

令和 4 年 6 月 9 日現在

機関番号：33919

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K04659

研究課題名(和文) 歩行空間の実体験と疑似体験が歩行行動と健康感に与える影響評価

研究課題名(英文) The Influences of Experimental Walking on Walking Behaviours and Perceptions

研究代表者

中村 一樹 (Nakamura, Kazuki)

名城大学・理工学部・准教授

研究者番号：80723791

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、様々な街路空間の疑似歩行の体験と実歩行の経験について、歩行促進と健康効果を検証した。この結果、以下を示した。

1) VRによる歩行空間評価は、評価の感度を高め、より評価の高い活動地の空間の歩行意欲を高める。2) 街路動画は画像認識では人や車の量でシーン分類されるが、物が少ないシーンで快適性の評価が高く、これが歩行意欲に大きく影響する。3) 居住地と活動地の空間の質、交通行動の習慣、余暇活動の経験が歩行意欲や歩行頻度と関係が大きく、コロナ禍ではこれらが歩行増加や健康感の向上に繋がる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は、VRによる没入感の高い歩行空間評価、360度動画の画像認識による街路シーン分類、オンラインを用いた幅広い層へのアンケート調査、を組み合わせることで多様な情報を収集・分析できる歩行空間評価システムを構築し、歩行や健康の促進における空間と経験の重要性を示したことにある。その社会的意義として、大型商業施設と連携してVR歩行の社会実験を行ったことや、大型施設周辺の回遊拠点としての将来ビジョンを提案したことは、体験的な取り組みが求められる歩行空間整備の新たな情報発信に貢献するものと考えられる。

研究成果の概要(英文)：This study evaluated experienced walkability on various streetscapes from virtual walk and daily walk for the impacts on changes in walking behaviours and health perceptions.

The results can be summarised as follows.

1) Streetscape evaluation with VR tools can enhance the sensitivity of evaluation results and the walking willingness of quality streetscapes in activity places. 2) While street videos can be classified to scenes by objects of people and vehicles with image recognition, the scene with few objects is highly evaluated for comfort and walking willingness. 3) Street quality in neighbourhoods and activity places, transport behavioural practices, and leisure activity experiences are influential for walking willingness and behaviours, and further affect the increases in walking behaviours and health perceptions in the COVID period.

研究分野：都市解析

キーワード：歩行空間 活動地 余暇歩行 モール 健康 VR 360度動画 オンライン調査

1. 研究開始当初の背景

今後の道路の大更新期を迎えるにあたり、単純な車交通のための道路機能の延命だけでなく、歩行を通して経済・環境・生活の多様な付加価値を創出することが求められている。インフラ老朽化と高齢化による社会保障費増大を解決するためには、健康促進に寄与するインフラ整備による横断的な対策が重要である。これに対して、歩いて暮らせるまちづくりが検討されているが、車依存が進んだ都市における行動転換は容易ではなく、体験的な取り組みが求められている。

歩行を基本とする将来ビジョンの概念である Walkable City では、これを特徴づける評価軸を、歩行ニーズで整理している。このニーズは、利便性、安全性、快適性、楽しさの順で階層的な構造になっているとされ、上位ニーズである快適性や楽しさは土地利用や空間デザインに大きく関係するため、様々な街路空間の評価が必要である。しかし、全てのニーズを日常の歩行で体験するのは難しく、車利用が習慣化している多くの現代都市において、居住地周辺のみでなく、より歩行機会が多い余暇の活動地とともに評価しなくてはならない。これらを踏まえ、VR やオンライン情報による様々な歩行空間の体験や、より中長期的に変化する生活行動の経験が、歩行行動の促進や健康感の向上に影響すると考える。

2. 研究の目的

本研究は、疑似歩行の体験と実歩行の経験によって、日常歩行の促進効果と健康感の向上効果があるかを検証する。ケーススタディとしては、歩行機会が少ない車依存都市に注目し、車利用者の主要来訪施設であり施設内の歩行機会が多い大型余暇施設を対象とする。実歩行については、商業施設、スポーツ施設、芸術施設の余暇歩行について調査を行う。疑似歩行については、国内外の特徴的な街路空間の 360 度動画を用いて、大型商業施設内での VR 歩行の社会実験や、オンライン動画による調査を行う。これら様々な街路空間の体験・経験を歩行ニーズや行動意欲の観点で評価することで、空間と経験による歩行意識や行動の違いを明らかにする。

