

# フィジカルディスタンス誘発システムの プロトタイプ開発と簡易検証

徳永竜也<sup>†</sup> 福原聖人<sup>†</sup> 安野瑞起<sup>†</sup> 永田真斗<sup>†</sup> 浅原彰規<sup>†</sup>

**概要**：COVID-19 感染防止のための行動制限が長期化していることで、特に対面での提供が主となるサービス業ではフィジカルディスタンスを徹底するための対策に人的コストがかかるだけでなく、行動規制を余儀なくされる利用者にとっても心的ストレスを与えている。本研究では、人流計測・解析技術を用いた、行動と連動して投影映像と音響を変化させたマルチモーダルなインタラクションによって、待ち時間の演出と行動誘発を促すプロトタイプを開発した。簡易実験により、フィジカルディスタンスを保つ行動誘発と心的ストレス軽減を両立できる効果を確認した。

## 1. はじめに

昨今、COVID-19 感染拡大により、消費者を取り巻く社会環境や日常生活は大きく変化した。感染防止のための行動制限が長期化していることで、特に対面での提供が主となる飲食、小売、宿泊等を含むサービス消費の落ち込みが甚大であることが問題となっている。感染症への対応と経済をいかに両立させるかという難題に対し、企業はそれぞれ自社の状況に応じて、様々な取り組みを模索し続けている<sup>1)</sup>。例えば、Yahoo!JAPAN (Z ホールディングス株式会社) は、地図アプリに小売店や大型商業施設、行楽施設周辺の混雑状況を確認できる「混雑レーダー」機能を提供している。また、日本電気株式会社 (以降、NEC) ではカメラ映像からフィジカルディスタンス (身体的、物理的距離) を判定する技術により、混雑状況を可視化するソリューションを開発している<sup>2)</sup>。これらの取り組みは密集を事前に避ける対策となっており、リアルタイムの情報配信でも移動時間を考慮した混雑予測は難しく、変化するその場の状況に応じた、現場利用者への感染防止対策は必要不可欠である。商業施設の入り口やレジ前など、人が列をつくるような現場では、距離をおいた立ち位置を示す印を、床にテープで貼り付けるなどの対策が講じられているのが現状である。前述の混雑状況を可視化するソリューションをサイネージに表示し注意喚起するといったことも考えられるが、視覚的案内表示だけでは不十分と思われる場面においては、さらに係員がその場で、利用者に対してフィジカルディスタンスを徹底するよう声がけすることも多く見られる。特に、家族などの距離をおく必要がない関係性のグループが列に並んだ場合は、一人一人等間隔の立ち位置表示ではグループ以降の人の適切な距離は示し難く、係員の判断による誘導が必要とされる。これらは、施設側にとっては係員の人的コストがかかるだけでなく、行動規制を余儀なく

される利用者にとっても心的ストレスを与えている。

本研究では、このような問題が起こりやすいシチュエーションとして「人が行列になりやすい場所」を対象に、人同士の距離センシングと視覚情報だけでなく、音響を活用したインタラクションによって、歩行者に対し楽しい体験を生み出しながら行動誘発する方法を試作した。さらに実験を通し、フィジカルディスタンスを保つ行動と心的ストレス軽減を両立する効果を検証した。これによって、感染防止対策を維持することと、過剰な行動自粛を強いることなく消費者の QOL を維持すること、街の賑わいを取り戻し経済活動を維持することのトリレンマ解消をめざした。

## 2. 研究方法

### 2.1 提案手法

「人が行列になりやすい場所」の行動誘発に関する先行事例としては、NEC は、娯楽会場施設などの入り口で人物の入場権利を認証する目的として、個人に対してディスプレイやスピーカー、個人端末の振動など、少なくともいずれか一つの方法によって通知する手段を提案している<sup>3)</sup>。また、シャープ株式会社は、イベント会場入り口などにおける入場整理券の発行時の整列規制の際、参加者や主催者が順番特定を容易に把握しづらい問題に対し、カメラから行列状態、携帯端末から人の位置情報を取得し、AR 空間をみることができ端末装置を所持している人が、どのように/どのくらいの並びができていないかを認知する手法を提案している<sup>4)</sup>。これらの両提案は、情報提供手段としてのわかりやすさの観点から提案されているが、待たされている人の心的ストレスの観点で効果は言及されていない。また、どちらも携帯端末から個人を特定する方法がとられており、例えば、予約無しで飲食店の入り口で待つ行列などでは活用が難しく、個人を識別できる位置情報を扱う点ではプライバシー侵害の懸念もある。

