



# 聴覚障がい者のための 環境音の特性が表現可能な AR 可視化手法

AR System with Visualization of Ambient Sound Features for People with Hearing Impairments

田宮 京佳, 神原 誠之

Kyoka TAMIYA, Masayuki KANBARA

甲南大学 知能情報学部

(〒 658-8501 神戸市東灘区岡本 8-9-1, s2271036@s.konan-u.ac.jp, kanabara@konan-u.ac.jp)

**概要:** 本研究は、聴覚障がい者の安心・安全な生活環境の実現を目的として、日常生活における環境音の視覚的提示手法を提案・評価する。ここで対象とする環境音とは、会話や人の音声を除く生活音であり、状況把握や危険回避に関わる重要な音を含む。本研究では、環境音の可視化手法の設計とその有用性の検証に焦点を当てる。提示方法として、音に対応した擬音語やアイコンに加え、発生源から飛び出す視覚オブジェクトや方向を示す矢印などを AR 空間上に表示し、直感的な理解を支援する。本システムにより実現される各提示手法について、理解度や視認性への影響を評価実験により比較・検討し、AR を用いた音環境の視覚化支援の有効性を明らかにする。

**キーワード:** 聴覚障がい者, AR, 環境音, 音の可視化

## 1. はじめに

音は人間の生活における重要な情報源であり、会話によるコミュニケーションのみならず、周囲の環境を把握するためにも欠かせない役割を担っている。特に環境音は、緊急車両の接近やインターホン、アラーム音など、危険回避や状況認識において重要な手がかりとなるため、聴覚障がい者は日常生活の中で、重要な環境音が聞こえないという困難を抱えている [1]。

これまでも、聴覚障がい者を支援する目的で、環境音を視覚的に表現するアプローチが検討されてきた。たとえば、環境音を擬音語 (オノマトペ) に変換して表示する手法 [2] では、音の存在を知らせることはできるものの、音の位置情報や種類が直感的に理解しづらいという課題がある。また、自宅や職場においては、家電などの IoT 製品の通知設定を行い、スマートフォンなどで受信することで、一部の環境音への対応は可能であるが、公共の場所や屋外環境ではこれらの方法が十分に機能しない場合も多い。

近年では、音声認識や AR (拡張現実) 技術の進展に伴い、聴覚障がい者のコミュニケーションを支援する研究も活発に行われている。たとえば、リアルタイムで音声認識し、AR グラスの視野内に字幕を表示することで、対人コミュニケーションの補助を行うシステムなどが挙げられる [3]。しかし、こうした研究の多くは会話支援を主目的としており、日常生活における環境音の認識支援には十分に対応していない。そこで本研究では、聴覚障がい者が日常生活の中で直面する「環境音が聞こえないことによる不便さ」に着目し、AR 技術を活用して周囲の音をリアルタイムで

可視化するシステムの提案と実装を目指す。本システムは、音の種類や方向を視覚情報として提示することで、より直感的かつ正確な情報取得を可能にし、聴覚障がい者の安心・安全な生活を支援することを目的とする。

## 2. 環境音の可視化の関連研究

これまで、日常生活における環境音の可視化を目的とした研究は数多く行われており、音の検知や識別を行うセンシング技術に関しては非常に多様な手法が提案されている。たとえば、浅井らの研究では、聴覚障がい者が日常的に訪れる場所において必要となる環境音を事前に登録し、騒音レベルの可視化や認識結果をタブレット上に表示するアプリケーションを提案している [4]。このシステムにより、ユーザはその場の音の状況を視覚的に把握できる。また、擬音語の視覚化に関する研究も複数存在する。山本らは、環境音を擬音語に変換し、さらにフォントや文字の大きさ、濃淡などの視覚的要素を用いてその音の特徴を表現する手法を提案している [2]。実験では、ほぼすべての被験者がシステムから提示された視覚表現と実際の環境音とを結びつけることができたことと報告されている。さらに松村らによる研究では、AR ヘッドセットを用いた聴覚障がい者支援システムを試作しており、環境音認識に基づいた擬音語変換と音声認識を組み合わせることで、マルチモーダルな音情報の可視化を実現している [5]。