3. 研究の方法

(1) VR 歩行体験による歩行空間評価の社会実験

VR 歩行による疑似体感型 Walkability 評価として、普段の歩行空間では経験が限られる多面的な歩行ニーズを VR ツールによる国内外の道の疑似歩行を通して体感した上で、歩行空間の評価を行った(図 1)。この VR 歩行は、国内外の様々な歩行空間を撮影した 360 度動画を用い、ヘッドマウントディスプレイ(HMD)で視点を頭の動きで変えて視聴するもので、没入感を高めた視聴形態となる。VR 歩行後にアンケート調査を行い、新たな空間体験がニーズ評価の感度を高めるかを検証する。ケーススタディとして、大型



図 1 VR 歩行の社会実験の様子

商業施設で行われているモールウォーキングの取り組みと連携し、施設来訪者を対象に VR 歩行体験とそのアンケート評価を行った。また、歩行空間デザインが歩行行動に与える影響を把握するため、居住地と活動地としてモール内の空間と行動についてもインタビュー調査を行った。

(2) 画像認識を用いた大型余暇施設周辺の街路シーンの分類

大型余暇施設周辺の回遊空間の分析として、施設周辺の街路空間の画像認識を用いてシーン分類を行った。ケーススタディとして、愛知県内の大型施設として商業施設のモールだけでなくスポーツ施設のスタジアムや文化施設のホールの周辺道路を対象として、各施設の徒歩圏にある周辺主要施設を繋ぐ回遊ルートを設定し、360 度動画を撮影した。この街路動画のフレーム画像を、画像認識プログラムの Yolo v5 を用いて物体検知を行い、各種空間要素の物体量を計測した。この計測結果に基づき、クラスター分析を行い、街路シーンを分類した。計測する空間要素は Yolo v5 の事前学習済みモデルを用い、動的要素として、人・車・自転車・バイク・バス・トラック、静的要素として、標識・ベンチ・椅子・鉢植え・テーブル、の計 11 個を対象とした。

(3) オンライン調査による余暇歩行における街路空間評価

余暇歩行に関して愛知県の住民を対象にオンライン調査を行い、分類した街路シーンの空間評価が歩行行動に与える影響を分析した。このオンライン調査では、活動経験として余暇活動で大型施設を利用する頻度によって被験者を分類し、街路空間評価に加え、各被験者の交通行動、余暇活動、生活満足度についてデータを収集した。交通行動は歩行を含めた各交通手段の利用頻度、余暇活動はスポーツ観戦、芸術鑑賞、買物の頻度、生活満足度は健康満足度を調査対象とし、それぞれのコロナ禍の変化についても調査した。空間評価では、回答者の居住地と余暇の活動地に加え、活動地周辺の街路デザインが分類したシーンに変わる場合を想定して、各街路空間シーンに対して歩行ニーズと行動意欲の評価を行った。そして、歩行空間、交通行動、余暇活動を考慮して、歩行意欲と健康満足度の関係を分析した。

4. 研究成果

(1) VR 歩行体験による歩行空間評価の社会実験

VR 歩行の社会実験では、モール来訪者に居住地とモールそれぞれの歩行意識の調査を行い、VR 動画視聴による新たな歩行空間の体験が、歩行への関心を高めるかを検証した。歩行意識の調査の分析では、居住地とモールの歩行意欲と健康意識、交通行動、空間デザイン等との関係を、ステップワイズ法による重回帰分析で把握した。この結果、居住地では、交通手段、運動頻度、空間デザインが歩行意欲と相関があった(表 1)。一方、モールでは、歩行意欲はより肯定的であり、空間デザインとの関係が最も大きく、次いで居住地歩行の疲労感と歩行選好との関係が見られた。これは、活動地のモールの歩行環境の質の高さに加え、モール来訪者の居住地の歩行環境の質の低さも、活動地の歩行意欲に影響していると考えられる。

