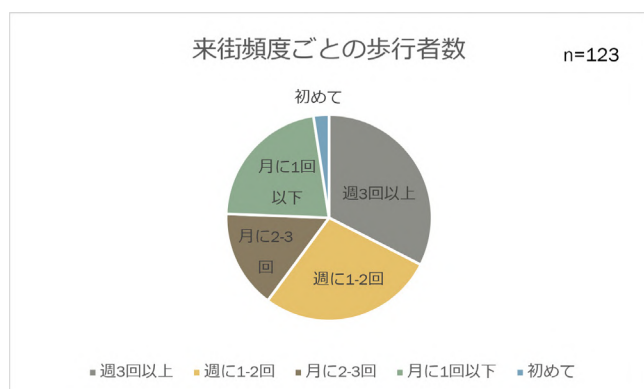


図 4-15-7. 来街頻度ごとの歩行者数

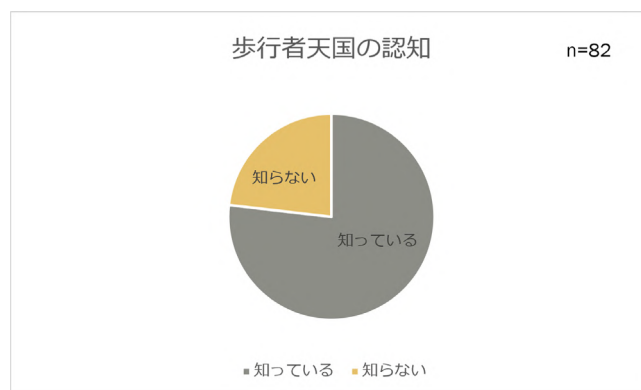


図 4-15-8. 歩行者天国の認知

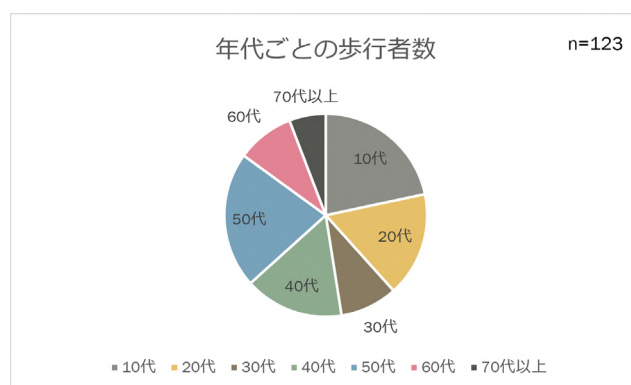


図 4-15-9. 年代ごとの歩行者数

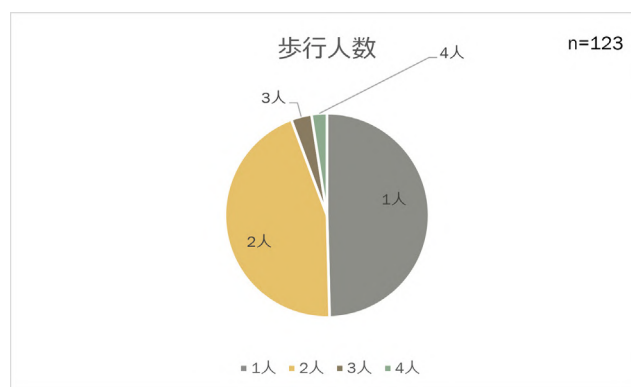


図 4-15-10. 年代ごとの歩行者数

また街頭アンケート調査の中で、歩行者天国実施に関する要望や感想をヒアリングしたため、その結果を整理した（表 4-6）。①歩行者天国の実施に関する要望や感想と、③歩行者天国に関わらないハウディモールの街路空間に対する要望があった。

①歩行者天国実施に対する要望や感想

歩行者天国実施に対する要望については、他の曜日にも実施してほしい旨や、実施区間を延ばしてほしいといった拡大を希望する意見や、車や自転車が危ないので周囲させてほしい、歩行者に対してももっと周知させるべきであるといった認知に関する要望が見られた。また、

歩行者天国実施に関する感想では、歩きやすくて良い、満足しているといった肯定的な意見が多数見受けられた。

②ハウディモールの街路空間に対する要望

街路空間に対する要望では、歩道が狭いので拡幅してほしい、舗装を綺麗にしてほしいなどの意見が見られ、特に高齢者やベビーカーを押す親御さんからは、段差が少なく歩道幅員が十分にある街路空間が求められていることが明らかになった。

表 4-6. ヒアリング結果

類型	要望・感想	人数
歩行者天国に関する要望	他の曜日もやってほしい（平日・土曜日も）	7
	自転車が危ない（自転車レーンがほしい）	7
	車・バイクが入り込んできて危ない もっと周知させるべき（車の運転手に対して）	6
	もっと周知させるべき（歩行者に対して）	5
	イベント実施してほしい	5
	歩行者天国の実施区間を延ばしてほしい	4
	日曜日だけでよい（周囲が渋滞するため）	3
	車で駅に行く際不便（実施しない方がよい）	2
歩行者天国に関する感想	良い、満足している	12
	歩きやすくてよい	10
	使い勝手がよい	2
	密にならなくてよい	2
	車が通らなくて良い	1
	車道を歩けて楽しい	1
	交通状況が変わって紛らわしい	1
歩行者天国に関わらず街路に対する要望	歩道が狭い（拡幅してほしい）	4
	舗装を綺麗にしてほしい	3
	アーケードがあると良い	2
	一体整備してほしい	2
	活気がほしい	2
	綺麗にしてほしい（ゴミが多い）	2
	平日の路上駐車が多くて危ない	2
	歩道を一方通行にしてほしい	1
	段差が歩きにくい（整備してほしい）	1
その他	特になし	45
	歩行者天国の実施を知らなかった	6

