

歩行者・自転車利用者の表情・行動に着目した 歩行空間評価に関する研究

若林 勇真¹・小嶋 文²・久保田 尚³

¹非会員 埼玉大学大学院 理工学研究科 (〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255)

E-mail:y.wakabayashi.494@ms.saitama-u.ac.jp

²正会員 埼玉大学大学院 理工学研究科 (〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255)

E-mail: akojima@mail.saitama-u.ac.jp

³フェロー会員 埼玉大学大学院 理工学研究科 (〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255)

E-mail: hisashi@mail.saitama-u.ac.jp

歩行者の安全確保やまちの賑わい創出に向けた歩行空間の改善を行うにあたっては、適切な道路空間評価を行う必要があり、道路利用者の利用実態や意識も考慮する必要があると考えられる。本研究では、歩道の整備されていない道路を対象として、路側帯拡幅がもたらす影響・効果を、歩行者や自転車利用者の表情や行動の変化に着目して調査・分析を行った。その結果、路側帯の拡幅前後で歩行者や自転車利用者の行動にはいくつかの変化が見られたものの、歩行空間の快適性を示すと考えられる笑顔度合いには変化が見られなかった。このことから、今回のケースでは路側帯の拡幅と併せて、他の対策を行うことの必要性が示唆された。

Key Words : traffic safety, roadside strip, facial expression, behavior, pedestrian

1. はじめに

(1) 背景・本研究の目的

我が国における交通事故発生件数、交通事故死者数とともに年毎に減少しているが、歩行中・自転車乗車中の死者数が占める割合は大きく、他の先進国と比較してもその数は多い。近年は、歩行者の安全に加えてまちの賑わい創出に向けた歩行空間の改善、および歩行者優先・専用空間整備の必要性が認識されている。しかしながら、道路の改善を行える数には限りがあるため、対策を行う地点や方法を定める際やその効果を検証する際には、道路利用者の利用実態や意識も考慮した上で、道路の評価をすることが必要であると考えられる。

歩行者に関する評価はそのほとんどがアンケート調査に頼っているが、手間や費用の問題のほか、ランダムサンプリングが困難であるという問題も抱えている。そのため、道路利用者の意識等が反映されると考えられる表情や行動といった、外部から観測可能な項目を用いた評価は有効であると考えられる。

本研究では、歩道の整備されていない道路を対象として、路側帯（歩行空間）の拡幅がもたらす影響・効果を、

歩行者や自転車利用者の表情や行動の変化に着目して調査分析をすることを目的としている。

(2) 既存研究

人の表情に関する研究は、19世紀後半頃から行われている。人の情動について、心理学をはじめ様々な観点からの研究が集積されており、情動とその身体的表出との関係もダーウィン以来、長い間にわたって研究されてきた¹⁾。ダーウィンは、人の表情は生来のものであり、人種や文化を問わず普遍的なものであると主張した。

エクマンら²⁾は、驚き・恐怖・嫌悪・怒り・喜び（幸福感）・悲しみの感情によって引き起こされる6つの表情を基本6表情とし、これらは眉・額・目・鼻・頬・口などの顔器官の特徴的動作の組み合わせによって創出されるとした。

歩行者の表情を評価指標とした研究として、札元ら³⁾は、歩行者の笑顔に着目し、笑顔度（人の顔を認識し笑顔度合いを0～100%までの値で数値化したもの）を算出し、歩行者天国時と通常時の表情の違いについて分析を行った。その結果、歩行者天国時に笑顔度が高いことが明らかとなり、歩行者の表情に着目した歩行空間評価の

可能性が示された。

佐藤ら⁴⁾は、模擬街路実験で、車の台数が増加するほど歩行者の笑顔度が低くなる傾向を証明した。さらに、歩行者天国と通常時の歩行空間の評価では笑顔度に明らかな差があることを改めて示すことができた。

