

〈一般研究課題〉 自転車通行を踏まえたウォークブル空間形成  
のための道路整備・運用手法の検討

助成研究者 大同大学 嶋田 喜昭



## 自転車通行を踏まえたウォークブル空間形成 のための道路整備・運用手法の検討

嶋田 喜昭  
(大同大学)

## A Study on Street Design and Operation Methods for Creating Walkable Spaces Considering Bicycle Traffic

Yoshiaki Shimada  
(Daido University)

### Abstract :

In creating walkable spaces on streets, it is important to encourage bicycle traffic onto the roadway in order to ensure the safety and comfort of pedestrians on sidewalks. The purpose of this study is to examine street design and operation methods for the walkable spaces, taking into account bicycle traffic. We analyzed the factors that affect place of bicycle traffic and the walkability perception using virtual walkable street spaces. Specifically, we applied the conjoint analysis, and analyzed the factors based on a questionnaire survey of bicycle users and pedestrians about VR videos of various virtual walkable spaces.

As a result, the following findings were obtained. 1) When the effective width of the sidewalk is 5m, pedestrians find it easier to walk, but bicycles also tend to choose to ride on the sidewalk. 2) By setting the effective width of the sidewalk to around 3.5m, it would be possible to encourage bicycles to use the roadway and maintain the walkability for pedestrians. Therefore, if the convenience promotion guidance area is 2m, the width of the sidewalk become necessary about 5.5m. 3) The installation of street trees could be expected to encourage bicycles to use the roadway. 4) The location (private land side or road side) of facilities that promote user convenience, such as street furniture, does not have much of an impact on bicycle traffic or the walkability of sidewalks.

## 1. はじめに

### 1.1 研究の背景と目的

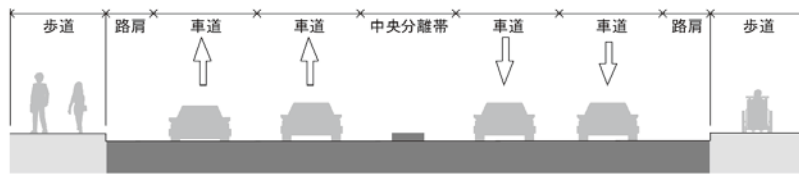
近年、わが国では人口減少や少子高齢化等による都市の衰退が問題になっており、さらに働き方の多様化や都市のグローバル化による都市間競争の加速等が影響し、都市の魅力向上が求められている。国土交通省では、2019年に「都市の多様性とイノベーションの創出に関する懇談会」を開催し、今後のまちづくりにおいて、コンパクト・プラス・ネットワーク等の都市再生を進めながら、公共空間をウォークブルな人中心の空間へ転換し、「居心地が良く歩きたくなるまちなか」を形成する必要があると提言した。<sup>1)</sup>こうした状況の下、各地では都市の魅力向上策として、中心市街地をはじめとするまちなかの街路空間を車中心から人中心の空間へと再構築し、歩きたくなる(以下、ウォークブル)空間形成に取り組まれている。加えて、With/Afterコロナ社会におけるゆとりと賑わいのあるまちづくりの実現のためにも、街路空間の活用などオープンスペースの充実が着目されている。

ウォークブル関連事業に関しては、国土交通省も地方公共団体に対し、さまざまな支援(法制度の改正や補助事業)により後押ししている。なかでも道路法等の一部改正による「歩行者利便増進道路」(通称:「ほこみち」)制度が2020年11月に施行された。「道路空間を街の活性化に活用したい」「歩道にカフェやベンチを置いてゆっくり滞在できる空間にしたい」というニーズに応え、歩道等の中に通行区間とは別に特例区域を設け、歩行者の滞留・賑わい空間を定めることが可能となるものである。2023年5月時点で全国119路線がほこみち指定されている。<sup>2)</sup>

