

インタラクティブ・ミュージックシステムの開発と音風景生成による歩行者行動変化

群馬工業高等専門学校 環境都市工学科 学生会員 ○岡田滉志 正会員 森田哲夫
群馬工業高等専門学校 電子情報工学科 久保雄登 牛田啓太

1. はじめに

(1) 研究の背景

インタラクティブ・ミュージックシステムとは、歩行者が近づく・横切る・立ち止まるといった行動に反応し、音楽や映像を流すシステムである。情報通信技術を活用したシステムは国内外で活発に開発されている。小規模なシステムとしては、昇りエスカレータに集中する歩行者を階段に誘導することを意図し、階段をピアノに見立て、歩行者が階（鍵盤）を踏むと音階になる PianoStairs^{*1}を設置した例がある。

私たちの日常生活の中には、音楽、言葉、生活音、騒音など、多くの音があふれている。空間における音の存在を表現する概念として、カナダの作曲家 R.マリー・シェーフアー²⁾が「サウンドスケープ（音風景）」を提唱した。本研究では、音風景を能動的に演出することによって、人の行動に変化を与えることを目的とした、インタラクティブ・ミュージックシステム M[yousic] の開発を行っている。

(2) 研究の目的

本研究の目的は次の2つである

- 1) 人通りの状況を感じ、人の行動に応じた音楽を自動的に生成し、歩行者の気分や行動に変化を与えることを意図としたインタラクティブ・ミュージックシステムを開発する。
- 2) システムを用い、公共空間において社会実験を行い、音楽を流すことで歩行者の行動や気分に変化が生じるかどうかを検討する。

2. 本研究の位置づけ

(1) システムの開発意図からみた特徴

音風景による公共空間の演出に関する研究は、土木計画学分野や、都市計画分野にも多くみられる。本研究のシステムは、公共空間の賑わいを創出することで、中心商店街の活性化や、交通結節点の空間設計、イベント空間の形成などを目的としたまちづくりに活用することを意図している。M[yousic] は、設置・移動も容易である上に、小規模・低コストのシステムである。来訪者に対しては無意識に反応し音楽を発生させるシステムであるので、広告メディアとしての大規模・高

価な固定システムシステムや、歩行者への積極的な作用を期待するシステムとは峻別される。

(2) 本研究の位置づけ

既存研究^{3,4)}は、システムの稼働によって、歩行者の気分に変化が生じ、歩行速度が低下することや、歩行者の属性や音楽コンテンツの違いによって歩行者行動に変化が生じることを明らかにしている。

本研究では、既存研究の赤外線焦電センサをカメラに置き換え、歩行者の気分および行動が変化を検証する。カメラセンサにより収集される膨大な情報により詳細な行動変化を分析することが本研究の特徴である。

3. M[yousic] の開発

(1) M[yousic] の概要

本研究のインタラクティブ・ミュージックシステム M[yousic] は、人通りの状況を情報とし、歩行者に対し双方向的・対話的に音楽を生成する。つまり、『あなた(you)』がいることで『音楽(music)』になる」という意味から、「M[yousic](ミ・ユー・ジック)」と名付けた。既存研究³⁾では、赤外線焦電センサにより歩行者を認識していたが、カメラセンサを導入したことにより、カメラで写された撮影範囲内全ての歩行者の行動を一度に認識できるようになり、人通りを感じする性能が向上している。本システムからは、「歩行者の移動した位置座標」と、「移動に要した時間（時刻）」の詳細な情報を得ることができ、歩行者行動を詳細に分析できる。

(2) M[yousic] のフィードバックループ

M[yousic] は、(1)人通りの情報を感じ、(2)音楽を生成する。歩行者は、(3)その音楽によって作り出された音風景を認識することで、(4)ゆっくり歩くなどの行動変化が生ずる。さらにその行動変化が、(1)音楽の生成に影響を与えるというような相互関係を M[yousic] のフィードバックループと呼ぶこととした（図1）。

