研究結果の概要（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）歩行空間評価は、評価の信頼度を高め、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。

研究結果の学術的意義や社会的意義
本研究の学術的意義は、歩行空間評価、画像認識による街路シーン分類、オンライン用いた幅広い層へのアンケート調査、を組み合わせて多様な情報を収集、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、大型商業施設などを連携して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。
1. 研究開始当初の背景
今後の道路の大更新期を迎えにあたり、単純な車交通のための道路機能の延命だけでなく、歩行を通じて経済・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、歩いて暮らすまちの構築を図るため、歩行が活用されることが求められている。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。このニーズは、全てのニーズを日常の歩行で体験するのは難しいが、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いけない。これを踏まえ、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、歩行の体験と実歩行の経験によって、日常歩行の健康感の向上効果があるかを検証する。この研究は、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、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歩行機会が多い大型余暇施設を対象とする。歩行体験としては、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い、その歩行体験の持つ影響を把握する。このVR歩行は、国内外の様々な歩行空間を撮影した360度動画を用いて、ヘッドマウントディスプレイ（HMD）で視点を制御できるように、歩行空間の評価を行った（図1）。この研究は、国内外の様々な街路空間の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。これに基づき、街路空間の体験・経験が歩行行動の促進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、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街路空間を体験したもので、歩行空間の評価を行った（図1）。このVR歩行は、国内外の様々な街路空間を撮影した360度動画を用い、ヘッドマウントディスプレイ（HMD）で視点を制御できるように、意味ある步行のニーズ評価の感度を高めるため、歩行空間の評価を行った。また、歩行空間デザインが歩行行動に影響を与える影響を把握するため、居住地毎と活動地毎と、特に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、各施設の周辺街路空間を捉えるが、360度動画を撮影した。この街路動画のフレーム画像を、画像認識の枠組みであるYolo v5を用いて物体検知を行い、各種空間要素を計測した。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た動的要素として、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者における街路空間評価
余暇歩行者に対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を基に被験者を分類し、街路空間評価を加え、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道路利用手段の利用頻度、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影響を受ける場合を想定して、各街路空間シーンに対して歩行ニーズや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欲の調査を行い、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。歩行意欲の調査の分析では、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、空間におけ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動の指標との関係を分析した結果、感度が高い人に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。

（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、多様な施設周辺の空間の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57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）。

| 表1 居住地とモールの歩行意欲の要因の分析 |
|----------------------------------------|
| 要因 | 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 | 0.39 ** | 2.94 |
| 運動頻度 | 0.39 ** | 2.94 | 0.47 ** | 3.54 |
| 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 | -0.30 | -1.98 |
| 疲労(居住地) | 0.36 ** | 2.94 | 0.39 ** | 2.94 |
| 疲労(モール) | 0.17 | 1.38 | 0.62 ** | 4.42 |

| 図2 VR歩行による居住地とモールの空間評価の比較 |

| 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、上位の步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。

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与していた。歩行意欲よりも滞留意欲では、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。楽しさの評価が低いが、これは動画では判断しづらいとされて考えられる。その他には、歩行の選好や習慣と、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じて健康感の向上に繋がることが有意に示された。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通じて、健康感が向上することが示された。
5. 主な発表論文等

| 雑誌論文 | 計件数 | うち査読付論文 | 件数 | うち国際共著 | 件数 | うちオープンアクセス | 件数 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. 著者名 | 伊藤 亜由美 中村 一樹 井田 美帆 田野 寿光 | 4. 卷 | 件数 | 件数 | 件数 | 件数 |
| 2. 論文標題 | 名古屋市の観光地におけるウォーキブルな空間デザイン要件の導出 | 5. 発行年 | 件数 | 件数 | 件数 | 件数 |
| 3. 雑誌名 | 都市計画論文集 | 6. 最初と最後の頁 | 件数 | 件数 | 件数 | 件数 |

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: 件数
| 1. 著者名 | 大矢周平・中村一樹 |
| --- | --- |
| 2. 論文標題 | 地域防災を考慮した安全対策の関係分析 |
| 3. 備考 | 土木学会論文集Ⅰ・土木計画学 |
| 4. 巻 |  |
| 5. 発行年 |  |
| 6. 最初と最後の頁 |  |

| 搭載論文の ●号(デジタルオブジェクト識別子) | 查読の有無 |
| --- | --- |
|  | 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. 発表者名 | 菅原毅子 中村一樹 |
| 2. 発表標題 | 街路空間デザインの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 | 第回土木計画学会研究発表会 |
| 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 | 第回土木計画学会研究発表会 |
| 4. 発表年 | 2022年 |

| 1. 発表者名 | 小倉悠太朗 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 | 第回土木計画学会研究発表会 |
| 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と関係分析 |
| 3. 学会等名 | 第回土木計画学会研究発表会 |
| 4. 発表年 | 2022年 |
| 1. 発表者名 |
|------------|
| 中村一樹  |
| 八目江井洋行 |
| 渡邊雅子 |

| 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4回国土計画学研究発表会 |

| 4. 発表年 |
|------------|
| 2021年 |

---

| 1. 発表者名 |
|------------|
| 高山浩希  |
| 中村一樹 |

| 2. 発表標題 |
|------------|
| 住宅を考慮したiks指標による都市景観の評価 |

| 3. 学会等名 |
|------------|
| 令和3年度国土工学会中部支部研究発表会 |

| 4. 発表年 |
|------------|
| 2021年 |

---

| 1. 発表者名 |
|------------|
| 小倉成太朗  |
| 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年度国土工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  |
| 森田純圭 |
| 高野剛志 |

| 2. 発表標題 |
|------------|
| 都市空間の在住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4回国土計画学研究発表会 |

| 4. 発表年 |
|------------|
| 2021年 |
| 1. 発表者名 | 高野剛志・森田経幸・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Ⅱ回土木計画学研究発表会 |
| 4. 発表年 | 2020年 |

| 1. 発表者名 | 大倉周平・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ー |
| 3. 学会等名 | 第Ⅱ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・加藤聡登・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評価 |
| 3. 学会等名 | 第Ⅱ回土木計画学研究発表会 |
| 4. 発表年 | 2020年 |

| 1. 発表者名 | 大倉周平・中村一樹 |
| 2. 発表標題 | テキストマイニングを用いた歩行 - 防災の関係分析 |
| 3. 学会等名 | 令和元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. 学会名 | 令和3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歩行空間の空間分析 |
| 3. 学会名 | 令和3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 | 日江井満矢 □ 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比較 |
| 3. 学会名 | 令和3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 | |
| 2. 発表標題 | 建物群配置と歩行者空間の関連に関する研究 |
| 3. 学会名 | 令和3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 □ 森嶋裕太 □ 加藤輝登 □ 中村一樹

2. 発表標題
ソールを用いた歩行空間評価の基礎的分析

3. 学会等名
第4回土木学会土木計画研究発表会

4. 発表年

(図書) 計1件
(産業財産権)
(その他)

6. 研究組織

| 氏名       | 所属研究機関・部局・職 | 備考 |
|------------|----------------------|------|
| 森田 絹圭  | 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・主任 |

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1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 |

(Morita Hiroyoshi) (70724714)