次節以降は、クロス集計による結果と多変量解析による結果を用いて分析仮説ごとに結果を紹介する。

4-4. 歩行場所ごとの傾向

本節以降では、クロス集計による分析結果と多変量解析による分析結果を、分析仮説にもとづいて整理する。クロス集計は以下の表をもとにまとめた（図 4-16）。

			A	B	C	D	E	F	G	I	J
			時間		歩行						
			曜日（比較）	時刻	場所（車道一歩道）	歩行方向	場所（車道一歩道）	歩行方向	施設立ち寄り	速度	交差
			ビデオ		ビデオ	ビデオ	LiDAR	LiDAR	LiDAR	LiDAR	LiDAR
1	時間	曜日（比較）	ビデオ		結果3-A	結果4-A					
2		時刻			結果3-B	結果4-B	結果2-E	結果2-F	結果2-G	結果2-I	結果2-J
3		場所（車道一歩道）	ビデオ	結果3-A	結果3-B						
4		歩行方向	ビデオ	結果4-A	結果4-B						
5		場所（車道一歩道）	LiDAR					結果6-E（時刻変化も）	結果5-G（時刻変化も）	結果5-I（時刻変化も）	結果5-J（時刻変化も）
6		歩行方向	LiDAR							結果6-I（時刻変化も）	
7		施設立ち寄り	LiDAR							結果7-I（時刻変化も）	
8		速度	LiDAR								
9		交差	LiDAR				結果10-E			結果10-I（時刻変化も）	
10		歩行									
11	属性	歩行方向	アンケート								
12		目的地	アンケート		結果13-B						
13		目的地選択方法	アンケート		14-B						
14		居住地	アンケート		結果15-B						
15		場所（車道一歩道）	アンケート		結果6-Pと同じ						
16		来街時交通手段	アンケート		6-Nと同じ						
17		来街頻度	アンケート								
18		認識	アンケート								
19		年代	アンケート								
20		グループ	アンケート								
21											

L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
属性									
歩行方向	目的地	目的地選択方法	居住地	場所（車道一歩道）	来街時交通手段	来街頻度	認識	年代	グループ
アンケート	アンケート	アンケート	アンケート	アンケート	アンケート	アンケート	アンケート	アンケート	アンケート
結果6-P	結果6-M	結果6-N	結果6-O	結果6-P	結果6-Q	結果6-R			
化も）									
				結果16-Lと同じ					
		結果15-Mと同じ			結果17-Mと同じ	結果18-Mと同じ			
	結果15-M		結果15-Nと同じ	結果14-P	結果17-Nと同じ	結果18-Nと同じ			
		結果15-N		結果16-Oと同じ		結果18-Oと同じ	結果15-S		
結果16-L	結果16-M	結果16-N	結果16-O	結果16-Q	結果16-R	結果16-S	結果16-T	結果16-U	
	結果17-M	結果17-N		結果16-Qと同じ	結果17-R				
	結果18-M	結果18-N	結果18-O	結果16-Rと同じ	結果17-Rと同じ				
				結果16-S					
				結果16-T					
				結果16-U					
				集計する必要のないもの	サンプル数が十分でない	有意義な結果は得られない	考察		

図 4-16. クロス集計

4-4-1. 平日と歩行者天国実施時の比較

歩行者天国を実施することにより、車道も歩行空間化することで、歩道の通行量が減少するのではないか、という仮説のもと、ビデオ撮影による通行量調査を平日と歩行者天国実施時に行った、その調査結果を示す（図 4-17）。

平日の通行量と歩行者天国実施時の通行量を比較すると、歩道での通行量は減少せず、大差ないことがわかった。また、車道の歩行者数は少なくあまり歩かれていないことがわかった。

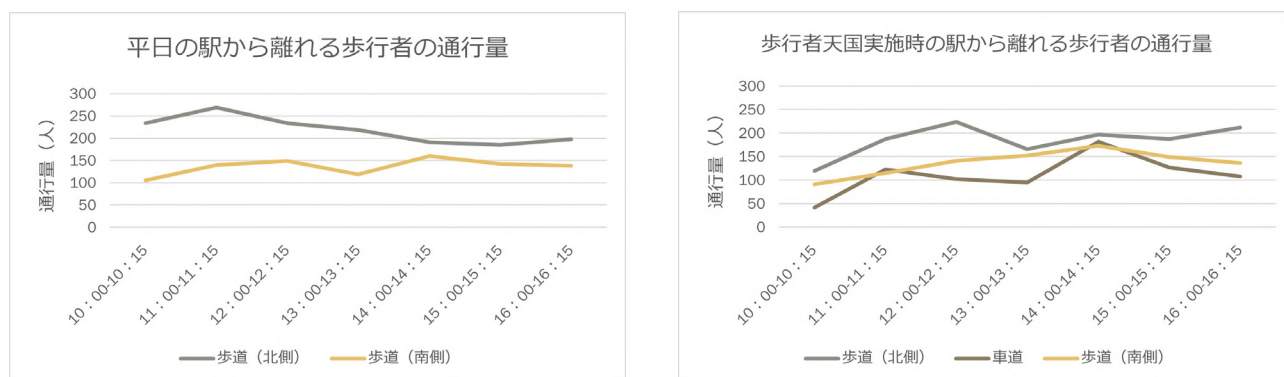


図 4-17-1. 駅から離れる歩行者の通行量
(左図：平日 右図：歩行者天国実施時)