他方、近年、自転車交通が重要な短距離交通手段として見直されている。自転車は「車両」であり、車道通行が原則であるが、従来、街路整備においては自動車が優先され、自転車の通行空間は十分に考慮されてこなかった。歩道内を歩行者と共有させる自転車歩行者道として整備された路線も多くみられるが、自転車対歩行者の事故が問題視されている。国土交通省および警察庁では、2012年に「安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン」を策定(2016年に改訂)<sup>3)</sup>し、自転車の車道通行の原則に基づき、自転車通行空間の計画・設計の基本方針等が示された。また、2017年には自転車活用推進法が施行され、自転車道や自転車通行帯など車道部における自転車通行空間の整備が各地で進められている。ほこみちにおいても、道路管理者は歩行者と自転車が極力分離するように自転車が車道を通行するための道路空間について検討する必要があるとされており、道路空間再配分等を想定した道路構造のイメージとして図1に示すように自転車通行帯が描かれている。しかし、実際に指定されたほこみちでは、自転車通行帯が設けられていないケースが多いとともに、近年、こうした自転車通行帯等が整備されても、歩道内の「普通自転車歩道通行可」の規制を残して併用することが多いこともあり、慣例的に歩道を通行し、自転車通行帯等の利用率が低いという問題もある<sup>(例えば4)</sup>。特に、ウォークブル空間においては、自転車の車道通行を促すことで歩道内の歩行者の安全性を確保し、快適に過ごせる空間にすることが重要といえる。

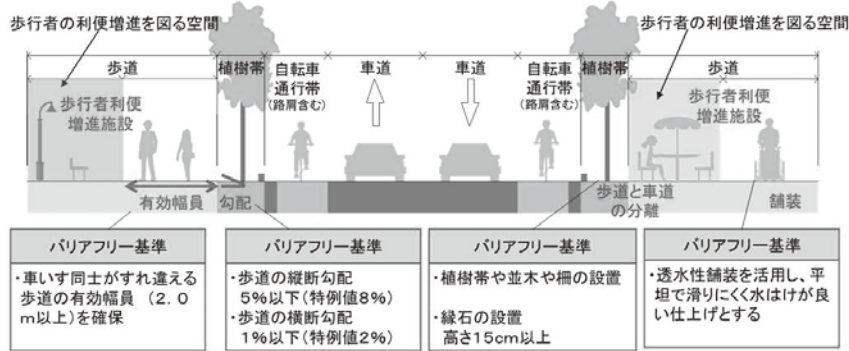
このように、街路のウォークブル空間形成については、道路構造上の基準(バリアフリー基準等)がいくつか示されているものの、整備・運用手法が確立されているとはいえない。本研究では、車道部に自転車通行帯を設置することを前提とし、自転車の車道通行を促して整序化ができ、かつ歩道内の歩行者も安全安心に通行・滞留できるウォークブル空間を形成するには、どのように街路を整備・運用すべきかについて検討することを目的とする。具体的には、コンジョイント分析を適用

## 【現行】



車道を4車線から2車線に減らし、歩道を拡幅

## 【改築後】



資料：国土交通省

図1. ほこみちにおける道路構造のイメージ

し、仮想のウォークブル空間の様々なパターンのVR動画を作成する。それらに基づき自転車利用者・歩行者へのアンケートにより、自転車利用者の通行場所選択や歩行者の歩きやすさの要因を分析し、道路整備及び運用手法を検討する。

### 1.2 関連研究と本研究の位置づけ

ウォークブル空間整備など歩道上の滞留空間が自転車・歩行者等の交通に与える影響に関する関連既往研究については、CGによる意識調査に基づいたものや、社会実験による観測調査に基づいたものがある。

CGによる意識調査に基づいたものとして、井料ら<sup>5)</sup>は、歩行者と滞留者が混在する地下歩行空間のCG映像を作成し、アンケートにより、歩きやすさの主観的評価には、歩行者・滞留者密度、壁からの距離、横移動回数が影響することを明らかにしている。守田ら<sup>6)</sup>は、VRの視点自由度を考慮して街路空間CGのデザイン要素が空間評価へ与える影響を分析し、歩道空間拡幅が利便性・安全性の評価を高め、滞留空間設置が快適性・楽しさの評価を高めることなどを明らかにするとともに、空間評価におけるCG・VRツールの有用性を示している。

また、社会実験による観測調査に基づいたものとして、森田ら<sup>7)</sup>は、木材を活用した歩行空間拡幅実験が自動車交通や歩行位置選択に与える影響を分析し、自動車については速度制限が抑制され、歩行については路面への木材利用が自然等の代替として肯定され、歩行位置の変化がもたらされることを示している。川地ら<sup>8)</sup>は、歩道上の滞留空間設置の社会実験から通行者にどのような影響を与えるかを分析し、滞留空間等で通行空間が狭まれても通行者は快適な位置に移動するため、快適性は低下せず、アクティビティもより充実することを示している。菊池ら<sup>9)</sup>は、滞留空間領域と自転車との距離が自転車流動速度に及ぼす影響を分析し、滞留空間領域や段差のある歩道など自転車通行の妨げになる領域が近い場合に速度は低くなることを示している。

