

## 道路政策の質の向上に資する技術研究開発 【研究終了報告書】

		氏名 (ふりがな)	所属	役職	
①研究代表者		久保田 尚 (くぼた ひさし)	埼玉大学大学院理工学研究科	教授	
②研究テーマ	名称	歩行者の表情・しぐさを利用した空間評価指標についての研究開発			
	政策領域	[主領域] 美しい景観と質の高い道空間の創出	公募タイプ	タイプII	
		[副領域]			
③研究経費 (単位: 万円)		平成24年度	平成25年度	平成26年度	総合計
※端数切り捨て。		310	790	250	1,350
④研究者氏名		(研究代表者以外の研究者の氏名、所属・役職を記入下さい。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。)			
氏名		所属・役職 (※平成27年3月31日現在)			
小嶋文		埼玉大学大学院理工学研究科・助教			
⑤研究の目的・目標		(提案書に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入下さい。)			
<p>歩行者の安全やまちの賑わい創出に向けて、街路において歩行空間の改善、及び歩行者優先・専用空間整備の必要性が認識されてきている。道路のオープンカフェ化はその代表的な例である。しかし、こうした整備について試行の件数は増えているものの、本格実施に至る例は少数にとどまっている。その理由の一つに、歩行空間を対象とした計画の評価手法が確立されていないことが挙げられる。</p> <p>本研究は、歩行者の心理を正確に反映した街路歩行空間の評価手法を確立するため、外部から観察可能な歩行者の笑顔や行動を評価基準とする指標を確立し、その指標を用いて映像解析技術から自動的に指標値を算出するシステムを提案する。</p>					

## ⑥これまでの研究経過・目的の達成状況

(研究の進捗や目的の達成状況、各研究者の役割・責任分担、本研究への貢献等(外注を実施している場合は、その役割等も含めて)について、必要に応じて組織図や図表等を用いながら、具体的かつ明確に記入下さい。)

最終年度の研究では、前年度までの成果を踏まえ、笑顔による歩行空間妥当性について検証するとともに、歩行空間評価システムの改良を行い、商店街で運用した上で使用性の検証を行った。

まず、既存研究から歩行者の笑顔による歩行空間の可能性について検証した。

次に、54箇所の街路歩行空間を観測した結果から、歩行空間の構造、及び交通状況を各地点の平均笑顔度の変動要因として重回帰分析を行い、車道上の自転車通行空間があること、沿道に花屋、中型商業施設があることが、歩行者の笑顔度を有意に高めていることを見出した。

次に、防犯カメラを利用した実用化を想定した長期観測によって得られたデータを用いて、時間的变化を伴う要因が笑顔度に影響を与えるかについて分析を行った。その結果、車両台数、天気などの気象条件や、曜日などの日サイクルによる影響によっても笑顔度が影響されることが示唆された。

次に、改良した歩行空間評価システムについて、システムの操作性、及び防犯カメラを利用した実用化について、自治体の実務者、及び商店街の方へアンケート調査、ヒアリング調査し検証した。

次に、システムの設定閾値と顔の誤判別確率の関係について検証するとともに、誤判別されたものについての検証、及び、歩行者の補足率の検証を行った。また、歩行空間を撮影するカメラの角度と笑顔度の算出結果についても検討を行った。道路構造などを笑顔として誤判別し、観測時間中繰り返し検出してしまう場合もあることに留意しなければならないことが分かった。

以上のことから、笑顔による歩行空間の評価指標の有用性を検証するとともに、使用者として想定する自治体職員、商店街店主等が利用可能な歩行空間評価システムを構築することができた。

## ⑦中間・FS評価で指摘を受けた事項への対応状況

(中間・FS評価における指摘事項を記載するとともに、その対応状況を簡潔に記入下さい。)

### 1. 笑顔度の算出結果を、実務において具体的に活用する方法の提案に傾注して実施すること。

歩行空間評価システムについて、システムの操作性、及び防犯カメラを利用した実用化について、商店街での長期観測を実施するとともに、そのデータを用いた解析結果、システムの利用について、自治体の実務者、及び商店街の方へデモンストレーションを行った上で、アンケート調査、ヒアリング調査し評価を受けることとしました。