佐藤ら⁴⁾は、歩行者心理と笑顔度の関連性の検証をおこなうために、アンケート調査を伴う実験を行い、「安心」、「快い」、「明るい」と感じるほど歩行者の笑顔度が高くなる傾向を示し、歩行者心理と笑顔度の関連性を確認できた。また、公道における調査では、歩道の整備されていない道路においては、車両通行台数が増加すると平均笑顔度が減少する傾向や、歩行可能な幅員が大きいと平均笑顔度も高くなっているような傾向がみられた。歩道が整備された道路では、有効幅員が広いほうが平均笑顔度が高いという結果が示された。

関口ら⁵⁾は、笑顔度検出システムの信頼性の検証や実際の防犯カメラを用いた観測調査より、笑顔を用いた歩行空間評価の可能性や、自治体で交通政策に携わる方へのアンケート調査より、笑顔による評価に対し前向きな回答が半数を超えたことから、「歩行空間評価システム」の新たな歩行空間の評価指標としての可能性が示された。また、歩行環境の他に、天気や日付、気温も笑顔度に影響を及ぼしていることが示されている。

中央線抹消による路側帯拡幅が行われた路線に関して、橋本ら⁶⁾は、交通事故削減や歩行者の歩行環境向上などのために、歩道の設置されていない道路の中央線を抹消し路側帯を拡幅する路線において、整備前後に調査を行っている。車道が片側2.75mの2車線から、中央線を抹消し4.5mとなり、両路側帯が0.5mから1.0mに拡幅されたが、走行速度や交通量については削減効果がみられなかった。一方で、周辺の居住者へのアンケート調査からは、歩行環境の向上や出会い頭事故への安全性向上などについて好意的な評価が得られたとしている。

2. 調査概要

(1) 調査対象路線について

調査対象とした道路は、さいたま市中央区を南北に貫く「本町通り」（県道165号大谷本郷さいたま線）である（図-1）。本路線は幅員が7~10mとなっており、自動車交通量も多い。都市計画道路に指定されているが、この区間は未整備となっており、安全な歩行空間が確保できていない状況である。また、沿道には寺社や蔵造り住宅等が点在し、道路と住宅の間には昔の市場の名残である前庭空間が残された家もある。

このうち、1.0kmの区間で路側帯を拡幅する社会実験が実施される。

(2) 社会実験について

安心して歩ける歩行空間の形成に向けた検証を行うために、本町通りにおいて車道幅員を狭め、路側帯を拡幅する社会実験が実施されている。その概要と実験対象区間周辺の状況、拡幅前後の状況をそれぞれ表-1、図-1、図-2に示す。

(3) 本研究における調査

調査は2019年9月14日(土)、15日(日)（拡幅前）および2019年11月2日(土)、3日(日)（拡幅中）に、本町通りの沿道で実施した。データ収集時間は各日9:00~16:00である。

調査地点は与野高校入口交差点付近の単路部（図-1）であり、ビデオカメラを用いた観測によって行った。道路の東西両側それぞれ1地点にカメラ設置場所を定め、各地点、北向きと南向きに2台設置し、両方向から来る歩行者や自転車、自動車を撮影した。



図-1 実験区間とその周囲状況（さいたま市資料⁸⁾より引用）

表-1 社会実験の概要（さいたま市資料⁸⁾より引用）

名称	本町通り交通社会実験
目的	<ul style="list-style-type: none"> 安心して歩ける環境形成に向けた改善の可能性を検証 前庭空間の活用によるにぎわいの創出と回遊性の向上 安全な歩行空間の形成について、その必要性を地域住民に理解・体験
場所	本町通りのうち、赤山通り交差点から庚申堂交差点の約1.0kmの区間
期間	令和元年10月1日(火)から令和2年3月31日(火)まで(6ヶ月間)
内容	現状の交通規制を維持したまま、幅員構成を変更車道幅員を狭め路側帯(歩行空間)を拡幅する