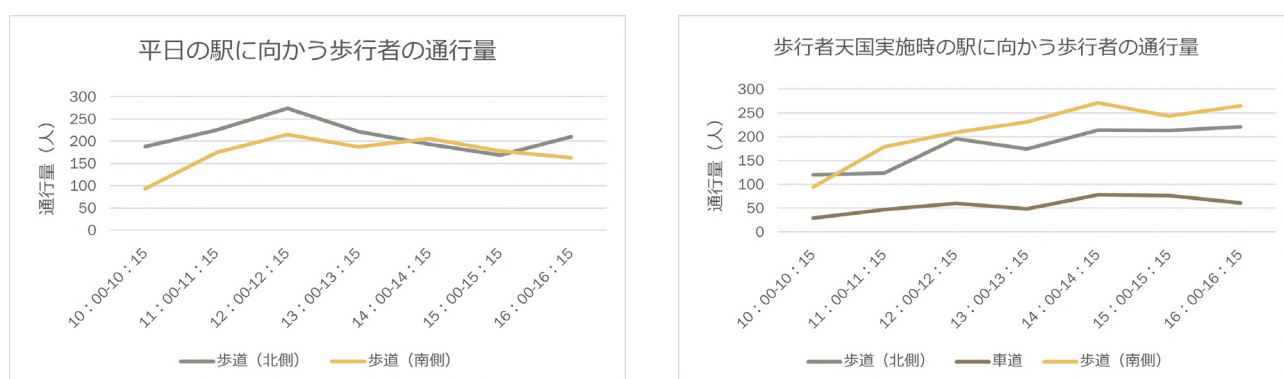


図 4-17-2. 駅に向かう歩行者の通行量
(左図：平日 右図：歩行者天国実施時)

4-4-2. 歩行者天国の認知と歩行場所別の傾向（アンケート調査結果）

前項より、車道歩行者数が少ないことが明らかになったが、その要因として歩行者天国の実施を認知されていないことが挙げられるのではないかと考えられる。歩行者に対する歩行者天国の認知について、街路アンケート調査を行い、その結果を示す（図 4-18）。

歩行場所ごとに、歩行者天国認知割合を集計すると、歩道歩行者の約 4 割は歩行者天国の実施を認知していないことが明らかになった。歩行者天国の実施を認知させるために、案内をわかりやすく掲示することが、認知の向上に繋がると考えられる。また街路空間も車道と歩道の境界に段差があり、交差しにくい点が認知に影響していると考えられる。

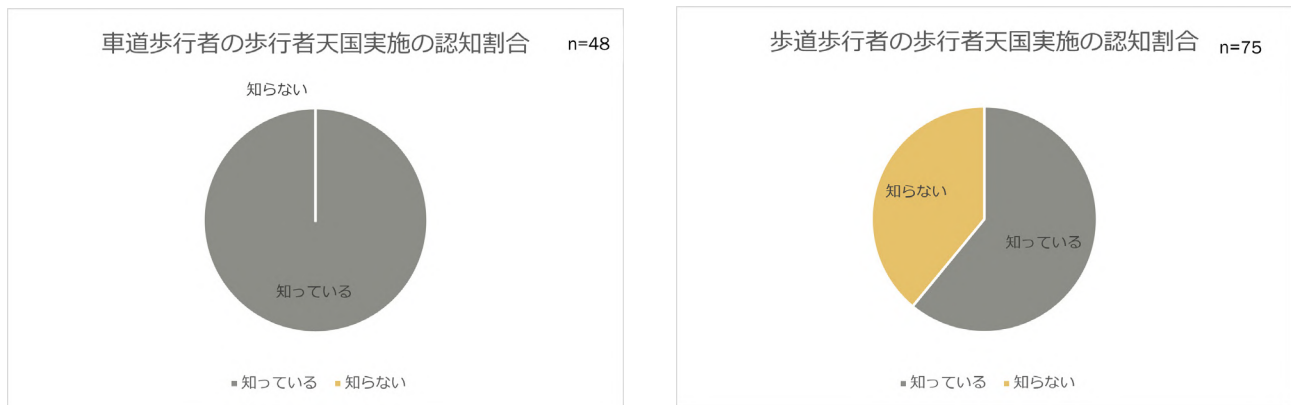


図 4-18. 歩行者天国実施時の認知割合（左図：車道 右図：歩道）

歩行場所ごとのアンケート調査結果を示す（図 4-19. 20. 21. 22. 23. 24）。

来街頻度では、車道歩行者は週3回以上来街する歩行者の割合が高い。一方で歩道歩行者は、週に1-2回や月に1回以下、初めての割合が高い。居住地では、車道を歩行している歩行者は、柏駅周辺居住者が多い傾向にある。そのため、来街時交通手段も車道では徒歩で来街する歩行者割合が高い。目的地選択方法をみると、車道ではいつも行く店舗等に行く歩行者が多い。属性にも傾向が見られ、車道では40-50代の歩行者が多く、歩道では10-20代の割合が高い。歩行人数では、車道では2人以上の複数人での歩行が多く見られる。