### 2. 「しぐさ」の分析・活用が困難であれば、研究対象から外すなど、研究計画の中で明確にすること。

最終年度の研究計画では、自動数値化が可能な「笑顔度」に焦点を当てた研究としました。

### 3. 笑顔度に基づく評価の際、個人属性の影響等を考慮し、必要なサンプル数を検証すること。

商店街を対象とした長期観測を実施し、得られたデータから笑顔度の分散を算出した上で、許容誤差とサンプル数の関係について示しました。

### 4. 最終報告では、「笑顔」の定義、「笑顔」の心理プロセスに関する理論、「笑顔」による空間評価の妥当性、笑顔度算出システムによる「笑顔」誤判別確率などについて明記すること。

笑顔と心理に関連する文献調査、笑顔度と歩行空間の違いの関係の調査を実施しました。また、歩行空間評価システムによる「笑顔」の誤判別の傾向についても提示しました。

## ⑧研究成果

(本研究で得られた知見、成果、学内外等へのインパクト等について、具体的にかつ明確に記入下さい。)

### 本研究で得られた知見、成果

最終年度の研究では、前年度までの成果を踏まえ、笑顔による歩行空間妥当性について検証するとともに、歩行空間評価システムの改良を行ったうえ、自治体の実務者、及び商店街の方々からシステムの操作性、笑顔度の利用の実用性について評価を得た。以下に、本研究で得られた知見をまとめる。

#### 1. 笑顔の心理プロセスに関する理論の検討

まず、既存研究から歩行者の笑顔による歩行空間の可能性について述べた。エクマン (P.エクマン, W.V.フリーセン: 表情分析入門—表情に隠された意味をさぐる, 誠信書房, 1987.) の実験によれば、表情は「文化・文明の垣根を超えて世界共通で、だれとでも正確にとらえることができる」という結果が得られており、歩行者の「笑顔」を分析することにより、歩行者による歩行空間の質の評価を反映した指標を得られる可能性を示している。

#### 2. 多様な街路の観測による歩行者表情への要因分析

次に、街路歩行空間が歩行者表情に影響を与える要因の分析を行うため、多様な街路において歩行者表情を観測し、表情に影響を与える歩行環境の抽出を行った。具体的には、道路上のオープンカフェ内の複数地点の環境の違いに着目した笑顔度の違いの分析、54箇所の駅前の街路歩行空間の観測、車道内自転車通行空間の整備箇所に着目した分析によって、歩行者表情に影響を与える要因の検証を行った。さらに、歩行空間改善事例として車道上自転車通行空間の整備前後を比較するとともに、自転車の歩道通行状況と街路空間の関係を示すことで、歩行空間評価システムの有用性の検討を行い、実務への活用方法を提案した。

道路上のオープンカフェ内において、通路の幅が狭い箇所と広い箇所について、歩行者の笑顔度の観測を行った結果からは、通路の幅が狭い箇所において有意に笑顔度が低くなっている結果が見られた。このことから、歩行空間の質が歩行者の笑顔度に影響を与えている可能性が示唆された。

駅前の街路歩行空間を54箇所観測した結果から、歩行空間の構造、及び交通状況を各地点の平均笑顔度の変動要因として重回帰分析を行い、車道上の自転車通行空間があること、沿道に花屋、中型商業施設があることが、歩行者の笑顔度を有意に高めていることを見出した。これらの要因は、街路歩行空間において歩行者の笑顔度に影響を与えるものとして考慮すべき指標となると考えられる。

自転車通行空間に着目した分析について、2地点における整備の事前事後の結果からは、整備による笑顔度向上の一貫した結果は得られなかった。一方、自転車通行空間が整備された複数の地点を対象として分析すると、歩道内を通行する自転車の量が大きくなると笑顔度が下がる傾向が見られるとともに、歩道の有効幅員が広い場合には、自転車は歩道を走行する割合が高い結果が見られた。このことから、自転車通行空間の整備のみでは、歩行空間の質の向上が望めない場合もあることが示唆される。これらのことから、歩行空間改善効果の検討に利用する場合には、複数の指標を考慮に入れて検討することが必要であると考えられる。