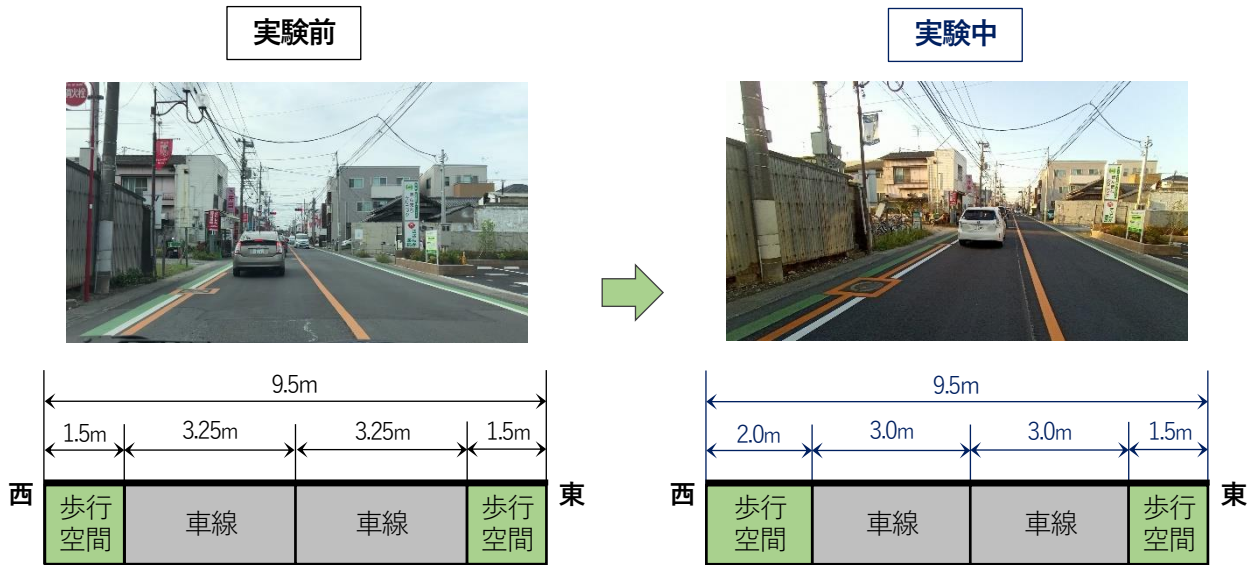


図-2 調査対象地点付近の拡幅前後の状況と幅員構成

3. 歩行者・自転車利用者の行動の変化について

本章では、路側帯の拡幅によって歩行者や自転車利用者の行動にどのような変化が生じているのかを明らかにすることで、路側帯拡幅による影響を検証する。

(1) 自動車交通量、歩行者・自転車の通行量

撮影した映像から自動車等の交通量や、歩行者等の通行量を計測した。調査対象地点の自動車・原動機付自転車の交通量は表-2に示す通りで、路側帯拡幅（車道縮小）によって交通量が減少している様子はみられない。

路側帯拡幅前後（各2日間）で、東西の路側帯の利用数とその割合を歩行者・自転車別、方向別に表したものが表-3である。今回、拡幅後に歩行者や自転車利用者が西側に転換する傾向は見られなかった。沿道住民からの意見として、西側の自転車の逆走が増えたとの意見があったが、元から逆走率が高いものの、そのような変化も認められなかった。

(2) 通行位置の変化

路側帯拡幅前後の歩行空間の使い方の変化を把握するために、歩行者・自転車の通行位置を調査した。図-3に示すように歩行空間を5つに分けし、各区域を通行する人数・台数を集計した。なお、拡幅前についても、社会実験中の路側帯拡幅部分を通行していたものは「拡幅部」としてカウントした。

それぞれの通行位置の利用割合を示したグラフが図-4である。道路端（「側溝」部、「路側帯」部）を通行する割合は減少していることが分かったが、「拡幅部」まで使う歩行者は僅かであり、「拡幅部」は自転車の通行空間のように使われている。

