

# 3DVRの立体視による 歩行者・自転車空間の評価に関する研究

宮田 野乃香<sup>1</sup>・森本 章倫<sup>2</sup>

<sup>1</sup>学生会員 宇都宮大学大学院 工学研究科 (〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東7-1-2)  
E-mail:plan@cc.utsunomiya-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 宇都宮大学大学院教授 工学研究科 (〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東7-1-2)  
E-mail:morimoto@utsunomiya-u.ac.jp.

近年、自転車と歩行者の通行空間に関して様々な問題が指摘されている。ここでは地方都市の商店街における歩行者と自転車の錯綜問題を取り上げ、その改善策について検討を行った。特に、商店街の活性化を目指した際の歩行者・自転車の通行空間のあり方を、CGを活用して評価した点に特色がある。具体的には宇都宮市のオリオン通りでの社会実験を対象に、将来像をCGで表現し、被験者に理想的な商店街を見せることで、通行空間の評価を行った。その結果、理想像を見た被験者は、商店街の歩行者に対して優先的な評価を行うようになった。また、立体視することができる3次元VRの有効性を従来の手法や実測との比較で検証した。

**Key Words** : 自転車、通行空間整備、商店街、CG、VR

## 1. はじめに

### (1) 研究の背景・目的

地方都市では、中心市街地の衰退が問題となっており、その中でも商店街のシャッター街化は深刻さを増している。人通りが減少した商店街は歩行者と自転車が錯綜し、危険な状態となっている地域が多い。そこで、歩行者と自転車の適切な通行空間の提案が求められている。現在問題解決のため、各種施策の検討や社会実験の実施等、多様な試みが行われている。一方で、現在行われている施策は中心市街地の現状を改善する対応策が多く、将来商店街が活性化した際にも有効であるかについては不明瞭である。商店街を魅力的に再生するには、活性化後の商店街を想定した、通行空間のあり方を検討することも必要である。そこで本研究では、商店街の活性化を目指した将来像をCGで表現することで、未来のまちを想定した通行空間の検討を行う。具体的には、将来像を見据えた際の商店街での歩行者・自転車の通行空間のあり方について社会実験を通して検討を行うことを目的とする。

### (2) 研究の位置づけ

本研究に関連した研究として、歩行者と自転車の関係性に関する研究とまちづくりにCGを活用した研究が挙げられる。まず、歩行者と自転車の関係性に関する研究

は数多くみられる。例えば、齋藤ら<sup>1)</sup>は都市空間における歩行者や自転車の経路選択の要因についてまとめた。染川<sup>2)</sup>は自転車群が歩行者に与える影響をまとめた。朝田ら<sup>3)</sup>は歩行者と自転車がお互いを認知した際の回避行動の方法に関して調べた。一方、まちづくりにCGを活用した研究に関しては、山本ら<sup>4)</sup>がコミュニケーションの種類を対象者別に3つに分け、それぞれに必要なとされるCGについてまとめた。饗庭<sup>5)</sup>はコミュニケーションの技術としてGISやCADなどツールをまとめた。

これまで、歩行者と自転車の関係性について、実空間を対象に社会実験等を通して分析した研究が多い。本研究の新規性は従来の方法に加え、将来像を見据えた通行空間の検討を、CGを用いて行うことである。

また一般的に、被験者に画像情報を提供する際には、被験者の見え方や操作性に関していくつかの方法がある。見え方に関しては、従来の方法では画面の映像情報をそのまま見ていたのに対し、近年では立体視映像メガネを用いて見る方法（ここでは3Dと呼ぶ）が存在する。一方、操作性に関しては、シナリオがあらかじめ決められているもの（ここではCG動画と呼ぶ）と、被験者が操作可能なもの（ここではVRと呼ぶ）がある。これまでにCG動画に関する研究は多くなされているが、対象物を立体視し、操作可能な状態（ここでは3DVRと呼ぶ）での評価に関する研究はあまりなされていない。

## 2. オリオン通り歩行者・自転車共存社会実験概要

### (1) 社会実験事業概要

本研究では、人口約51万人の中核都市である栃木県宇都宮市のオリオン通りを研究対象地域とする。

宇都宮市では1999年に中心市街地活性化基本計画を策定しており、計画の中では市のメインストリートであるオリオン通りを中心とした地域をリーディングエリアに位置づけ、様々な事業を計上している。その事業のひとつである「おもてなし休憩施設設置事業」の実施に向け商店街における歩行者・自転車の共存及び来街者へのおもてなし向上の具体的な手法を検討するため、宇都宮市は平成23年11月にオリオン通り歩行者・自転車共存社会実験を実施した。期間中は東武宇都宮駅からシンボルロードまでを区間1（歩車共存）、釜川からみはし通りまでを区間2（歩車分離）とし、それぞれ異なる道路空間を創出した。社会実験の概要を表-1に示す。