図 4-19. 歩行場所ごとの来街頻度別割合（左図：車道 右図：歩道）

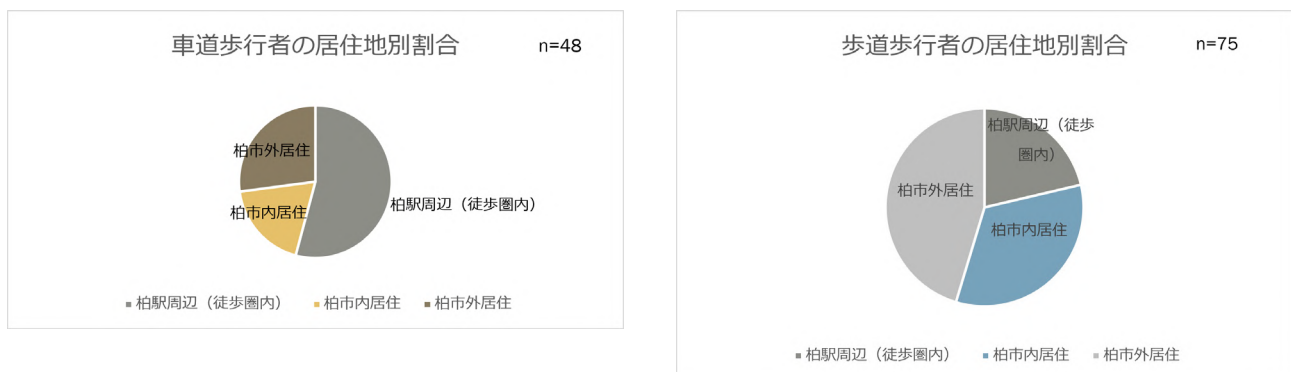


図 4-20. 歩行場所ごとの居住地割合（左図：車道 右図：歩道）



図 4-21. 歩行場所ごとの来街時交通手段別割合（左図：車道 右図：歩道）



図 4-22. 歩行場所ごとの目的地選択方法別割合（左図：車道 右図：歩道）



図 4-23. 歩行場所ごとの年代別割合（左図：車道 右図：歩道）

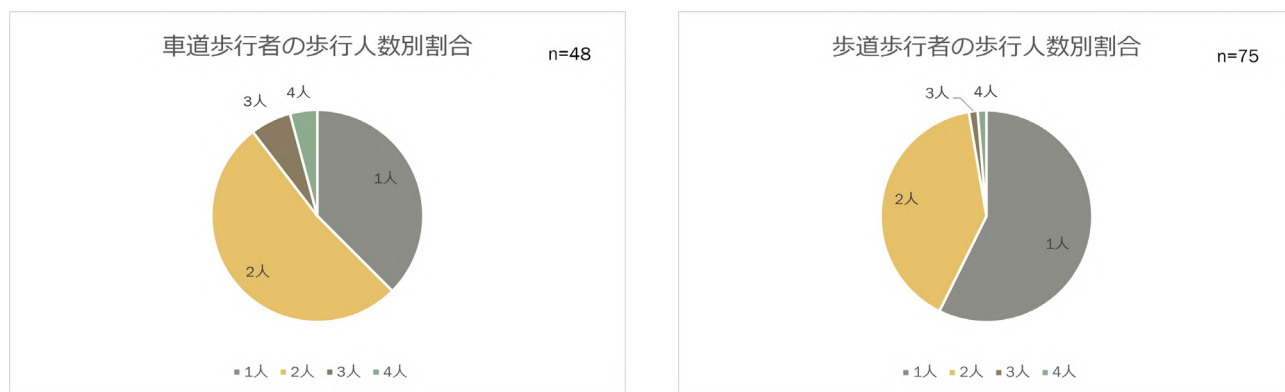


図 4-24. 歩行場所ごとの歩行人数別割合（左図：車道 右図：歩道）

アンケート調査結果をもとに、歩行場所の違いによる歩行者属性を探るため、数量化Ⅱ類分析を行った。歩行者1人につき1サンプルとするため、サンプルの総数は123である。目的変数は、歩行場所（車道・歩道）を取り、説明変数は、目的地、来街時交通手段、居住地、来街頻度、年代、歩行人数を取る。ステップワイズ法を使用し、ステップワイズ法で選択された変数と有意確率を示す（表4-7）。正判別率は72.4%であることを確認した。

標準化された正準判別関数係数を示す（表4-8）と、寄与度が最も高い説明変数は、歩行人数であり、歩行場所には歩行人数という属性が大きく影響していることがわかった。また、クロス集計より車道歩行者は複数人での歩行割合が高いことがわかっている。そのため、歩行者天国実施時の車道は、特に複数人での歩行者に選択される傾向があると言える。

表4-7. ステップワイズ法で選択された変数と有意確率

説明変数	有意確率
居住地	0.02
年代	0.00
歩行人数	0.00

表4-8. 標準化された正準判別関数係数

居住地	-.637
年代	.575
歩行人数	.716

4-4-3. 歩行場所別の傾向（LiDAR 調査結果）

LiDARによる歩行場所ごとの傾向をみる（図25, 26, 27）。駅に向かう歩行者と駅から離れる歩行者の傾向を見ると、北側歩道で駅から離れる方向の歩行者数が多い。これは、北側歩道が駅の改札に繋がるためであると考えらる。また駅に向かう歩行者は、南側、北側歩道、どちらも大差ないが、これは、二番街商店街が南側、駅の改札が北側歩道と繋がるため、どちらの歩道も歩行者数が多いと考えられる。また車道歩行者は、交差が多い。車道歩行者が交差が多いことは自明であるため、以降の判別分析の説明変数として、交差は用いない。