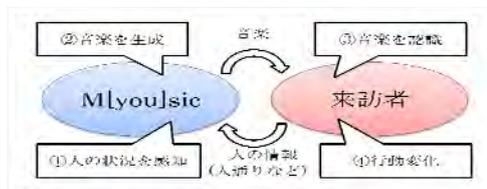


図1 M[yousic] のフィードバックループ

(3) 歩行者行動の集計

既存研究のシステムを用いて歩行者行動（歩行者数、通過時間、歩行速度、歩行動線）を把握するためには、ビデオ映像から手作業によりデータ化していたため、音風景の分析には長時間を要した。本研究のシステムでは、カメラでとらえた位置データから、歩行者動線等の詳細なデータを、短時間で集計できるシステムを開発する。

4. 社会実験

(1) 実験概要

2011年8月7日（日）、群馬工業高等専門学校で開催された中学生を対象とする学校見学会で社会実験を実施した。音楽のコンセプトは「夏の夕立」であり、田園の自然をイメージした内容となっている。

(2) 音楽コンテンツの遷移

M[you]sicのプログラムに、あらかじめ条件人数を設定し、実験スペースの中で認識した人数 x (人) に応じて、表1に示した音を発生させる。

また、図2に示すエリアに歩行者が進入すると、「水たまり」「カエル」「雷」の3種類の音が発生する。各エリアには、それぞれの音をイメージして作成したイラストを設置しておく。

表1 人数情報による音楽の遷移状況

	初期状態	条件人数	発生する音
1段階ごとに変化	初期状態	0	川のせせらぎ 蝉の鳴声
	状態1	$1 \leq x < 2$	小雨
	状態2	$2 \leq x < 4$	大雨
	状態3	4人以上	雷雨

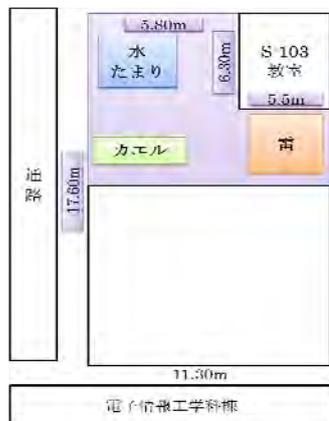


図2 座標位置情報によって発生する音

5. 行動・意識変化の分析

(1) 歩行者行動の記録

カメラセンサを導入した M[you]sic では、歩行者の歩

行者行動を詳細に記録することが可能となった。社会実験で生成した音風景に進入した人は499人である。

ここでは、9:21~10:27の約1時間のデータを6つの時間帯に分けた結果を示す。歩行者の歩行速度の度数分布（図3）、滞在時間の度数分布（図4）を図に示す。歩行速度の度数分布をみると、歩行速度が60~70m/分の人が多いことがわかる。歩行者の滞在時間の度数分布では、4~6秒間空間に滞在していた人が多いことがわかる。

次に、歩行者数が最小の時間帯（9:32~9:43）と最大の時間帯（9:54~10:05）について、音風景内の歩行者密度（図5）を示す。歩行者密度は、音風景の空間を縦16個×横16個に区分し、濃淡で密度を示している。歩行者数が最小の時間帯には、「カエル」の鳴き声が鳴るエリアの色が濃くなっているため、歩行者が「カエル」のエリアに多く進入したことがわかる。歩行者数が最大の時間帯では、「水たまり」の音が発生するエリアの色が濃くなっており、歩行者が「水たまり」のエリアに多く進入したことがわかる。

図6には、音風景内の歩行者1人1人の歩行者動線を示している。既存研究では、この歩行者動線の導出手作業で行っていたため、莫大な時間を要していたが、カメラセンサを導入したことにより、動線の記録を短時間で行えるようになった。図7には、歩行者の主動線（図7）を示した。空間毎の区画別の歩行者密度を縦40×横40に区間を分け、歩行者動線の密度が高くなる部分を抽出した。