VR 歩行の社会実験では、モール来訪者の被験者を海外の街路空間の VR 動画視聴の有無で分け、それぞれ居住地とモールの空間評価を行った。この結果を比較したところ、VR 歩行をした被験者の方が、空間に対する評価の差が大きく、居住地に対してモールでの歩行意欲が高いことが示された(図 2)。また、評価感度の違いと歩行行動の指標との関係を分析した結果、感度が高い人はモールでの歩行意欲がより高い結果となった。これらの結果から、VR は、歩行空間の評価の感度を高めることで、歩行空間への関心を高め、より質の高い活動地の空間の歩行意欲を高める可能性が示された。

表 1 居住地とモールの歩行意欲の要因の分析

	歩行意欲 (居住地)				歩行意欲 (モール)			
	model5		model6		model7		model8	
	β	t	β	t	β	t	β	t
年齢					0.29	1.65	0.18	1.47
健康意識	0.22	1.58						
運動頻度	0.39 **	2.94	0.35 *	2.60				
交通手段 (バス)	-0.47 **	-3.45	-0.40 **	-3.18				
歩行選好					0.34 *	2.10	0.37 **	2.94
モール来訪頻度					-0.26	-1.40		
デザイン (居住地)			0.28 *	2.08			-0.30	-1.94
疲労 (居住地)							0.36 **	2.95
交通 (モール)							0.17	1.38
デザイン (モール)							0.62 ***	4.42
R2		0.40		0.42		0.15		0.52

β : 標準偏回帰係数, **p < 0.05, *p < 0.1

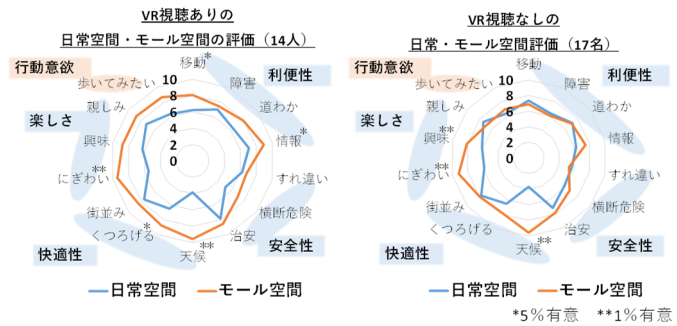


図 2 VR 歩行による居住地とモールの空間評価の比較

(2) 画像認識を用いた大型余暇施設周辺の街路シーンの分類

大型余暇施設周辺の回遊空間の分析として、多様な施設周辺街路の 360 度動画を作成し、画像認識プログラム Yolo v5 で街路シーンに分類した。画像認識の計測結果として、動的要素がより検知され、人と車が比較的多く計測された。各街路シーン動画に含まれる空間要素の数を集計しクラスター分析を行った結果、計 73 個の街路シーン動画のうち 65 個が 3 シーンに分類され、車両が多い街路 (シーン 1)、人通りが多い街路 (シーン 2)、歩行空間が広く物が少ない街路 (シーン 3) に分けられた (図 3)。