## ⑧研究成果（つづき）

### 3.実道路長期観測実験による笑顔度への要因分析

防犯カメラを利用した実用化を想定した一連のプロセスを実施し、1地点で長期観測を行うことで、時間とともに変化している歩行環境の要因に着目して分析を行った。時間とともに変化する歩行環境とは、時刻、天候、日付などが考えられ、今回これらの要因の分析を行うために、さいたま市内の商店街である、北浦和西口銀座商店街に協力を得て、1ヶ月の長期観測を行った。この防犯カメラを利用した実用化を想定した長期観測によって得られたデータを用いて、時間的変化を伴う要因が笑顔度に影響を与えるかについて分析を行った。

その結果、交通量に関しては複数で歩いている歩行者や車両台数が歩行者の笑顔度に影響を与える要因となっていることが示唆された。また、歩行者は天気などの気象条件や、曜日などの日サイクルによる影響によっても笑顔度が影響されることを考慮する必要性が示唆された。

### 4.笑顔による歩行空間評価の妥当性

以上の検証において、多様な街路歩行空間から得られた構造上、交通状況上の条件と歩行者の笑顔度の関係、及び、防犯カメラを利用した実用化を想定した観測調査から得られた日別の変動要因と笑顔度の関係を検証する中で、笑顔度に影響することへの妥当性が認められる、複数の要因が見つかった。このことから、歩行者空間評価に数値化した笑顔を用いることの妥当性が認められたと考えられる。

### 5.「歩行空間評価システム」の開発

本研究では、笑顔を用いた歩行空間評価指標の確立とともに、それを用いた簡易な評価システムの開発を研究の目的としている。今回提案する「歩行空間評価システム」では、上述分析に用いている笑顔度算出システムとデータベースシステムを一体化し、簡便な操作性を備えたシステムを開発した。また、近年問題になっているプライバシー保護の観点から、使用時には意図的な操作をしない限り、動画や解析に使用された表情を見ることのない設計とした。

このシステムの簡便な操作性、及び防犯カメラを利用した実用化について、自治体の実務者、及び商店街の方々へのアンケート調査、ヒアリング調査から検証した。アンケート調査の結果からは、「歩行空間評価システム」の操作の簡便性、及び防犯カメラを利用した実用性に関しては、おおむね肯定的な評価が得られた。

### 6.システムの設定閾値と顔の誤判別確率の検証

最後に、システムの設定閾値と顔の誤判別確率の関係について検証するとともに、誤判別されたものについての検証、及び、歩行者の補足率の検証を行った。また、歩行空間を撮影するカメラの角度と笑顔度の算出結果についても検討を行った。設定閾値と誤判別の関係については、オムロン社の推奨値を使用した場合、多くの地点で検出結果が正しく笑顔を判別している割合は90%を超え、信頼できる数値となった。しかしながら、道路構造などを笑顔として誤判別し、観測時間中繰り返し検出してしまう場合もあることに留意しなければならないことが分かった。

### ⑨研究成果の発表状況

(本研究の成果について、これまでに発表した代表的な論文、著書(教科書、学会抄録、講演要旨は除く)、国際会議、学会等における発表状況を記入下さい。なお、学術誌へ投稿中の論文については、掲載が決定しているものに限ります。)

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指標に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.48, CD-ROM, 2013.

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. pp. I\_889-I\_905, 2014.

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.