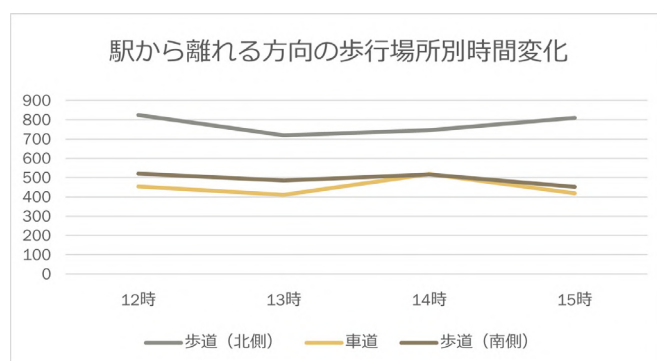


図 4-25. 駅から離れる方向の歩行場所別時間変化

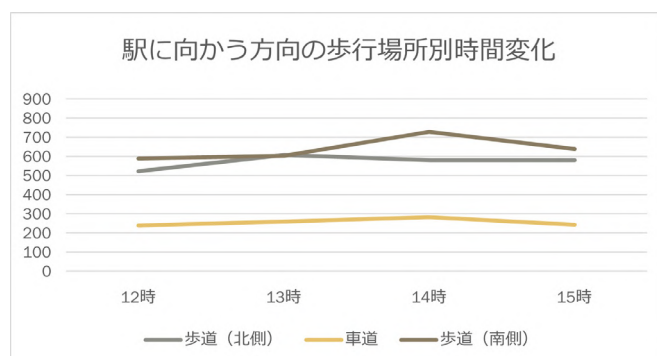


図 4-26. 駅に向かう方向の歩行場所別時間変化

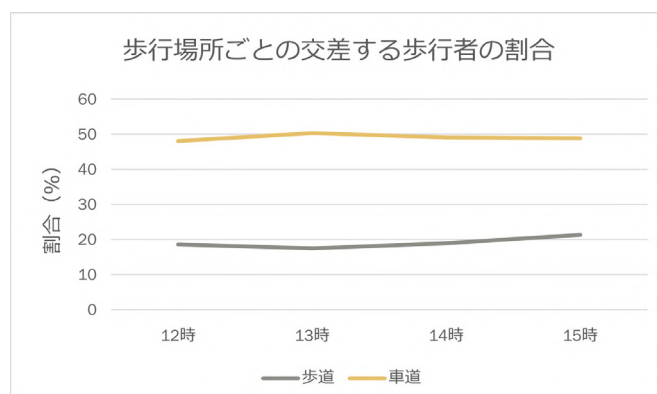


図 4-27 歩行場所ごとの交差する歩行者の割合

次に、歩行場所の違いに関する歩行者挙動を探るため、判別分析を行った。歩行者1人につき1サンプルとするため、サンプルの総数は12503である。目的変数は、歩行場所（車道・歩道）を取り、説明変数は、行き来の多寡（1：通過、2：行き来する）・施設立ち寄りの有無・歩行速度を取る。ステップワイズ法を使用し、ステップワイズ法で選択された変数と有意確率を示す（表4-9）。正判別率は48.4%であり、高い判別率を示しているわけではないことに注意が必要である。

標準化された正準判別関数係数を示す（表 4-10）。歩行場所を判別する際、通過 / 行き来が最も大きく影響し、次に施設立ち寄りの有無が影響することがわかった。また、クロス集計の結果より、歩道歩行者は行き来する割合と、施設立ち寄り割合が高いことがわかっている（図 4-28, 29）。そのため歩行者天国実施時の歩道は、行き来する歩行者や施設に立ち寄る歩行者に選択される傾向があると言える。一方、車道では施設に立ち寄らず、通過する歩行者が多いことが明らかになった。車道は、目的地に直接向かう歩行者の歩行空間として機能していると考えられる。

表 4-9. ステップワイズ法で選択された変数と有意確率

説明変数	有意確率
通過/行き来	0.00
施設立ち寄りの有無	0.00
平均歩行速度	0.00

表 4-10. 標準化された正準判別関数係数

通過/行き来	.649
施設立ち寄りの有無	.584
平均歩行速度	-.357

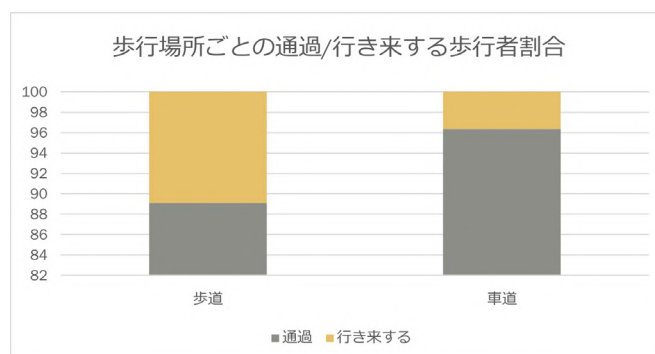


図 4-28. 歩行場所ごとの通過 / 行き来する歩行者割合

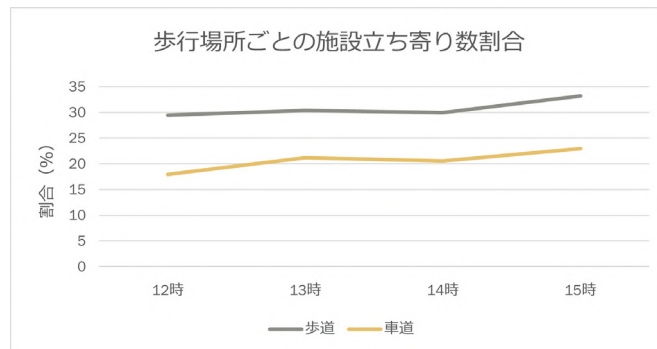


図 4-29. 歩行場所ごとの施設立ち寄り割合

4-5. 時間変化でみた歩行者挙動特性

時間変化に合わせた歩行者挙動の傾向が把握されれば、歩行者天国の実施目的に応じた歩行者天国の時間設定が可能になるため、時間変化に伴う歩行者挙動の把握を行う。

LiDAR 調査結果で時間変化を分析したものを示す（図 4-30, 31）。施設立ち寄り人数は増加し 14 時ピークを迎えた後、15 時台にはやや減少する。これより、14 時頃に買い物等の歩行者が増加することがわかった。なお、施設立ち寄り歩行者は、平均歩行速度よりも歩行速度が遅い（図 4-32）。13 時以降は買い物等歩行者が増えるため、歩行速度が遅くなることわかる。また 12 時台は歩行速度が速いが、これは目的地へ向かう歩行者が多いためと考えられる。駅に向かう歩行者の方が、駅から離れる歩行者に比べて、歩行速度が速い。これは鉄道に乗車するなど、決められた時刻に合わせて移動する歩行者が多いからであると考えられる。

またアンケート調査結果による時間変化を見ると（図 4-33, 34）、時間経過とともに、歩行途中に目的地を決める歩行者や目的地を店舗とする歩行者が増加することがわかる。これより夕方にかけて、目的なく散歩する歩行者や買い物客が増加すると考えられる。また歩行者属性をみると（図 35, 36）、時間経過とともに柏市外居住者が増え、来街頻度が月 1 以下の歩行者が増加する。夕方に向け、買い物等で来街頻度が低い歩行者、隣接する街等からの歩行者が増えることがわかった。