表-2 拡幅前後の交通量（9:00-16:00）（台）

	拡幅前(社会実験前)		拡幅後(社会実験中)	
	9月14日	9月15日	11月2日	11月3日
北進（西側）	3152	2690	3843	3138
南進（東側）	2690	2433	2985	2657

表-3 西側（拡幅側）の通行数(人, 台)とその割合

	拡幅前		拡幅後		
	人, 台	%	人, 台	%	
歩行者・北進	200	77.52%	195	70.65%	**
歩行者・南進	96	59.63%	140	62.22%	
自転車・北進	529	94.97%	604	94.38%	
自転車・南進	111	19.30%	126	22.18%	

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

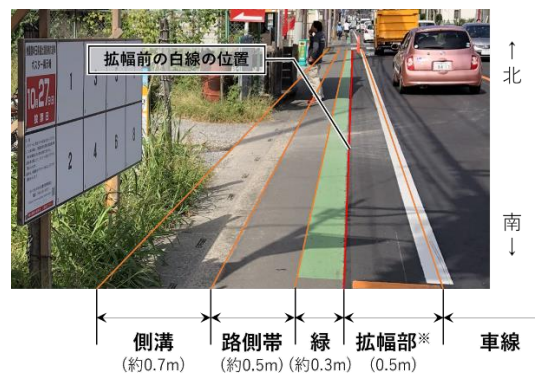


図-3 実験区間とその周囲の状況

(3) グループで歩く人の位置関係

歩行空間が拡幅されることで、グループで歩いている場合、横に広がって歩きやすい環境となっている。そこで、複数人で歩く歩行者のグループ内での位置関係について調べた。歩行者の位置関係については、何人組なのか、またそれが横何列で歩いているのかで分類した。グ

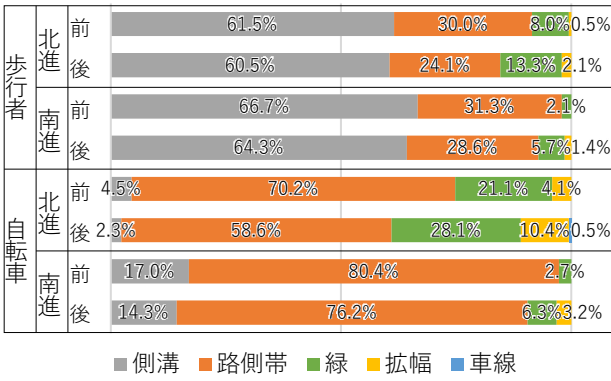


図-4 西側（拡幅側）を通行する歩行者・自転車の通行位置

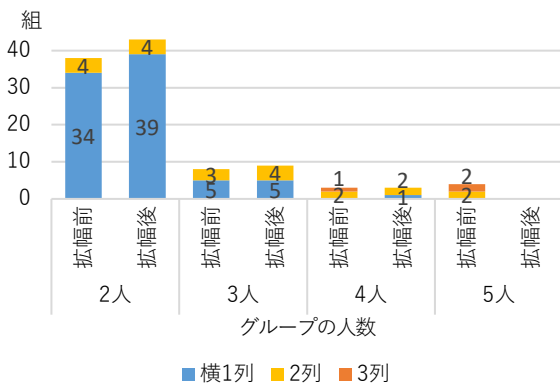


図-5 西側（拡幅側）を通行する歩行者・自転車の通行位置

グループの人数と歩行者の位置関係を示したものを図-5に示す。

結果をみると、拡幅前後で複数人で歩く歩行者の位置関係に大きな変化がないことが分かる。前節で、路側帯拡幅後も拡幅部が歩行者にほとんど活用されていないことを示したが、複数人で歩いていても歩行空間を広く使われていないことが分かる。