これに対し、本提案では高精度な測距センサーによる人流計測・解析技術を用いて、個人を特定することなく人同士の距離を検知し、行動と連動して投影映像と音響を変化

<sup>†</sup>(株)日立製作所 研究開発グループ  
<sup>†</sup>Hitachi, Ltd. Research & Development Group

させたマルチモーダルなインタラクションによって、待ち時間の演出とフィジカルディスタンスの行動誘発を促す。図1にフィジカルディスタンス誘発システムの構成を示す。

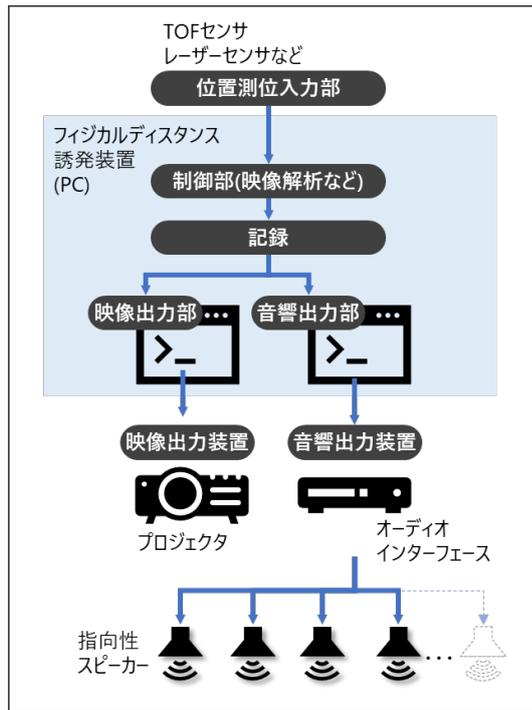


図1 フィジカルディスタンス誘発システムの構成

フィジカルディスタンス誘発装置は、TOF(Time of Flight)センサーとプロジェクタと複数のスピーカーに接続されている。TOFセンサーにより、対象領域に居る人の位置を測定して、測定した位置をフィジカルディスタンス誘発装置に入力する。プロジェクタはフィジカルディスタンス誘発装置が出力した映像信号に基づき、対象領域に列の立ち位置を誘導するマークおよび移動方向を誘導するマークを投影表示する。スピーカーは、範囲を絞って音を届ける指向性スピーカーであり、対象領域に所定間隔で線上に列の各立ち位置に対応して配置されている。フィジカルディスタンス誘発装置が出力した音響信号に基づき、これらのスピーカーを鳴動させる。フィジカルディスタンス誘発装置の制御部は、TOFセンサーが検知した人に対して、スピーカーの鳴動とプロジェクタによるマークの表示により、他人と所定間隔を保ちつつ移動または停止するように、楽しさを演出しながら誘導する。