今回の実験実施の背景として、中心市街地の歩行者通行量の減少や空き店舗の増加が挙げられる。中心市街地の歩行者通行量は約20万人（S61）から約6万人（H21）に減少し、現在空き店舗は約100件近く存在する。特にオリオン通りは中心市街地全体の活性化を牽引するエリアであり、商店街のさらなる魅力の向上に向けた取り組みが求められている。また、オリオン通りにおいては朝夕の通勤・通学時を始め、走行速度の異なる歩行者と自転車が混在し、錯綜による安全性や円滑性の低下がみられるとともに、違法駐輪が多く、歩行者や自転車の通行を阻害していることも大きな課題となっている。

表-1. 社会実験の概要

社会実験実施日	平成23年11月19日(土)～25日(金)
調査実施日	20日(日), 22日(火), 23日(水), 25日(金)
ヒアリング調査	社会実験についての感想など
カウント調査	通行量, ベンチ・駐輪スペース利用者数
設置物	休憩施設(ベンチ, 植栽)
	駐輪スペース(空き店舗, 路上)
	歩行者・自転車通行帯
	安全な通行に関する注意喚起の路面表示
回答者数	772人



図-1. 実験時区間1, 区間2位置



図-2. 区間1(左), 区間2(右)断面図

### (2) ヒアリング調査

歩行者に対し、オリオン通りの将来の通行空間として①歩車共存②歩車分離③歩行者のみ（自転車は手押し）の3つを提示して、どれが一番理想的であるかのヒアリング調査を行った。調査時の被験者の交通手段別にヒアリング結果を表-2にまとめる。将来の通行空間として望ましいとされたのは歩車分離で、全体の23を占めた。交通手段別でみると、交通手段が徒歩の人は歩行者のみ、自転車の人は歩車共存と自分に有利な通行空間を選ぶことが分かる。

表-2. 理想の通行空間に対するヒアリング調査結果

	歩車共存	歩車分離	歩行者のみ (自転車は手押し)
全体(772人)	9%	67%	23%
徒歩(647人)	8%	66%	25%
自転車(97人)	19%	68%	11%

### (3) 利用者目的ごとの比較

次に利用者のオリオン通りへの来訪目的を「通勤、通学、業務」と「買い物、通院、食事・娯楽」の2つに分け、理想の通行空間について分析を行った。結果を図-3に示す。歩行者のみを選んだ人に注目すると、「買い物、通院、食事・娯楽」の割合が「通勤、通学、業務」と比較して多くなった。さらに、2群の母比率の差の検定を行った結果、歩車分離は片側検定で1%有意、歩行者のみに関しては片側、両側検定ともに1%有意であった。ここで、「通勤、通学、業務」を来訪目的としている人の大半はオリオン通りを通過のみに利用しており、逆に「買い物、通院、食事・娯楽」を来訪目的としている人はオリオン通り自体に目的を持っていると考えられる。

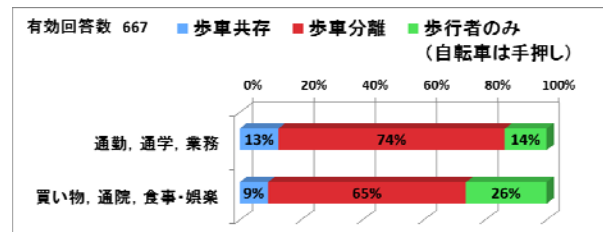


図-3. 来訪目的別の理想の通行空間

### 3. CG動画によるオリオン通り将来空間の表現

#### (1) CG動画の作成

社会実験時のヒアリング調査において、被験者は現在のオリオン通りの状態を基本とし、その改善を回答している可能性が高い。そこで未来のオリオン通りをCG動画を用いて表現し、被験者に見せることによって未来のまちを考慮した評価を行った。なお、作成した動画のシナリオであるが、まず初めに宇都宮の中心市街地の将来像を見せ、その後オリオン通りの①歩車共存、②歩車分離、③歩行者のみ（自転車は手押し）の3つの通行空間を見せた。宇都宮の中心市街地の将来像では、現在とは違う生活空間、生活スタイルになっているということ、休憩スペースの確保や憩い・楽しみの空間の確保をアピールすることによって、まち自体に魅力が存在するようになることを感じ取れるような内容にした。また、オリオン通りは将来の賑わいや楽しみがある状態を表現するために、全ての通行空間において、空き店舗をなくし、人通りを現状よりも多くした。