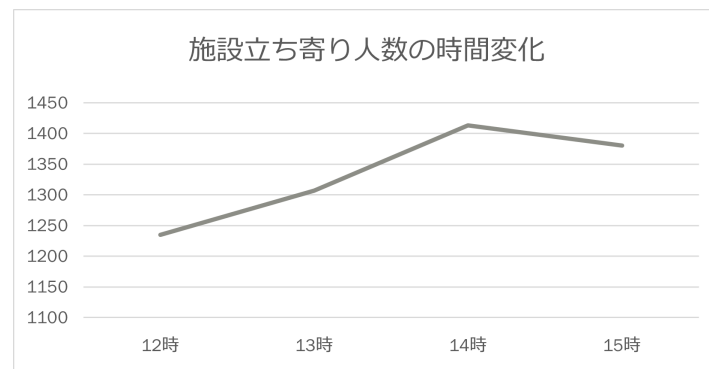


図 4-30. 施設立ち寄り数の時間変化

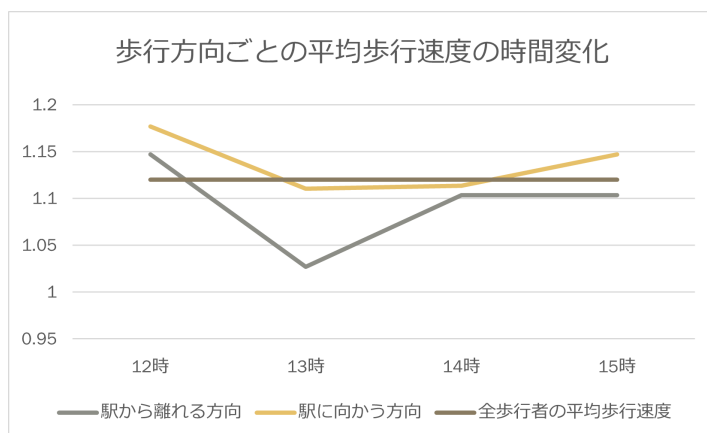


図 4-31. 歩行方向ごとの平均歩行速度の時間変化

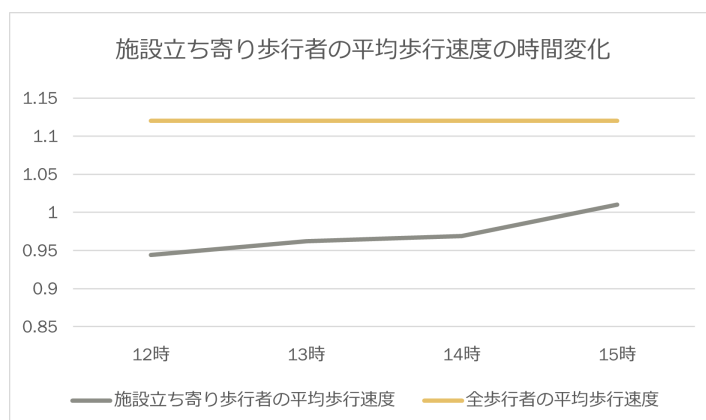


図 4-32. 施設立ち寄り歩行者の平均歩行速度の時間変化

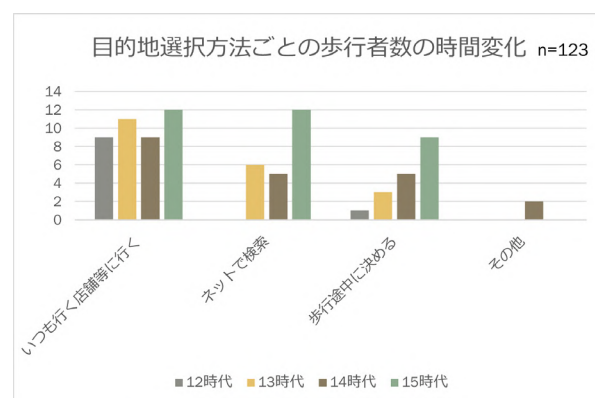
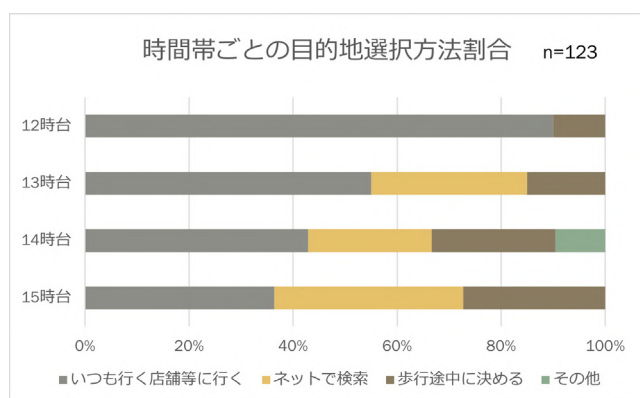