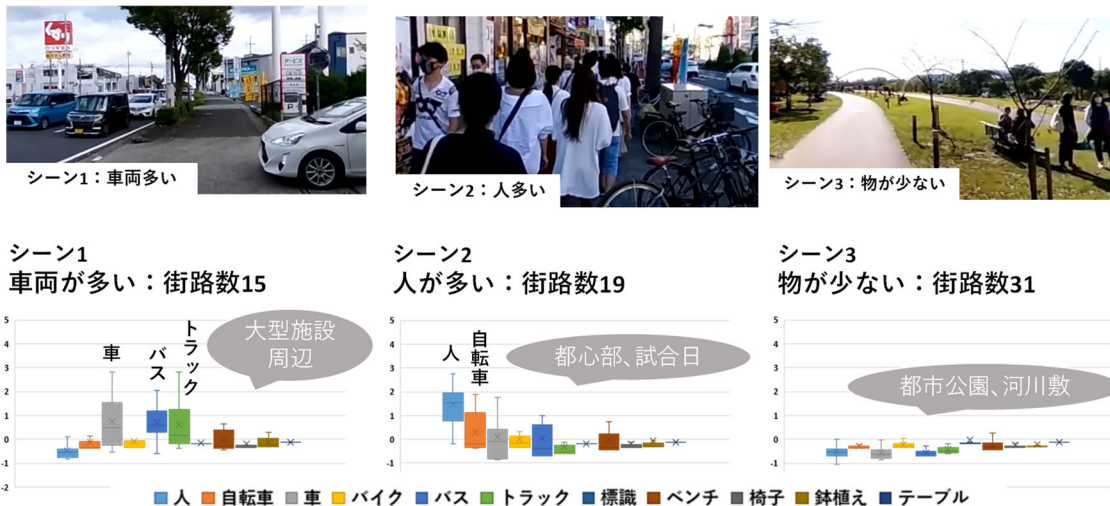


図 3 各街路シーン画像と計測結果

シーン 1 は、車やバスといった車両が多いシーンとなり、大型の商業施設やスポーツ施設周辺等の 15 個の街路動画が分類された。シーン 2 は、人が多いシーンとなり、名古屋都心の商業集積地や試合日のスポーツ施設周辺の 19 個の動画が分類された。シーン 3 は、全体的に物が少ないシーンとなり、都市公園である久屋大通公園内の街路をはじめ河川敷等の歩行者専用道が多く見られ、最も多い 31 個の動画が分類された。

(3) オンライン調査による余暇歩行における街路空間評価

余暇歩行における街路シーンについて、若年層から高齢層まで 600 名のオンライン回答者が評価を行った。この結果、全体的な評価については、安全性の評価が最も高く、快適性、楽しさの順に評価が低くなる傾向が見られた (図 4)。これは、上位の歩行ニーズの達成が難しいというニーズの階層性を表わし、楽しさを感じる空間整備はより難しいことを示している。シーン別の評価については、車両が多いシーン 1 は最も評価が低い一方、人が多いシーン 2 では楽しさの評価が高く、物が少ないシーン 3 では安全性や快適性の評価が高かった。また、シーン 3 は、歩きたい・滞留したい、といった行動意欲でも最も高い評価となった。

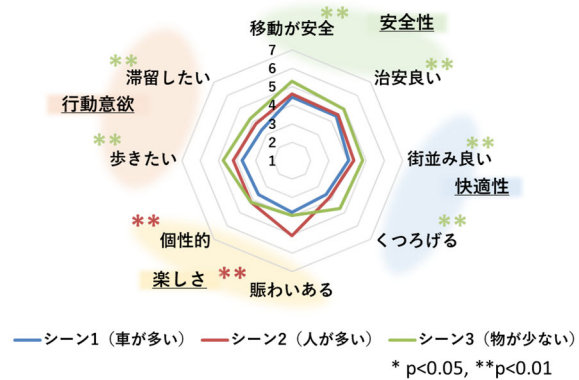


図 4 街路シーンの空間評価

表 2 街路シーンの空間評価の要因の分析

目的変数：街路シーン歩行意欲									
説明変数	施設利用頻度		全体		多い		少ない		
	β	t	β	t	β	t	β	t	
属性	年齢	-0.04	-2.79 **	-0.04	-2.33 *	—	—	—	—
	性別男ダミー	—	—	0.03	1.58	-0.03	-1.86	—	—
	地域愛着	0.03	2.13 *	0.07	2.95 **	—	—	—	—
	コロナ健康満足度の変化	-0.04	-2.91 **	—	—	-0.06	-3.58 ***	—	—
	徒歩・自転車	0.06	4.22 ***	0.07	3.39 ***	0.06	3.02 **	—	—
	電車・バス	-0.02	-1.66	—	—	-0.04	-2.05 *	—	—
	歩くことは好き	0.11	8.23 ***	0.11	5.61 ***	0.11	5.94 ***	—	—
活動	スポーツ観戦頻度	—	—	-0.04	-1.76	0.05	2.87 **	—	—
	芸術鑑賞頻度	0.03	2.44 *	—	—	—	—	—	—
	コロナ外出頻度の変化	-0.03	-2.21 *	-0.05	-2.75 **	—	—	—	—
空間	居住地	安全性	-0.06	-4.19 ***	-0.15	-5.39 ***	—	—	—
		快適性	—	—	0.05	1.52	—	—	—
		楽しさ	—	—	-0.04	-1.82	—	—	—
	街路シーン	安全性	0.20	11.82 ***	0.20	7.86 ***	0.21	9.37 ***	—
		快適性	0.52	27.86 ***	0.51	17.86 ***	0.52	21.71 ***	—
		楽しさ	0.17	12.00 ***	0.18	8.25 ***	0.17	9.20 ***	—
R ²		0.63		0.65		0.61			
サンプル数		2454		1110		1344			