(4) 歩行者と自動車の間隔

歩行者の通行位置やグループで歩く歩行者の位置関係に大きな変化はみられていないが、路側帯を通行する歩行者とその脇を通過する自動車の間隔には変化があるのかを調べた。調査対象としたのは、自動車交通量が比較的少なく速度が出しやすい各日10:00~12:00の2時間である。図-6に示すように、歩行者及び自動車の通行位置を区分けし、歩行者と自動車が真横に並んだ際の最も白線に近い位置を記録した。それぞれがその区域の中央を通行していたと仮定し、間隔を算出した。

結果は表-4の通りである。歩行者は拡幅後により白線から離れて歩いていることが分かるが、自動車は車道が縮小されていることもあるためか、より白線寄りを通行していることが分かる。歩行者と自動車の間隔については、路側帯拡幅後のほうが大きく確保できていることか

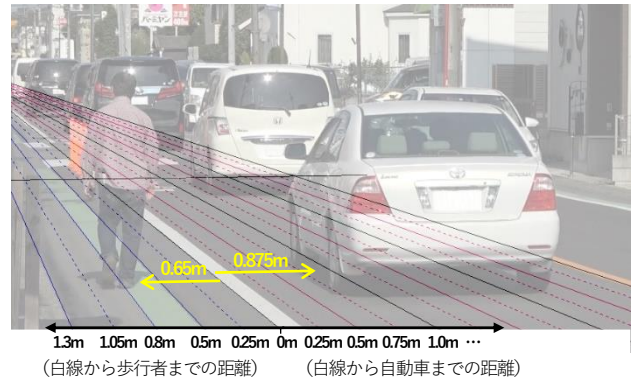


図-6 歩行者と自動車の間隔の算出方法

表-4 歩行者と自動車の間隔

	拡幅前	拡幅後
データ数	80	73
白線からの歩行者平均距離(m)	0.72	1.20
白線からの自動車平均距離(m)	1.10	0.79
平均間隔(m)	1.82	1.99

** $p<0.01$, * $p<0.05$

表-5 自転車の平均速度

	拡幅前		拡幅後	
	台	平均速度	台	平均速度
北進	169	14.91	175	15.44
(内、路側帯通行)	160	14.49	158	15.43
南進(逆走)	51	13.91	61	14.37

** $p<0.01$, * $p<0.05$

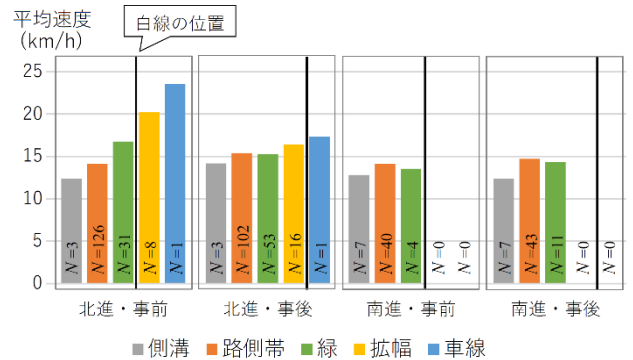


図-7 自転車の通行位置別の平均速度

ら、歩行者が自動車との間隔を保つために拡幅部を通行していない可能性がある。

(5) 自転車の速度

路側帯拡幅による自転車の走行速度の変化を把握するために、撮影した映像から自転車の区間速度を求めた。調査対象としたのは自転車通行量や自動車交通量が多い各日12:00~16:00の4時間である。拡幅前後に西側を通行する自転車の平均速度および通行位置別の平均速度をそれぞれ表-5、図-7に示す。

西側を走行する自転車の速度については、拡幅前後で平均速度に差は認められなかったが、通行位置ごとの速度を見ると、道路端を通行する自転車ほど速度が低く、車道寄りを通行する自転車の速度は高い傾向にある。また、路側帯内を通行する自転車に限った平均速度は、拡幅後の方が高く、有意な差が見られた。拡幅後は路側帯内に含まれる「拡幅部」を比較的高速の自転車が走る状況が、歩行者に危険感や不快感を与えている可能性がある。