このようにウォークアブル空間等における歩行者の滞留行動や滞留空間設置が他の歩行や自転車通行に与える影響についての知見が蓄積されつつある。しかし、滞留空間設置が自転車の通行場所に与える影響等に着目した研究はあまりない。本研究は、VRによる仮想の街路空間においてストリートファニチャーを置く滞留空間を設け、自転車乗用の際の通行場所選択や歩行の際の歩きやすさについて評価しているところに特徴を持つ。

## 2. 分析方法

### 2.1 前提条件および要因・水準

仮想のウォークアブル空間において自転車の通行場所選択および歩道の歩きやすさに影響を及ぼす要因を、VRを用いたコンジョイント分析により明らかにする。分析の流れを図2に示すが、コンジョイント分析は、商品開発等のマーケティング分野でよく用いられる手法である。ここでは、人々の商品購入の消費行動を、人々の街路空間の使用行動に置き換えることで、満足される街路空間のあり方を検討するためにコンジョイント分析を用いている。

まず、仮想ウォークアブル空間の前提条件として、表1に示す道路構造や交通条件を設定した。ここでは地方都市中心部の第4種第2級程度(2車線幹線街路)の都市計画道路等において歩道上のウォークアブル空間整備を行うことを想定し、車道幅員をはじめとする道路構造を設定している。車道部には1.5mの自転車通行帯(0.25mの路肩も設置)を設けることとし、ほこみち指定されている道路における歩道整備状況を参考に、利便増進誘導区域にストリートファニチャー(ここではカフェテーブル・椅子)を置き、その幅員を2.0mとしている。

なお、沿道土地利用は、地方都市の中心部に多い商業地域・近隣商業地域をイメージした施設立地としている。

交通条件については、自動車交通量は、道路構造令<sup>10)</sup>における第4種2級の基準交通量4000~10000台/日の中央値である7000台/日に平均的なピーク率9%を考慮したものを採用した。自動車の走行速度は、中心市街地内でよく規制されている40km/hとしている。また、自転車の通行速度については、交通工学ハンドブック<sup>11)</sup>を参考に、一般的なシティサイクルの歩行者・自転車混合交通時を考慮して、8~10km/hとした。

次に、前提の道路構造・交通条件においてストリートファニチャーの設置が自転車の通行場所や歩行者の歩きやすさに及ぼす影響を検討するため、自転車乗用目線と歩行目線それぞれで影響しそうな道路構造・交通条件の要因・水準を選定する。選定した要因・水準を表2に示す。

「歩道の有効幅員」については、最低限の基準である2mから感度をみるために1mずつ拡張し5mまで設けており、利便

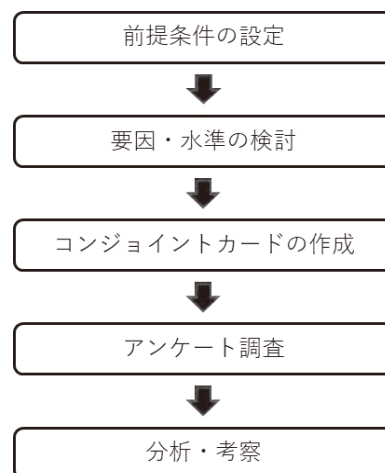


図2. コンジョイント分析フロー

表1. 前提条件

道路構造	交通条件
第4種2級(2車線幹線道路)	自動車交通量 630台/h
車道幅員 3.25m	自動車走行速度 40km/h
自転車通行帯の幅員 1.5m	自転車走行速度 10km/h (自転車目線)
路肩の幅員 0.25m	自転車走行速度 8km/h (歩行者目線)
利便増進誘導区域の幅員 2.0m	



増進誘導区域を含めた歩道幅員は4～7mとなる。ほこみち指定されている道路の多くも同様の歩道幅員となっている他、道路幅員は18～24mの範囲となり、都市計画道路において最も多い幅員帯(16m以上22m未満)<sup>12)</sup>とも重なる。したがって、より実際的な空間整備の検討に有用になると考えている。また、「歩行者交通量」については、2水準としているが、ほこみち指定されている路線における平均歩行者交通量(400人/h)を参考として、多い場合を400人/h、少ない場合を200人/hと設定した。「街路樹」(幅員1.5m)は歩道内に設けるか否かの2水準としている。なお、「ファニチャー位置」については、ストリートファニチャーとして設置するカフェテーブル・椅子を歩道内の車道側か民地側のどちらに置くかの2水準とし、道路運用、とりわけ利便増進誘導区域の運用を検討するために設けている。その他、「歩車道境界」の道路附属物を2水準設けている。