CG動画の作成に使用した主なアプリケーションは、UC-win/roadと3ds maxである。まず3次元リアルタイムVRソフト（UC-win/road Ver.6.0）内に仮想空間作成し、そこでAVI録画をすることで動画を撮影した。アプリケーション内の建物モデルは3ds max 6で作成したものを設置した。

#### (2) CG動画の評価

本研究で提示した各通行空間は、基本的に自転車の通行場所を変えたものである。そこで今回は自転車利用者に着目するため、自転車を利用している人が多い大学生を対象にアンケート調査を行った。被験者には未来のオリオン通りを表現したCG動画を見た後にアンケートに答えてもらった。アンケート調査概要を表-3に示す。

#### (3) 社会実験時のヒアリング調査との比較

CG動画を見た人との比較を行うため、CG動画を見ていない社会実験時のヒアリング調査結果からアンケートと同じ属性をもつ、10、20歳代の自転車利用者57人を抽出した。分析結果を図-5に示す。各通行空間に関して2群の母比率の差の検定を行ったところ、歩車共存において5%の有意差が確認された。CG動画を見ていない人は今まで通り、自由に自分たちが通行できる歩車共存を選択する人が多かった。しかし、CG動画を見た人は見ていない人と比較して歩車共存を選択する割合が大きく減少した。これは、今回作成したCG動画は通行空間に係らず、賑わいのある将来空間を表しており、その部分で歩行者と自転車が共存していく通行空間に抵抗が生まれた結果であると考えられる。



図-4. 作成動画（一部抜粋）

表-3. アンケート調査の概要

アンケート調査実施日	平成23年12月8日(木)
アンケート対象者	自転車利用者の大学生
回答者数	33人
アンケート内容	属性(性別, 年齢, 交通手段等) オリオン通りの利用目的, 頻度 理想の将来の通行区分

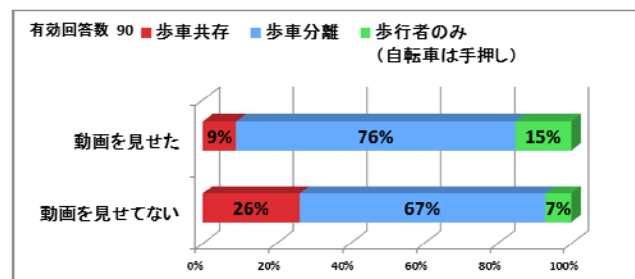


図-5. 動画を見た人、見てない人の将来の通行空間

### 5. VR・3DVRが与える影響の比較

#### (1) 3DVRによる空間の再現性の検証

VRの方がCG動画に比べ、より実体験に近い感覚を得られ、画像を立体視(3D)することで、被験者は危険等をリアルに感じることができると考えられる。そこで、ここでは3DVRの有効性を確認するため、人が最も危険を感じるであろう走行速度に着目した。なおこの実験では、被験者がリアルタイムで走行速度を変化させることができるようになっている。実験の概要を表-4に示す。

表-4. VR・3DVR比較実験の概要

調査日時	平成24年7月19日(木)~26日(木)
回答者数	25人
仮想空間の密度	①現状のオリオン通りと同様 ②現状のオリオン通りの2.2倍 ③現状のオリオン通りの4.4倍

#### (2) VR・3DVRによる最高速度の変化

密度が増加すると自転車の走行速度は下がることが予測される。そこで今回は最も影響を受けそうな最高速度に着目した。分析結果を表-5に示す。平均の最高速度は、

密度が上昇すると低下し、すべての密度において3DVRよりもVRの方が早いことが分かった。また、その差に有意性があるか調べるため、各密度において2群の母平均の差の検定を行った。その結果を表-3に示す。密度現状・密度2.2倍は1%有意であり、密度4.4倍も5%有意であった。

表-5. VR・3DVRの母平均の差の検定

	VR 最高速度平均値	3DVR 最高速度平均値	検定結果
密度現状	32.60	26.80	**
密度2.2倍	25.40	21.00	**
密度4.4倍	19.80	17.20	*