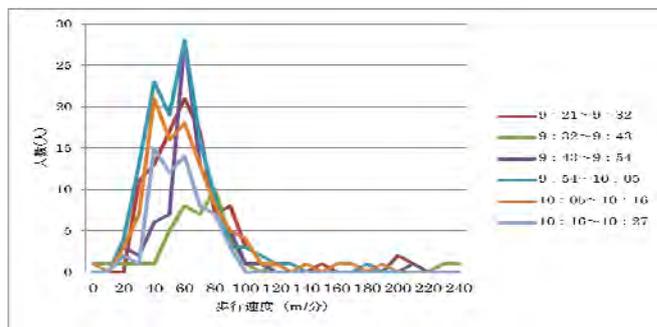


図3 歩行速度の度数分布

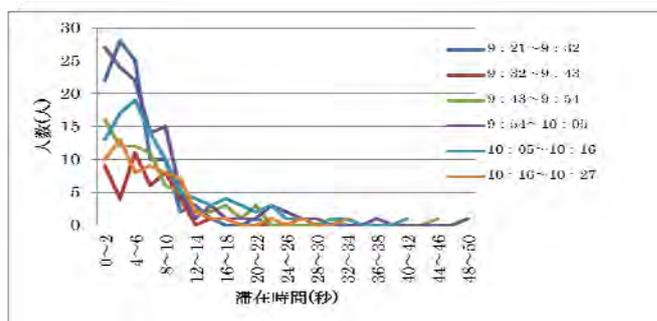


図4 滞在時間の度数分布

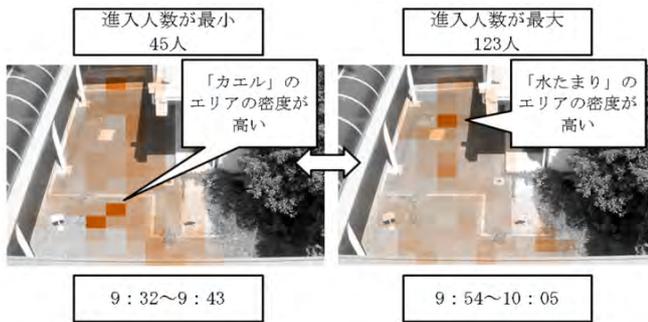


図5 空間内の区画毎の歩行者密度

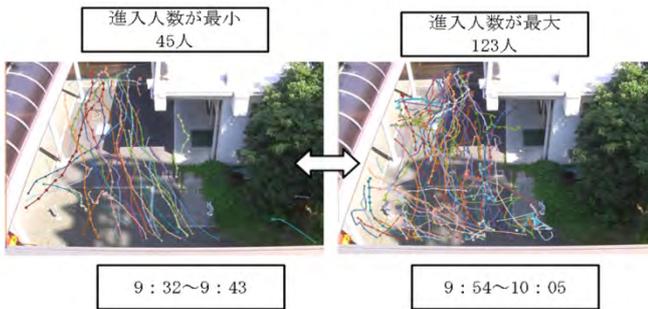


図6 歩行者動線

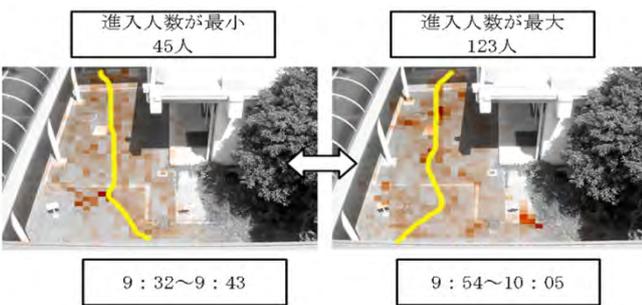


図7 歩行者の主動線

(2) 歩行者行動の変化

進入した人数条件に伴う音風景の変化と歩行者数の関係を図8に示す。実験企画どおりに、歩行者数により音楽が遷移していることが確認できた。さらに、遷移状態が高い状態が続くと、より歩行者数が増加している部分がみられる。これにより、M[you]sicのフィードバックループが形成されていると想定できるが、より詳細に分析する必要があると考える。

表2 エリア毎の交通行動の記録

	通過人数の合計(人)	流入回数の合計(人)	行動変化する人数(人)	行動変化する人数の割合
水たまり	255	315	60	23% (60/255)
カエル	286	306	20	7% (20/286)
落雷	53	55	2	4% (2/53)

次に、実験で設けた音空間エリアである「水たまり」「カエル」「雷」それぞれの歩行者行動を示す(表2)。ここで、通過人数とは各エリアに進入した歩行者数であり、流入人数とは進入した回数である。1人の歩行者が音に反応し、もう一度エリアに近寄れば流入人数は2となる。その差を音風景の変化により行動変化した人数とした。歩行者が音やイラストに気が付き、「水たまり」の音により23%の人が行動変化をしている。「カエル」「雷」により行動変化する人は少なく、音の種類により行動変化には差異があると考えられる。