## 2.2 コンジョイントカードの作成

各要因・水準の組み合わせに基づき各街路空間のVR動画を

作成し、被験者に評価してもらう(アンケートを行う)が、すべての組み合わせを対象にすると被験者の負担が大きくなる。そこで、実験計画法(直交配列)を用い、VR動画パターンを絞った。つまり、4水準が1要因、2水準が4要因あるため、 $4 \times 2^4 = 64$ 通りのパターンがあるが、直交配列L8により8パターンに整理している。これに基づき作成したVR動画パターンは表3に示すとおりであるが、これらがコンジョイントカードとなる。自転車乗目線と歩行目線それぞれで8パターンのVR動画を作成しているが、自転車乗目線の場合、後述するように車道と歩道のどちらを通行す

表2. 要因及び水準

要因 水準	歩道の 有効幅員	ファニチャー 位置	歩車道 境界	歩行者 交通量	街路樹
1	2m	車道側	ガードパイプ	多い	有り
2	3m	民地側	ポラード	少ない	無し
3	4m				
4	5m				

表3. VR動画パターン(コンジョイントカード)

動画 No.	歩道の 有効幅員	ファニチャー 位置	歩車道 境界	歩行者 交通量	街路樹
1	2m	車道側	ガードパイプ	多い	有り
2	2m	民地側	ポラード	少ない	無し
3	3m	車道側	ガードパイプ	少ない	無し
4	3m	民地側	ポラード	多い	有り
5	4m	車道側	ポラード	多い	無し
6	4m	民地側	ガードパイプ	少ない	有り
7	5m	車道側	ポラード	少ない	有り
8	5m	民地側	ガードパイプ	多い	無し



図2. 自転車乗目線のVR動画の例



図3. 歩行目線のVR動画の例

るかという通行場所を回答してもらうため、図2に示すように①車道と②歩道の通行場所を比較・イメージしやすい2画面の動画としている。歩行目線のVR動画の例は、図3に示すとおりである。

各VR動画の再生時間は10秒、視点の高さはいずれの目線も1.5m、視点の位置は画面の中央としている。VR動画の作成には、株式会社FORUM8のUC-win/Roadを使用した。なお、歩行目線においては、歩道内を通行する自転車も存在する上での評価を行うために、各動画内で歩道通行自転車(車道寄り徐行速度8km/h)1台に追越しされるシナリオを入れている。自転車乗用目線

では、一般的なシティサイクルでの通行を想定するとともに、歩道だけでなく車道走行もイメージして通行場所を選択してもらうために、歩道での徐行速度(8km/h)よりやや速い10km/hを自転車走行速度(動画の移動速度)としている。

### 2.3 アンケート調査の実施

作成したVR動画を用い、Webアンケートを実施した。アンケート被験者において自転車をよく使う人には、自転車乗用目線の8パターン動画をそれぞれ再生してもらい、歩道か車道どちらを通行するかの2択で回答をしてもらい、自転車をあまり使わない人には、歩行目線の8パターン動画を再生してもらい、それぞれ歩道の歩きやすさについて5段階で回答してもらった。その際、各動画における要因・水準の情報は一切与えず、回答者によって動画の提示順はランダムになっている。

Webアンケートは、全国の都市部(政令指定都市および中核市)の住民600人を対象に実施し、自転車をよく使う自転車乗用目線の回答350票、自転車をあまり使わない歩行目線の回答250票を得ている。2023年11月に楽天インサイト株式会社に委託して調査を実施した。