図 4-33. 目的地選択方法ごとの歩行者数の時間変化

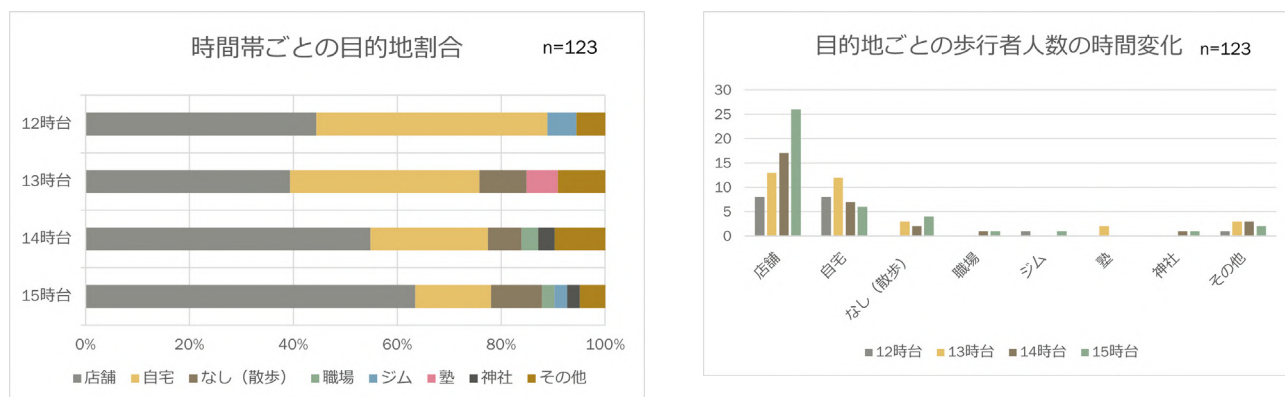


図 4-34. 目的地ごとの歩行者数の時間変化

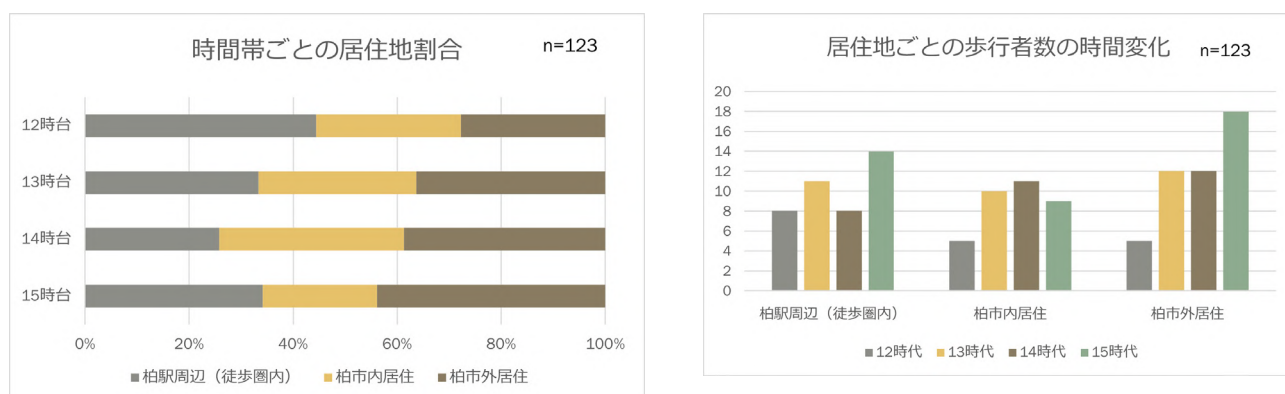


図 4-35. 居住地ごとの歩行者数の時間変化

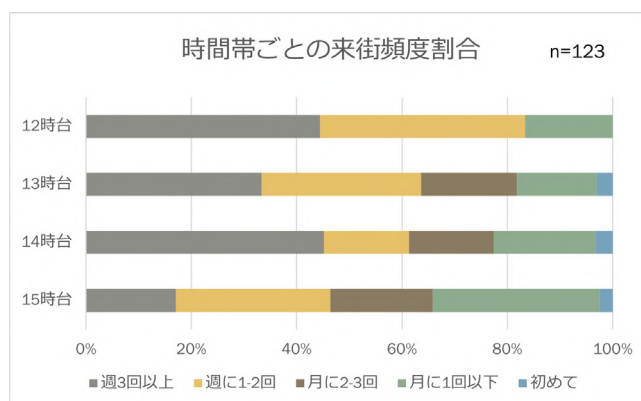


図 4-36. 来街頻度ごとの歩行者数の時間変化

4-6. 小結

平日と歩行者天国実施時を比較したところ、歩道歩行者数は大差なく、車道の歩行者数が少ないことがわかった。歩道歩行者の約4割が歩行者天国の実施を認知していないことが明らかになったため、歩行者天国を認知させることが課題である。歩行者天国実施の案内が目立っていないことや、歩道と車道の境界に段差があるといった街路空間の特徴が影響していると考えられる。またヒアリング結果より、車やバイクが入ってくることが危ないといった声もあったため、歩行者だけでなく、運転手に対する認知も課題として挙げられる。認知の課題もあるが、ヒアリング調査によると、歩行者天国の実施に対し段差がなく歩きやすいといった肯定的な意見も多く見受けられ、歩行者天国の実施は、歩きやすい歩行環境をもたしていると考えられる。

歩行場所の歩行者挙動特性をみると、車道では、来街頻度が高く、いつも行く店舗へ行く歩行者が多く、複数人での歩行が多い。一方歩道では、来街頻度が低く、ネットで検索して目的地選択する歩行者が多い傾向があり、単独での歩行者が多いことがわかった。特に、歩行者天国実施時の車道は、複数人での歩行者に選択される傾向がある。また、歩行者挙動をみると、歩道の方が施設立ち寄りや行き来する歩行者が多く、車道では通過する歩行者が多いことがわかった。これらより、歩行者天国を実施し、車道を歩行空間化することで、来街頻度が高い歩行者に利用され、子連れの家族や友人同士の歩行空間として機能していることがわかった。また車道は、目的地に直接向かう歩行者の歩行空間として機能していると考えられる。

時間変化に着目すると、12時台は、目的地へと向かう移動が多いと考えられ、特に電車・バス等の利用で駅へ向かう歩行者が多く、13時以降は買い物等の施設立ち寄りの歩行者が増加する。そして夕方にかけて、来街頻度の低い歩行者割合が増加し、散歩等の目的のない歩行者や店舗に買い物に行く歩行者が増加することがわかった。歩行者天国の実施は、交通規制を伴うため周辺への交通状況に与える影響も大きいため、街路に求められる目的に合わせて、実施時間を決めることが重要である。本調査により歩行者挙動特性の時間変化の一端を把握することができ、歩行者天国の時間設定を行うための知見を得ることができた。