(3) 意識変化の分析

社会実験の参加者を対象に、気分を把握するアンケート調査を実施した。アンケートの回収数は107票である。回答者の6割が中学生、3割が保護者であった。図9の音風景を体験したとき気分をみると、「面白い」「楽しい」「親しみやすい」といった内容の評価が高く、音によって気分が良くなっていることがわかった。M[you]sicの総合的な評価を見てみると、約9割の人がよいと回答しており、コンテンツ内容を気に入ってもらえたと考えられる。

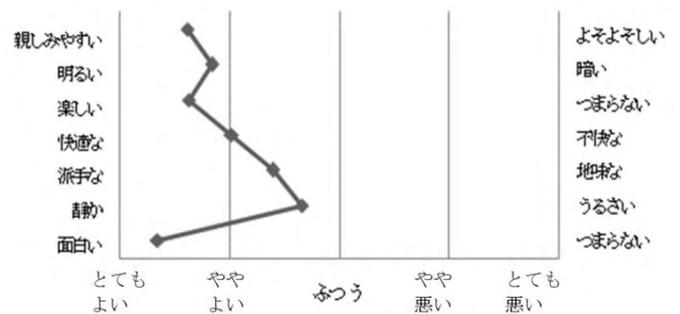


図9 歩行者の気分

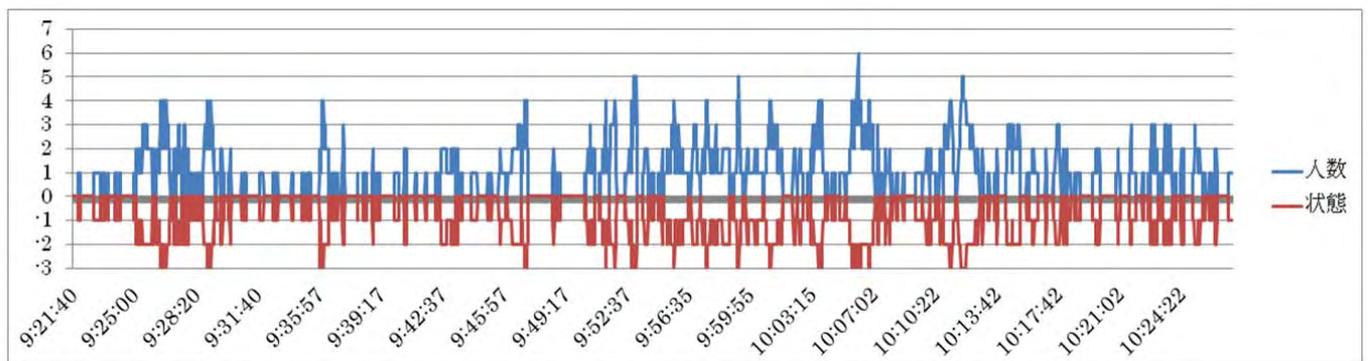


図8 システムの状態と歩行者数

6. おわりに

(1) 本研究のまとめ

本研究の成果と課題を整理する。

1) システムの開発

既存研究のシステムを用いて歩行者数、通過時間、歩行速度、歩行者動線等の歩行者行動を把握するためには、ビデオ映像から膨大な作業によりデータ化していたため、音風景の分析には長時間を要した。

M[yousic] はカメラセンサを搭載したことにより、従来、手作業で記録していた歩行者カウント調査に比べ、作業量を非常に小さくできた。また、歩行者 1 人 1 人について時々刻々の位置データを得られるため、歩行者動線などの詳細なデータを記録する。そのため、歩道や公共空間の歩行者行動の分析に活用できる。本研究では、データを入力すると自動的に計算できるシステムを開発したため、その場での集計も可能である。