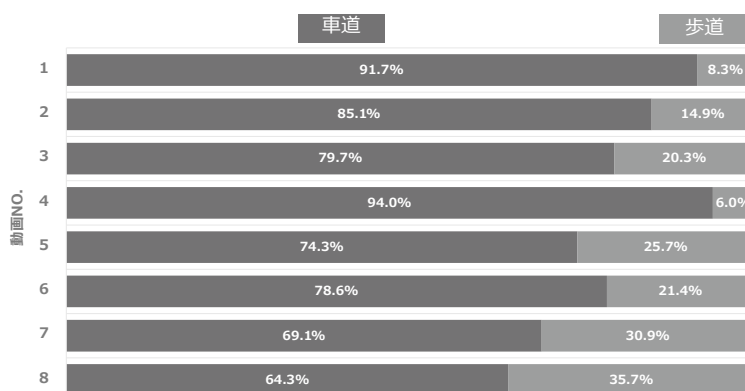


図4. 自転車通行場所選択についての単純集計

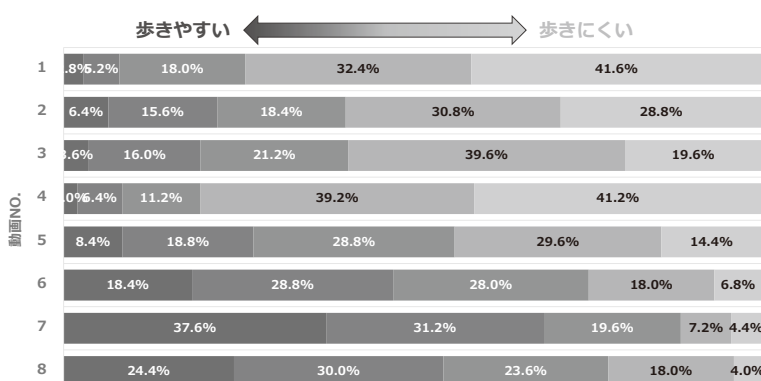


図5. 歩道の歩きやすさについての単純集計

### 3. 分析結果

#### 3.1 アンケートの集計

自転車乗用目線における通行場所選択の回答について集計した結果を図4に示す。全体的に車道通行を選択する傾向があるが、No.7とNo.8は相対的に歩道を通行すると回答した割合が高い。

同様に、歩行目線における歩道の歩きやすさの回答について集計した結果を図5に示す。動画により評価がばらついている。相対的にはNo.5以降が歩きやすいとする評価が多いといえる。

#### 3.2 コンジョイント分析結果

自転車乗用目線においてどの要因・水準が通行場所選択に影響を及ぼしているのか、また歩行目線においてどの要因・水準が歩道の歩きやすさに影響を及ぼしているかを探るため、コンジョイント分析を行った。その結果を表4および表5に示す。なお、自転車乗用目線では各動画の車道通行率、歩行目線では各映像の歩きやすさの5段階評価の平均得点を目的変数とし、効用値(部分効用値)の算出には重回帰分析を用いている。

表4より、自転車の車道通行率に及ぼす影響要因については、歩道の有効幅員>街路樹>歩行者交通量>歩車道境界>ファニチャー位置の順で相対重要度が高くなっており、約6割は「歩道の有効幅員」が自転車の通行場所選択に影響を与えていることが分かる。部分効用値に着目すると、歩道の有効幅員が2mや3mの時に高く、有効幅員が狭いほど車道通行を促すことが把握される。さらに、街路樹がある場合においても車道通行を促すといえる。

また、表5より、歩道の歩きやすさ評価に及ぼす影響要因については、歩道の有効幅員>歩行者交通量>街路樹>ファニチャー位置>道路付属物の順で相対重要度が高くなっており、約7割は「歩道の有効幅員」が歩道の歩きやすさ評価に影響を与えていることが分かる。部分効用値に着目すると、歩道の有効幅員が5mの時、また歩行者交通量が少ない時に高く、歩道が広く歩行者が少ない時ほど歩きやすさの評価が高くなることが把握される。

なお、両方の分析結果において、いずれもファニチャー位置はあまり影響がみられない。つまり、ストリートファニチャーなど利用者利便増進施設を設置する区域は、民地側にしても車道側にしても自転車の通行場所や歩道の歩きやすさに関してはあまり影響がないといえる。

表4. 自転車の車道通行率に及ぼす影響要因

要因	水準	回帰係数	部分効用値	部分効用値レンジ	相対重要度
歩道の有効幅員	2m	0.000	0.088	0.217	60.3%
	3m	-0.016	0.073		
	4m	-0.120	-0.032		
	5m	-0.217	-0.129		
ファニチャー位置	車道側	0.000	-0.009	0.018	5.0%
	民地側	0.018	0.009		
歩車道境界	ガードパイプ	0.000	-0.010	0.0205	5.7%
	ポラード	0.020	0.010		
歩行者交通量	多い	0.000	0.015	0.0295	8.2%
	少ない	-0.030	-0.015		
街路樹	有り	0.000	0.038	0.075	20.8%
	無し	-0.075	-0.038		