第5章 結論

- 5-1. 人流分析手法の構築
- 5-2. 歩行者天国実施の効果・課題
- 5-3. 他地域への応用可能性
- 5-4. 今後の展望

5-1. 人流分析手法の構築

本研究では、複数の分析手法を組み合わせ、公共空間での人流を分析する方法を構築した。スマートフォン GPS や LiDAR といった技術を用いることで膨大な歩行者の移動・挙動データを取得し、これらの手法では取得できない歩行者属性等を街頭アンケート調査によって得た。このように複数の分析手法を効果的に組み合わせることで、歩行者の移動・挙動を詳細に把握することができ、公共空間の空間整備や運営に関する課題を抽出する手法として、活用が期待される。

5-2. 歩行者天国実施の効果・課題

(1) 駅周辺スケール（3章：柏駅周辺地域での回遊領域の広がり）

歩行者天国でイベントを開催することにより、飲食店等が面する周辺街路で通行量が増加すること示唆された。周辺店舗と連携したイベントの開催により、さらなる歩行者の回遊領域の拡大が期待できると言える。

また歩行者天国の実施に関わらず、ハウディモールの駅から 200 m 地点及び 300 m 地点で通行量の減少が見られるため、店舗が連続して立地するよう誘導することや歩行者を引き込むような景観整備が必要である。

(2) 街路スケール（4章：歩行者天国実施時の歩行者挙動特性）

歩行者天国の実施により車道も歩行空間化することで、段差がなく幅員が広い車道は、子連れ家族や友人同士などの複数人の歩行者に利用される傾向があるため、安全性確保が求められる街路や商業店舗が多数面する街路での実施が効果的である。実施時間については、買い物や散歩する歩行者が増加する昼過ぎから夕方にかけての実施が有効であると言える。

歩行者天国実施の課題は、歩行者天国の実施が認知されていない点が挙げられる。そのため、実施案内を分かりやすく掲出することや、車道にファニーチャを設置するなど、歩行者や運転者に対する周知を徹底する必要がある。

5-3. 他地域への応用可能性

研究対象としたハウディモールの位置づけを整理し、他地域へ応用可能性について言及する。ハウディモールは、鉄道駅から周辺市街地へと延びる通りである。そのため、歩行者分布は、鉄道駅には数多くの人々が集中し、歩行者は交差点ごとに枝分かれし周辺市街地へと広がっていくため、駅から離れるにつれ通行量が減少する点が特徴である。これと同様の空間構成を持ち、歩行者天国が実施される事例として、世田谷区茶沢通りが挙げられる。ハウディモールと似た空間構成を持つ街路では、本研究結果を応用できると推察される。

5-4. 今後の展望

スマートフォン GPS データにより最短での移動経路を推定し分析を行ったが、その結果細街路での通行量が通常よりも増加するといった傾向が見られた。そのため、スマートフォン GPS データをもとに、正確な通行量を求める手法の構築が今後の課題がある。また LiDAR による調査は、今回はハウディモールの1カ所のみでの測定であったが、複数カ所で測定し、比較することで、街路空間の特性が歩行者挙動に与える影響を把握することができる。

<謝辞>

本研究は様々な方にお力添えいただいたおかげで完成させることができました。

まず、指導教員である出口敦先生には2年間にわたりご指導賜り、研究の取り組み方や考え方などの基本から教えていただいたことで、修士論文を完成させることが出来ました。感謝申し上げます。先生から学んだことを生かして、これから多方面で都市・地域に貢献できるよう精進していきたいと思います。

また副指導教員である中村文彦先生には、ゼミの時間外にも何度もご相談に乗っていただき、研究の構成や研究の面白さをどのように伝えるかといった書き方、解析の方法など様々なご指導をいただいたこと、感謝申し上げます。

一般社団法人柏アーバンデザインセンター（UDC2）のみなさまには、LiDARの調査にあたり、大変お世話になりました。LiDARの管理や調査に伴いUDC2を開けていただいたこと、データ提供、申請方法のご指導等、みなさまのご協力のおかげで調査を行うことができました。この場を借りて感謝を申し上げます。

日立東大ラボのみなさまにも、LiDARの調査・分析にあたり、大変お世話になりました。準備にあたり丁寧に指導いただいたこと、LiDARという最先端の技術を研究で使用させていただいたこと、改めて感謝申し上げます。

出口研究室の尾崎先生には、ゼミだけでなく調査の方針等ご指導いただきました。同じく出口研究室の笹尾先生、三浦先生にも、貴重なご指摘をいただき、ありがとうございました。

出口研究室の博士課程のみなさまにも、研究のご指導・ご協力いただいたこと、感謝申し上げます。青木さんには、何度も研究の方針に関してご指導いただき、また研究と実務に基づくお話が非常に刺激的で、都市・地域・建築に向き合う姿勢から多くのことを学びました。井桁さんには、LiDAR調査にあたり多大なるご協力をいただき、多方面との調整方法や分析の視点など、お話する中で様々なことを学びました。岡田さんには、幾度となくご相談に乗っていただき、論文の進め方がわからなくなり困っている際、進め方・考え方・見せ方等、毎度丁寧に教えてくださり、研究をまとめることができました。みなさま、ありがとうございました。

さらに、研究室の同期には情報交換や研究のアドバイス、調査のお手伝いをしていただき、常にとっても頼もしい存在でした。またM1のみなさまにも、調査でのお手伝いや既往研究整理等ご協力いただいたおかげで、研究をまとめることができました。ありがとうございました。

最後に、研究生活を支えてくれた家族に感謝いたします。

2022年1月17日 野上昌孝