本システムで達成すべき「人が行列になりやすい場所」で期待する行動を以下のように仮説した。

- (1)行列の配置，進行方向
- (2)立ち止まるべき位置
- (3)進行すべきタイミング
- (4)家族などのグループの配慮

これらをシステムからの誘導のみで行動させることができ、誘導されることや待ち時間に対し心的ストレスを感じさせないことをめざす。図2に実施形態の概要を示す。

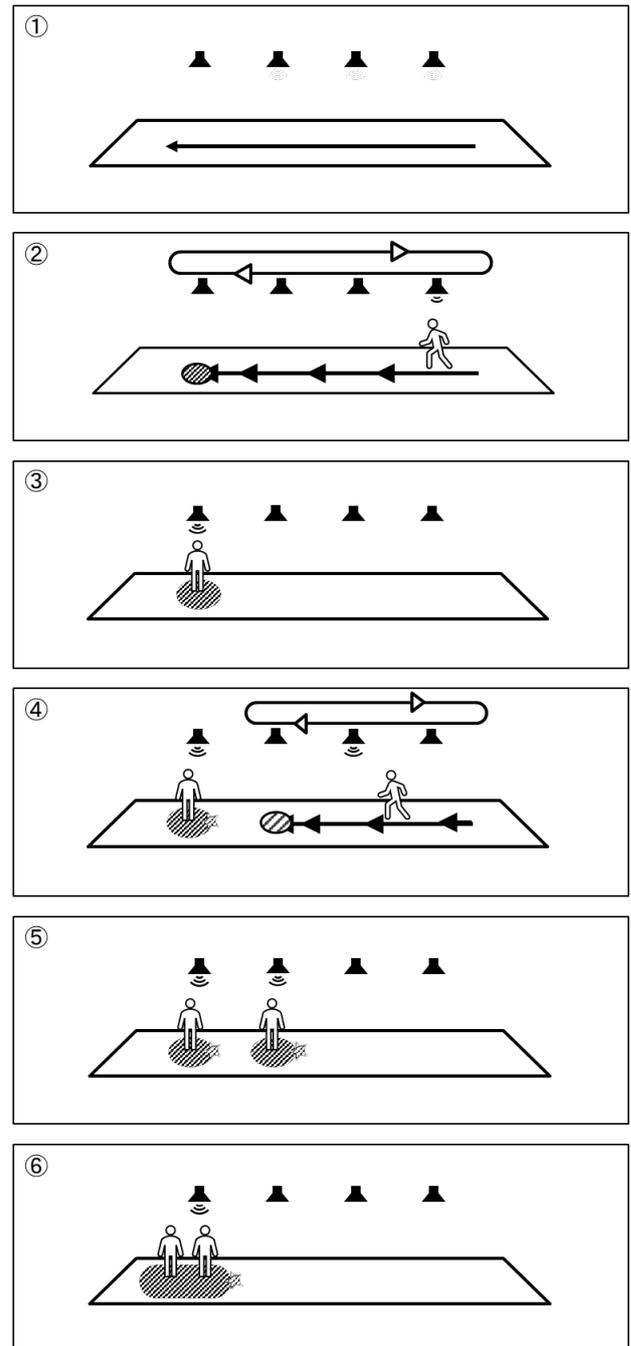


図2 実施形態の概要

- ① 対象領域に誰もいない状態。この場所に列に並ぶことがわかる映像を静止状態で表示している。
- ② 対象領域に人が侵入している状態。(1)行列の配置，進行方向を映像の動きで歩行者を誘導する。また、スピーカーを進行方向順に鳴動させることで音響による誘導も行なう。また、歩行者が(2)立ち止まるべき位置を表す映像を、進行方向の先に表示する。
- ③ 歩行者が(2)立ち止まるべき位置に侵入すると、進行

方向の映像が停止し、人の周辺にのみ映像を表示する。順番に鳴動していた音響も停止し、その場所でのみ聞こえる音が再生される。これらの映像と音響によって、待つ人を楽しませ、心的ストレスを和らげる。

- ④ 続いて別の歩行者が侵入すると、既に列に並んでいる最後尾から適切な距離を置いた(2)立ち止まるべき位置まで映像と音響による誘導を行なう。
- ⑤ 相手との距離を適切に保った状態で静止していると、それぞれの場所で異なった映像と音響が楽しめる状態となり、待ち時間を飽きさせない。最前列が(3)進行すべきタイミングになると映像と音響が停止し、順に後ろの人が②の状態となって、次の場所まで移動を促す。
- ⑥ (4)家族などのグループの配慮のため、停止場所の映像と音響を複数人で楽しむことも可能。この場合、本来フィジカルディスタンスを保つべき他人同士でも同じ場所に入ることは可能だが、ある程度の狭いエリアの中で同じ映像と音を体を寄せ合って楽しむこと（以下、寄せ合い行動）を促す仕組みであり、親密な間柄でなければ、躊躇されると考えられる。複数人のグループが寄せ合って、停止場所に入るとエリアが広がり、それに従って、後ろの人との距離が再調整される。

以上の実施形態に沿って、心的ストレス軽減策として、映像と音響の演出効果を2パターン、導入先施設のコンセプトを模擬的に仮定し、プロトタイプを試作した。各コンセプトのプロトタイプの映像イメージを図3に示す。

**(A) 複合商業施設のカフェ：コンセプト「ミュージック」**

映像は五線譜の楽譜や楽器のイメージ。音響はジャズミュージックに合わせて、立ち止まった位置に表示された楽器イメージの演奏がセッションのように聴こえてくる。

**(B) 自然の中のミュージアム：コンセプト「森」**

映像のデザインイメージは森の茂道。音響は風のせせらぎの中、立ち止まった位置に表示された鳥や虫のイメージに合わせた生き物の音色が聴こえてくる。



図3 各コンセプトのプロトタイプ映像イメージ

**2.2 検証方法**

複合商業施設のカフェの注文カウンター前というシチュエーションを想定し、前述(A)パターンのシステムプロトタイプを用いて実施した。被験者7名にシステムの案内方法は事前説明せず、「案内に従い、カウンターに進んで下さい」という指示のみによって体験してもらい、期待する行動(1)行列の配置、進行方向、(2)立ち止まるべき位置、(3)進行すべきタイミング、ができていないか観察によって判定する簡易実験を実施した。(4)家族などのグループの配慮については、家族などの感染リスクの低い被験者の協力を得ることが困難だったことから、検証を実施できていない。また、心的ストレスに関しても、インタビューにより印象評価を行なった。