表5. 歩道の歩きやすさ評価に及ぼす影響要因

要因	水準	回帰係数	部分効用値	部分効用値レンジ	相対重要度
歩道の有効幅員	2m	0.000	0.170	0.476	70.4%
	3m	-0.010	0.180		
	4m	0.222	0.053		
	5m	0.466	0.297		
ファニチャー位置	車道側	0.000	0.011	0.021	3.1%
	民地側	0.021	0.011		
歩車道境界	ガードパイプ	0.000	0.004	0.007	1.0%
	ポラード	-0.007	0.004		
歩行者交通量	多い	0.000	0.075	0.149	22.0%
	少ない	0.149	0.075		
街路樹	有り	0.000	0.012	0.023	3.4%
	無し	-0.023	0.012		

#### 4. おわりに

本研究では、VR動画を用いたコンジョイント分析により、ウォークブル道路整備・運用における自転車の通行場所および歩道の歩きやすさに及ぼす影響要因を検討した。歩道の有効幅員が5mの場合、歩行者は歩きやすいと感じるが、自転車も歩道通行を選択する傾向がある。双方の分析結果を踏まえると、トレードオフ関係において歩道の有効幅員を3.5m程度にしておくことが、自転車の車道通行を促し、歩行者の歩きやすさもある程度維持できると考えられる。よって、歩道幅員は利便増進誘導区域を2mとした場合、5.5m程度必要といえる。その他、自転車の通行場所に関して街路樹の設置により車道通行への誘導効果が期待できること、またストリートファニチャーなど利用者利便増進施設を設置する区域指定の位置(民地側or車道側)という運用面に関しては、自転車の通行場所や歩道の歩きやすさにあまり影響がないことも把握された。

今後の課題として、歩道内の歩行者密度と歩きやすさの関係や、自転車通行帯に規制をかけて自転車専用通行帯(自転車レーン)として運用する場合、さらに天候・夜間等の環境変化などを踏まえたより詳細な分析も必要であると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省都市局(2019年),「都市の多様性とイノベーションの創出に関する懇談会中間とりまとめ報告書」
- 2) 国土交通省, 道路:ほこみち, <https://www.mlit.go.jp/road/hokomichi/>, 2024年4月
- 3) 国土交通省道路局, 警察庁交通局(2016年),「安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン(改訂版)」
- 4) 嶋田喜昭, 小塚大輔(2016年),「自転車専用通行帯の利用に及ぼす要因分析」, 第36回交通工学研究発表会論文集, pp.189-192
- 5) 井料美帆, 渡辺匠(2022年),「滞留者が混在する歩行空間における通行機能の主観的評価」, 土木学会論文集D3(土木計画学)Vol.77, No.5, pp.I\_1057-I\_1066
- 6) 守田賢司, 中村一樹, 森嶋裕太, 加藤暉登(2021年),「CGデザイン要素とVR視点自由度による歩行空間評価の基礎的分析」, 土木学会論文集D3(土木計画学) Vol.76, No.5, pp. I\_249-I\_258
- 7) 森田紘圭, 稲永哲, 藤森幹人, 村山顕人, 延藤安弘(2015年),「木材を活用した歩道拡幅社会実験による自動車交通と歩行行動への影響分析—名古屋市中区「長者町ウッドテラス」社会実験を例として—」, 都市計画論文集Vol.50, No.3, pp.709-714
- 8) 川地遼佳, 吉田長裕(2021年),「利用者の滞留行動を考慮した歩行者・自転車の快適性評価に関する研究—大阪御堂筋における道路空間再配分の事例—」, 土木学会論文集D3(土木計画学) Vol.76, No.5, pp. I\_1073-I\_1079
- 9) 菊池嵐, 末繫雄一, 高柳英明, 杉町敏之, 宮地英生(2022年),「路上滞留空間と滞留者アクティビティが自転車流動速度に及ぼす影響」, 日本建築学会技術報告集第28巻, 第70号, pp.1477-1481
- 10) 日本道路協会(2021年),「道路構造令の解説と運用(改訂版)」
- 11) 交通工学研究会(2014年),「交通工学ハンドブック2014」
- 12) 国土交通省(2021年),「令和3年都市計画現況調査」