M[yousic] の開発目的は、公共空間に設置し、中心市街地の活性化等のまちづくりに活用することである。近年の情報通信技術の進展により、様々なインタラクティブシステムが開発されているが、多くは大規模で高価である。M[yousic] をまちづくりに活用するためには、まちづくりに携わる人や組織が購入でき、移動でき、操作できる必要がある。M[yousic] は一般的に使われているパソコンをベースとしているため、安価に構築できるとともに、移動性も高い。また、システム改良を続けることにより操作性も高まっている。

最後に、歩行者行動の記録に関する精度について触れる。システムに記録された歩行者数とビデオ映像からカウントした歩行者数を比較すると、約 20%の誤差が確認された。誤差の原因は以下の 4 つが考えられる。
 a. 集団で歩く人を 1 人として認識する。
 b. 空間の外に出て再び空間に進入した人を複数の人として認識する。
 c. 途中で認識に失敗し再び認識された人を複数の人として認識する。
 d. 空間に一瞬だけ進入した歩行者を認識できない。一方で、M[yousic] は、詳細な位置データを収集・集計できるという大きな利点がある。

以上より、著者らが開発しているインタラクティブ・ミュージックシステム M[yousic] は、中心市街地、商店街、鉄道駅などの公共空間に設置し、音風景を形成することにより、まちづくりに活用できるシステムに近づいていると考えられる。

2) 歩行者行動の変化

本研究においては、インタラクティブ・ミュージックシステムによる歩行者行動の変化を検証したが、不十分な点もある。M[yousic] のフィードバックループに示すように、音風景の変化による行動変化の定量的な

分析が必要である。M[yousic] の音楽の遷移状況別に、歩行者数、歩行速度、歩行密度を検証することとする。

また、音楽コンテンツによって参加者の評価は異なるため、設置する空間や参加者の属性に応じたコンテンツを作成するシステムが求められよう。

(2) 今後の展開

今後、M[yousic] システムをより効果的に活用できるよう、図 10 に示す運用モデルを提案する。本格運用に先立ち、先行運用による歩行者行動分析、稼働データ収集・分析の結果をコンテンツ設計の検討資料とする。また、M[yousic] の稼働の実績を積むことにより、音風景デザインのためのノウハウを蓄積することが考えられる。そして、「コンテンツの調整・再設、M[yousic] の稼働・ログを得る」を繰り返すことで、まちづくりへの効果を高めていくはずである。

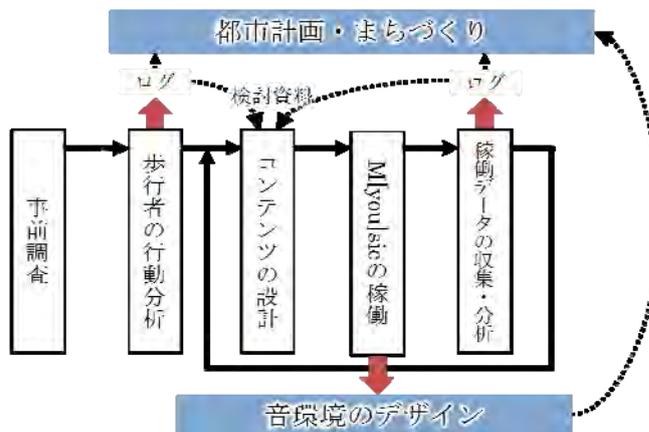


図 10 M[yousic] の運用モデル

補注

*1 フォルクスワーゲン社が企画しており、人々の興味を引くひくことで行動を変えることを意図するユニークな社会実験を複数実施している¹⁾。

[謝辞]

群馬工業高等専門学校の関係者、社会実験へと協力していただいた皆様に対し、感謝の意を表します。

[参考文献]

- 1) The Fun Theory: <http://www.thefuntheory.com/> (アクセス 2012.1.19)
- 2) R. M. Schafer: "The Turning of the World", Random House Inc., 1977
- 3) 森田哲夫・牛田啓太・塚田伸也: インタラクティブ・ミュージックシステムの開発と公共空間の歩行者行動へ与える影響に関する分析, 交通工学, Vol.45, No1, pp.47-57, 2010
- 4) 森田哲夫・牛田啓太・田島洗城・塚田伸也: 公共空間の歩行者を対象としたインタラクティブ・ミュージックシステムの実証的研究, 第 30 回交通工学研究発表会論文集, No.88, pp.349-352, 2010