**3. 結果**

**3.1 簡易実験の結果**

図4に簡易実験の様子を示す。被験者7名が期待する行動(1)~(3)が誘発できたか判定結果を表1に示す。結果として、(1)行列の配置、進行方向、(3)進行すべきタイミングについては、全ての被験者を誘発できた。(2)立ち止まるべき位置については、7名中5名を誘発できた。また、体験後のインタビューでは、例えば被験者 M.K.からは「(普段は)列で、じっとしておくことはつらいけど、素敵な音が聴けるなら、ここにしようと思える」など、全ての被験者からポジティブなコメントが得られた。



図4 簡易実験の様子

表1 簡易実験結果一覧

被験者	(1)行列の配置、 進行方向	(2)立ち止まる べき位置	(3)進行すべき タイミング
Y.K.	○	○	○
M.I.	○	○	○
N.K.	○	○	○
T.H.	○	×	○
S.S.	○	×	○
M.K.	○	○	○
K.M.	○	○	○

### 3.2 考察

実験の結果から、フィジカルディスタンスを保つ行動として、(1)行列の配置，進行方向，(3)進行すべきタイミングは 100%（7名中7名），(2)立ち止まるべき位置は 70%以上（7名中5名）の被験者を誘発することができた。また，被験者からは心的ストレス軽減を示唆するコメントも得られた。以上のことから，本システムによる行動誘発によって，フィジカルディスタンスを保つ行動と心的ストレス軽減を両立できる効果が期待される。

但し，本実験は少人数での簡易評価であって，今後サンプル数を増やして，別手法との AB テストを実施するなどの効果検証の精度を高める必要がある。また，家族などのグループに対して，寄せ合い行動を誘発できるかの検証も今後の課題である。この寄せ合い行動の誘発は，個人を特定しない測位方法の本システムの手法でも，家族などのグループ属性を推定することができる可能性がある。これによって，例えば，飲食店の入場の際に人数確認を予測するなどの活用が考えられる。

### 4. まとめ

高精度な測距センサーによる人流計測・解析技術を用いて，個人を特定することなく人同士の距離を検知し，行動と連動して投影映像と音響を変化させたマルチモーダルなインタラクションによって，待ち時間の演出とフィジカルディスタンスの行動誘発を促す手法を提案した。複合商業施設のカフェの注文カウンター前というシチュエーションと，ミュージアムの入場受付カウンター前というシチュエーションを想定し，2パターンのプロトタイプを制作した。被験者7名にシステムの案内方法の事前説明せずに体験いただいた結果，5名（70%以上）が期待した行動を促すことができた。被験者からは心的ストレス軽減を示唆するコメントも得られたことから，本システムによる行動誘発によって，フィジカルディスタンスを保つ行動誘発と心的ストレス軽減を両立できる効果が期待されることがわかった。

今後は，家族などの感染リスクの低いグループを配慮した行動誘発機能についての効果検証，および全体通してサンプル数を増やした検証を実施していく必要がある。

### 参考文献

- [1] “コロナ禍を受けた 消費者の行動や意識の変化と 企業の取り組み ～サステナブルな消費の推進に向けて～（一般社団法人日本経済団体連合会 消費者政策委員会）”。  
<http://www.keidanren.or.jp/policy/2021/079.pdf>, (参照 2021-12-1).
- [2] “3密回避に決め手あり！ソーシャルディスタンスを可視化する技術とは”。  
<https://wisdom.nec.com/ja/feature/smartcity/2021030501/index.html>, (参照 2021-12-1).
- [3] 船山知里, 塚田正人, 蝶野慶一, 荻野有加, 今井浩, 谷内田尚司, 柴田剛志. 情報提供システム, 情報提供制御装置, 情報提供方法, 情報提供制御方法, および記憶媒体. WO2020/105142

A1, 2020年5月28日（公開日）。

- [4] 松島義典, 大橋昭彦, 鈴木清志. 待ち行列管理方法および, 待ち行列管理システム. 特開 2013-109395, 平成 25 年 6 月 6 日（公開日）。