\* ... 5%有意 \*\* ... 1%有意

## (2) VR・3DVRと実測値の比較

オリオン通りを実際に通行している自転車の速度とVR・3DVRによる最高速度を比較することによって、VR・3DVRがどれだけ実測値に近いかを分析する。実測値はVR・3DVR実験と同じような状態と比較を行うため、VR・3DVR実験の際、多くの人が最高速度を出した場所と同じところで速度計測を行った。結果を図-6に示す。平均の速度は、一番遅い値が実測で16.2km/h、次に3DVRで26.8km/h、一番早いのがVRで32.6km/hであった。波形を見るとVRはサンプルによってばらつきが出ていることが分かる。逆に3DVRと実測はある速度を中心に1つの山が出来ている。VRはゲーム感覚になってしまう人が多く、サンプルに差が生まれてしまったのではないかと考えられる。さらに3DVRと実測値の波形が似ているのは、3DVRによって実際の体験に近いものが出てくるからであると推測できる。ただし、実際に人が自転車で行く際は身体的負荷がかかるため、理想の走行速度を出すことは不可能である。つまり、人々の理想の走行速度が3DVRでの速度であり、そこから走行時の身体的負荷を減じたものが実測値であると考えられる。そのため、3DVRよりも実測の方が平均速度が約10km/h低い値を示した。

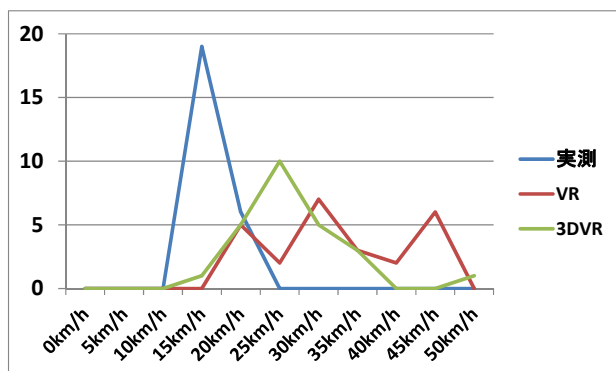


図-6. 走行速度の分布 (実測, VR, 3DVR)

## 6. おわりに

本研究では将来像を見据えた際の商店街での歩行者・自転車の通行空間の検討を行った。その結果、現実空間の中では自らの交通手段に有利な通行空間を選択する傾向があることが分かった。また、将来の理想的な通行空間の検討をする際に、3DVRは効果的なツールであるといえる。

今後の課題としては、サンプル数を増やし、より精度の高い分析を行うこと、さらに3DVRと実体験の感覚を近づける方法の検討が挙げられる。

謝辞：本研究では、オリオン通り歩行者・自転車共存社会実験実行委員会の皆様、宇都宮市総合政策部地域政策室中心市街地活性化推進室の皆様、栃木都市計画センターの皆様にご多量の貴重な助言、ご指摘を頂きました。皆様に記して謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 齋藤寛彰 田中貴宏 西名大作 永田斎記：都市空間における歩行者の経路選択傾向に関する研究，日本建築学会中国支部研究報告集 33, "433-1"-"433-4", 2010-03
- 2) 染川浩：歩行者空間に置かれた自転車群の歩行者に与える影響についての研究，日本建築学会研究報告九州支部.3, 計画系 (30), 9-12, 1988-03-01
- 3) 朝田伸剛 大佛俊泰：歩行空間に置ける歩行者と自転車の回避行動，学術講演概要集 E-1, 建築計画 I, 各種建物・地域施設, 設計方法, 構法計画, 人間工学, 計画基礎 2000, 1059-1060, 2000-07-31
- 4) 山本一浩 小林一郎 星野裕司 平田誠：コミュニケーション型国土行政への CG の適用に関する研究，土木学会年次学術講演演習概要集 55 巻 06 号, 2000 年, 386-387 頁.
- 5) 饗庭伸：参加型まちづくりの技術の蓄積と今後の展望，PI-Forum, pp.3-10, 2005-01.
- 6) 坂野雄一 安藤広志：映像の立体表示原理の違いが質感の表現に与える影響，映像情報メディア学会技術報告 35(15), 63-66, 2011-03-07.
- 7) 点接触型触力覚提示装置における触察方法の違いによる 3 次元形状認知，電子情報通信学会, 技術研究報告.WIT, 福祉情報工学 105(508), 19-24, 2006-01-06.
- 8) 宇都宮市：宇都宮市中心市街地活性化基本計画, 2010
- 9) 内田清香 森本章倫：3DCG を用いた環境情報提供による住民の意識変容に関する研究，土木計画学研究講演集 vol.40, CD: 全 4p, 2009
- 10) 塩井恵理子 森本章倫：VR を用いた 2050 年の未来都市の再現に関する研究，土木計画学研究講演集 Vol.42, CD: 全 4p, 2010

(2012.?.?受付)