β : 標準偏回帰係数, * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

次に、街路シーンの空間評価の要因を把握するため、街路シーンが歩行・滞留意欲に与える影響についてステップワイズ法で重回帰分析を行った (表 3)。この結果、影響要因として空間指標の快適性が最も大きく関係していた。歩行意欲より滞留意欲では、快適性との関係がより大きく、上位のニーズがより重視されている。楽しさの評価は低いが、これは動画では判断しづらいためと考えられる。その他には、歩行の嗜好や習慣と、居住地の空間の質の低さが行動意欲と相関が見られた。

また、大型余暇施設利用頻度の違いによって街路シーンの評価結果を比較した。余暇施設利用頻度が多い回答者は、歩行頻度や健康満足度も高い傾向が見られた。余暇頻度が評価結果に与える影響として、余暇頻度が多いとコロナ禍による外出頻度の低下が評価を高め、余暇頻度が少ないとコロナ禍の健康満足度の低下が評価を高める関係が見られた。このように、健康は行動にも影響し、健康感が減少した人は街路シーンの評価がより高いという関係にあることが示された。

最後に、回答者の居住地と活動地の歩行空間を健康のアウトカムと関係づける意識構造を共分散構造分析で構築した (図 5)。健康の評価指標として、コロナ禍における健康感の向上の主観評価指標を用いた。この結果、空間の質と余暇活動や交通行動の頻度が、歩行意欲や歩行頻度と正の関係があり、コロナ禍ではこの高さが歩行増加を通して健康感の向上に繋がること有意に示された。また、360 度動画の視聴による VR 歩行意欲は、活動地の歩行意欲と正の関係が見られた。これらの結果から、VR 歩行体験やコロナ禍の歩行行動の変化の経験をを通して、健康感が向上することが示された。