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, (発表予定)

### ⑩研究成果の社会への情報発信

(ウェブ、マスメディア、公開イベント等による研究成果の情報発信について記入下さい。ウェブについてはURL、新聞掲載は新聞名、掲載日等、公開イベントは実施日、テーマ、参加者数等を記入下さい。)

なし

## ⑪研究の今後の課題・展望等

(研究目的の達成状況や得られた研究成果を踏まえ、研究の更なる発展や道路政策の質の向上への貢献等に向けた、研究の今後の課題・展望等を具体的に記入下さい。)

本研究で得られた結果から、笑顔の検出精度や、カメラの設置角度については、防犯カメラを想定した利用状況において、概ね信頼性の高い値となっているが、条件によっては誤判別による異常値が出ることも分かっている。角度については、15° の設定では、観測対象までの距離が遠くなってしまい高い数値の笑顔の検出精度が極端に落ちることがある。また、検出精度においても道路などを多く検出してしまうケースも生じている。

これらの問題への対応として、使用する前に道路条件のチェックをしっかりと必要があるといえる。また、誤検出の多い箇所がある(顔として誤判別されてしまうような、道路上の施設があると分かっている場合)には、撮影範囲から笑顔の検出範囲を任意の場所に指定するなど、誤検出防止の機能を加えることも対策として考えられる。

今後、以上のような改良を加えた上で、このシステムを用いて観測地点を増やすことで、歩行者の満足度(幸せ度)に影響を与える歩行空間の質について、より多様な知見を蓄積していくことが、道路政策の質の向上に貢献すると考えられる。

## ⑫研究成果の道路行政への反映

(本研究で得られた研究成果の実務への反映等、道路政策の質の向上への貢献について具体的かつ明確に記入下さい。)

中心市街地活性化やコンパクトシティの推進等、人中心のまちづくりの機運が高まっている。自動車中心のまちなかからの転換をしていく上で、歩行者の「笑顔」により歩行空間の質を評価し、それを地域で共有しながら高めていくことができれば、魅力的な中心市街地の形成に資すると考えられる。

本研究開発で開発した、歩行空間評価システムについて、簡便な操作性、及び防犯カメラを利用した実用化について、自治体の実務者、及び商店街の方々へのアンケート調査、ヒアリング調査から検証した。アンケート調査の結果からは、操作の簡便性、及び防犯カメラを利用した実用性に関しては、おおむね肯定的な評価が得られた。このことから、研究開発開始当初の目的どおり、自治体、および商店街等の団体が、歩行空間の評価を簡便に行うシステムとして利用することで、歩行空間の改善、および改善計画にともなう合意形成に資することが期待される。

平成25年度の研究では、車道上の自転車通行空間を整備後、歩道での笑顔度は向上しなかった結果が見られ、利用する自転車が少ないことが要因と考えられた。平成26年度の研究でも、歩道上の自転車が多いと笑顔度が低い傾向が見られた。このように、道路の改善に対する歩行者の評価を簡便に得るツールとして期待される。

### ⑬自己評価

(研究目的の達成度、研究成果、今度の展望、道路政策の質の向上への寄与、研究費の投資価値についての自己評価及びその理由を簡潔に記入下さい。)

#### 【研究目的の達成度、研究成果】

- ・本研究開発の成果として、防犯カメラの映像から歩行空間における歩行者の表情を自動的に解析し、歩行空間の評価指標値を算出するシステムの開発を目指した。(記録媒体に保管された防犯カメラの映像をシステムで読み込み、解析を行う時間帯の記録を指定して処理することで、数値化された評価指標値がデータベース化され、日平均、日変動等の統計値が算出される、というもの)
- ・以上のシステムを開発・運用し、自治体で交通政策に関わる職員、及び商店街の方々から、操作性と実用性について肯定的な評価を得た。
- ・以上のことから、研究目的をおおむね達成したと考える。

#### 【道路政策の質の向上への寄与、研究費の投資価値】

- ・各自治体において、このシステムを歩行者空間として整備する場所、歩行空間の質を維持する場所に設置し、歩行空間の評価に利用する。現状において既に防犯カメラを設置している場所では、記録媒体を付加することにより即時に利用できることとなる。
- ・各地に設置したシステムで蓄積されたデータを、さらに統合し、国、大学等の研究機関で検証することで、街路空間のデザインコードの検討を行うことができる。
- ・以上のことから、道路政策の質の向上への寄与、及び研究費の投資価値があったと考えられる。