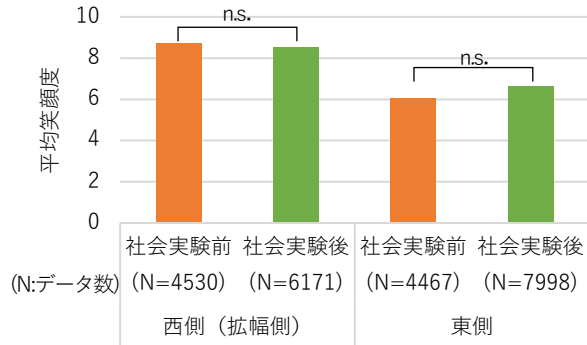


図-8 社会実験戦後の笑顔度の比較

4. 歩行者・自転車利用者の表情

本章では、歩行者・自転車利用者の表情に着目して、道路利用者の意識や心理状態を推測することで、歩行空間の評価につなげる。既存の研究³⁴⁾³⁵⁾において、人の笑顔度合いから歩行空間の評価を行っており、歩行者にとってより快適な空間であるほど笑顔度が高くなることも示唆されている。本研究においても、これらの研究で用いられている「笑顔度算出システム」を使用して分析を行う。なお、このシステムは、映像内から人の顔を自動で検出し、その笑顔度合い(笑顔度)を0~100%の値で算出・記録することができる。

(1) 歩行者・自転車利用者の平均笑顔度

東西の路側帯それぞれの社会実験前後の笑顔度の分析結果を図-8に示す。

佐藤ら³⁾は、歩道幅員が3m以上と3m未満の道路では笑顔度に有意差があることや、歩道のない道路では、自動車が少ないほど歩行者は車道にはみ出して通行し、笑顔度も高くなることを明らかにしている。しかし、本調査では、東西の路側帯ともに社会実験前後で平均笑顔度に変化は認められなかった。本町通りは自動車交通量が多く、また、自転車も路側帯内を比較早い速度で通行し、拡幅部が歩行者に利用されていないことから、歩行者にとって車道近くあるいは車道にはみ出して歩きたい状況ではないことが推測される。拡幅後は拡幅前よりも自動車から離れて歩くことができることで、沿道住民や歩行者の評価は高いものの、笑顔度を上昇させるまでには至っていないと考えられる。

(2) 笑顔度に影響を与える要因分析

今回の調査では、路側帯の拡幅によって、平均笑顔度に変化は生じていないことが分かった。そこで、表-6に示す項目を説明変数として、1時間ごとのデータとして重回帰分析(ステップワイズ法)を行った。分析結果を表-6に示す。

反対方向から歩いてくる歩行者が増えると笑顔度は増

表-6 説明変数

目的変数	平均笑顔度
説明変数	・自動車交通量(台) ・大型車比率
	・歩行者通行量(人) ・自転車通行量(台)
	・歩行者比率 ・路側帯幅員(m)
	・位置(東西) ・方向(北進・南進)
	・気象条件(気温(°C)・湿度(%)・気圧(hPa))

表-7 笑顔度に影響を及ぼす要因

説明変数	偏回帰係数	標準化偏回帰係数
歩行者通行量(対向)	0.152	0.220*
湿度	-0.189	-0.273**
大型車比率(近)	-61.287	-2.280*
修正済み決定係数	0.131**	

* $p<0.05$, ** $p<0.01$

表-8 西側(拡幅側)を通行する人の笑顔度に影響を及ぼす要因

説明変数	偏回帰係数	標準化偏回帰係数
歩行者グループ比	3.965	0.244*
歩行者通行量(対向)	0.109	0.227
気温	0.433	0.437**
自動車交通量(近)	0.023	0.380**
修正済み決定係数	0.347**	

* $p<0.05$, ** $p<0.01$

加し、路側帯の脇を走る自動車中に大型車が増えると笑顔度は減少する傾向があることが分かる。しかし、モデルの決定係数が低く、このモデルでは笑顔度を十分に説明できていない。