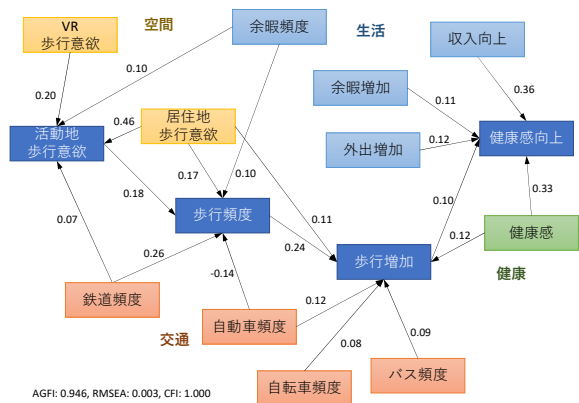


図 5 歩行意識の共分散構造分析の結果

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Varameth Vichiensan, Kazuki Nakamura	4. 巻 13(12)
2. 論文標題 Walkability Perception in Asian Cities: A Comparative Study in Bangkok and Nagoya	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 online
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/su13126825	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 伊藤 亜由美, 中村 一樹, 井料 美帆, 野地 寿光	4. 巻 56(3)
2. 論文標題 名古屋市の拠点エリアにおけるウォークアブルな空間デザイン要件の導出	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 都市計画論文集	6. 最初と最後の頁 819-826
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11361/journalcpj.56.819	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 中村一樹	4. 巻 32(11)
2. 論文標題 街路空間評価におけるCGとVRの適用性	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 画像ラボ	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 中村一樹, 大矢周平, 田間元博	4. 巻 Vol.77, No.5
2. 論文標題 居住地と活動地における歩行環境と歩行意識の関係分析-大型商業施設のケーススタディ-	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3 (土木計画学)	6. 最初と最後の頁 I_501-I_509
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.77.5_I_501	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 大矢周平, 中村一樹	4. 巻 Vol.77, No.5
2. 論文標題 地域防災を考慮したQOLとWalkabilityの関係分析	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3 (土木計画学)	6. 最初と最後の頁 I_765-I_776
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.77.5_I_765	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kazuki Nakamura	4. 巻 -
2. 論文標題 Experimental analysis of walkability evaluation using virtual reality application	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science	6. 最初と最後の頁 2481-2496
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/2399808320980747	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 大矢周平・中村一樹・板倉颯	4. 巻 Vol.76, No.5
2. 論文標題 交通手段の組み合わせを考慮した移動の質の評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3 (土木計画学)	6. 最初と最後の頁 I_1147-I_1153
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.76.5_I_1147	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 守田 賢司・中村 一樹・森嶋 裕太・加藤 暉登	4. 巻 Vol.76, No.5
2. 論文標題 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	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3 (土木計画学)	6. 最初と最後の頁 I_249-I_258
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.76.5_I_249	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計17件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 渡邊菜々子, 中村一樹
2. 発表標題 街路空間デザインが余暇施設周辺の 歩行・滞留意欲に与える影響分析
3. 学会等名 第65回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高山浩希, 中村一樹, 神谷宙希
2. 発表標題 空間指標を考慮した Walkabilityと地価の関係分析 -都市鉄道駅のケーススタディ-
3. 学会等名 第65回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小倉悠太郎, 中村一樹
2. 発表標題 街路の画像認識による空間指標と主観評価の関係分析
3. 学会等名 第65回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大矢周平, 中村一樹
2. 発表標題 地域防災を考慮したQOLとWalkabilityの関係分析
3. 学会等名 第63回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村一樹, 日江井淳矢, 渡邊菜々子
2. 発表標題 画像認識による街路景観の国際比較
3. 学会等名 第64回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高山浩希, 中村一樹
2. 発表標題 5Dsを考慮したWalkability指標による都市拠点の評価
3. 学会等名 令和3年度土木学会中部支部研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小倉悠太郎, 中村一樹
2. 発表標題 街路の画像認識による空間指標と主観評価の関係分析
3. 学会等名 令和3年度土木学会中部支部研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安藤幸輝, 森田紘圭, 高野剛志
2. 発表標題 都市空間の滞在性能指標の構築と質の高い都市空間形成誘導に向けた考察
3. 学会等名 第64回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高野剛志, 森田紘圭, 加知範康, 林良嗣, 中村一樹, 中村晋一郎
2. 発表標題 歩行空間に対する価値観を用いた街路再整備効果の評価
3. 学会等名 第64回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大矢周平, 田間元博, 中村一樹
2. 発表標題 居住地と活動地に対する歩行意識の関係分析～大型モール施設のケーススタディ～
3. 学会等名 第62回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 守田賢司, 加藤暉登, 中村一樹
2. 発表標題 超小型モビリティを導入した街路空間整備のCGVR評価
3. 学会等名 第62回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大矢周平, 中村一樹
2. 発表標題 テキストマイニングを用いた歩行 - QOL - 防災の関係分析
3. 学会等名 令和2年度土木学会中部支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 守田賢司, 中村一樹
2. 発表標題 画像認識による歩行空間動画の分類
3. 学会等名 令和2年度土木学会中部支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 神谷宙希, 大矢周平, 中村一樹
2. 発表標題 道路接続性と土地利用に基づくWalkabilityの空間分析
3. 学会等名 令和2年度土木学会中部支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 日江井淳矢, 守田賢司, 中村一樹
2. 発表標題 オンライン画像データを用いた画像認識による街路景観の国際比較
3. 学会等名 令和2年度土木学会中部支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shuhei OYA, Kazuki NAKAMURA
2. 発表標題 Residential Satisfaction in relation to Walkability for QOL outcomes
3. 学会等名 16th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management (CUPUM) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 守田賢司, 森嶋裕太, 加藤暉登, 中村一樹
2. 発表標題 CGVRツールを用いた歩行空間評価の基礎的分析
3. 学会等名 第60回土木学会土木計画研究発表会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	森田 紘主 (Morita Hiroyoshi) (70724714)	大日本コンサルタント株式会社(インフラ技術研究所)・地域マネジメント事業室・主幹 (92659)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
タイ	カセサート大学		