西側を通行する人について、さらに通行位置とグループで歩く人の割合を説明変数として加えて分析を行った結果を表-7に示す。

グループで歩く歩行者が多いほど笑顔度が高くなっていることが分かる。また、自動車交通量が増加すると笑顔度も増加することになるが、これは調査地点付近を北進する自動車の先には信号があるため、交通量が増えるとしばしば渋滞が発生し、自動車の速度が下がる傾向が見られる。このことから、自動車の速度が下がると笑顔度が上昇することが考えられる。

5. まとめ

本研究では、車道幅員を狭め、片側の路側帯幅員を拡幅する社会実験が実施されている路線において、拡幅前後の評価を行った。路側帯の拡幅によって歩行者や自転車の行動には多少の変化が見られ、歩行者と自動車の間隔はより確保できるなど一定の効果が見られた。一方で、路側帯拡幅前後での笑顔度の変化は認められなかった。拡幅後も歩行者にとって車道近くを歩きたい状況ではないことが推測されており、歩行空間の拡幅と併せて、自転車の通行位置をより明確にする、自動車の速度を抑制する対策なども必要であると考えられる。

人の感情に影響を与える要因は多岐にわたり、今回の分析でも気象条件が笑顔度に影響を及ぼしていることが分かる。交通環境やその他の要因と笑顔度の関係を説明するには、複雑な因果関係を分析していく必要がある。

謝辞：本研究にあたり、さいたま市および本町通り沿道の皆様にご協力をいただきました。ここに深謝いたします。

参考文献

- 1) 松見淳子, Jerry D. Boucher : 情動, 顔面表情および文化的差異について, 心理学研究, 49 巻 3 号, pp.167-172, 1978.
- 2) P.エクマン, W.V.フリーゼン : 表情分析入門 - 表情に隠された意味をさぐる, 誠信書房, 1987.
- 3) 札元太一, 小嶋文, 久保田尚 : 歩行者の外形的な特徴に着目した歩行環境の評価指標の提案, 土木学会論文集 D3, 67(5), 2012.
- 4) 佐藤学, 星野優希, 小嶋文, 久保田尚 : 歩行者の表情・しぐさに着目した歩行空間の評価手法に関する研究, 土木学会論文集 D3, Vol.70, No.5(土木計画学研究・論文集第 31 巻), I_889-I_905, 2014.
- 5) 佐藤学, 野口弘毅, 小嶋文, 久保田尚 : 歩行者の笑顔に着目した歩行空間評価指標に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.50, CD-ROM, 2014.
- 6) 関口彰, 小嶋文, 久保田尚 : 笑顔を用いた「歩行空間評価システム」の開発, 土木計画学研究・講演集, Vol.52, CD-ROM, 2015.
- 7) 橋本成仁, 小倉俊臣, 伊豆原浩二 : 路側帯拡幅のための中央線抹消による安全性向上に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.28, CD-ROM, 2003.
- 8) さいたま市 WEB サイト : 本町通り交通社会実験の実施について
https://www.city.saitama.jp/001/010/015/006/p065934_d/fi/l/siryou1.pdf (最終閲覧日 2020 年 2 月 28 日)

(2020.3.8 受付)

STUDY ON EVALUATION FOR WALK SPACE FORCUSING ON FACIAL EXPRESSIONS AND BEHAVIORS OF PEDESTRIANS AND CYCLISTS

Yuma Wakabayashi, Aya KOJIMA and Hisashi KUBOTA

It is necessary to evaluate road space properly in consideration of actual states of use and awareness of road users when improving walk space for ensuring pedestrians safety and creating bustling town. In this study, we analyzed the effects of roadside strip widening on roads with undeveloped sidewalks, focusing on facial expressions and behaviors of pedestrians and cyclists. As a result, there were a slight changes in the behavior after the widening of the roadside strip. Meanwhile, there was not so much change in the smile degree which seems to reflect the comfort of the walking space.