これらの研究は、音をリアルタイムで視覚的に表現する有効な手法を提示しており、聴覚障がい者の音環境理解を支援する上で重要な基盤となっている。しかし一方で、これ

らの手法の多くは、音の存在や種類を擬音語や文字で伝えることに留まっており、音の発生源の方向や距離、音の意味や発生意図といった空間的・意味的特徴を包括的に表現するには至っていない。本研究では、このような課題を踏まえ、AR 技術を活用して環境音をより直感的かつ空間的に可視化する支援手法を提案・実装する。具体的には、音の種類に応じた擬音語やアイコンを AR 空間に表示するほか、音源の方向や位置を伝えるために、発生源からオブジェクトが飛ぶアニメーションや、方向を示す矢印の表示など複数の提示方式を設計する。また、これらの提示手法がユーザーにとってどの程度認識しやすく、理解しやすいかについて評価実験を通じて検証し、視覚提示の有効性と今後の支援技術への応用可能性を探る。

### 3. 本研究の概要と位置づけ

本研究では、これまでの先行研究で十分に扱われてこなかった「環境音の空間的・意味的特徴の可視化」に着目し、聴覚障がい者の周囲状況の把握を視覚的に支援する手法を提案する。まず、本研究における「環境音」とは、人の発話を除く、生活環境中に存在するあらゆる音と定義する。たとえば、車の走行音、ドアの開閉音、インターホン、アラーム音、調理音、自然音などが該当する。

また、本研究では環境音の特徴を以下の 2 点に分類して定義する。

- 音の位置（音源位置）：音がどこから発生したのか、音源の方向や距離といった空間的な情報。
- 音の種別（音の意味や種類）：どのような音が鳴ったのか、何が原因で発生した音なのかを直感的に理解できる情報。例：電子レンジの終了音とエラー音のように、同じ機器から発生する異なる音を区別可能にする。

### 4. 手法

本研究では、環境音の特徴を AR 技術によって視覚的に提示し、従来の文字情報や擬音語のみでは伝えきれなかった環境音の特性を補う手法を提案する。ここでは、環境音の「音の位置（音源位置）」および「音の種別（音の意味や種類）」という二つの特性に着目し、それぞれに対して複数の視覚的提示手法を設計した。

#### 4.1 環境音の特性の提示手法

音がどこから発生したかを直感的に伝えるため、以下の 2 種類の手法を実装する：

- 矢印による提示（手法 1）：音の発生方向を指し示す矢印オブジェクトを視野内に表示。
- 飛来オブジェクトによる提示（手法 2）：音源の方向からユーザーの視野内に向かってオブジェクトが飛び込んでくるような動きで表示。

また、音の種別を直感的に伝えるため、以下の 2 種類の手法を実装する：

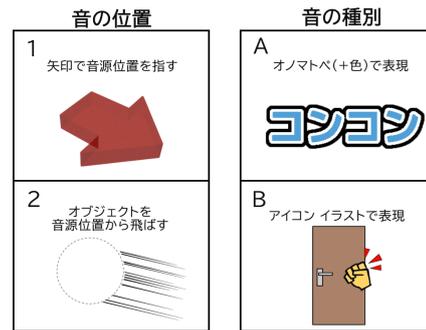


図 1: 環境音の特徴を視覚的に伝える表現パターン

	A	B
1	矢印・オノマトペ コンコン	矢印・アイコン イラスト
2	オブジェクトを飛ばす・オノマトペ コンコン	オブジェクト飛ばす・アイコン イラスト

図 2: 音の特徴を視覚的に伝える 4 つの提示手法

- オノマトペ+色による提示（手法 A）環境音を擬音語に変換し、フォントの形状や色で環境音の種別を表現。3D 文字で表示する。
- アイコン・イラストによる提示（手法 B）：環境音の種別を象徴するイラストやアイコンを表示。

図 1 に、これらの環境音の特性の提示手法を示す。

#### 4.2 4 種類の組み合わせによる提示パターン

上記の「音の位置の提示手法（1, 2）」と「音の種別の提示手法（A, B）」を組み合わせると、図 2 に示すような 4 つの提示手法を設計した：

- 1A：矢印+オノマトペ
- 2A：飛来オブジェクト+オノマトペ
- 1B：矢印+アイコン・イラスト
- 2B：飛来オブジェクト+アイコン・イラスト

上記のように設計した 4 つの提示手法について、環境音の理解度や視認性に与える影響をユーザー実験により評価を行う。

### 5. おわりに

本研究では、AR 技術を活用し、環境音の特性を包括的に可視化する新たな手法を提案した。音の方向や種別といった情報を 3D 空間上に視覚的に提示することで、聴覚障がい

い者が周囲の状況を直感的かつ正確に把握できる可能性を示した。本手法は、聴覚障害のある利用者を主な対象としているが、障害の程度や個人差によっては、提示された視覚情報が必ずしも直感的に理解されるとは限らない。そのため、今後は実験やユーザ評価を通じて、ユーザが求める情報や提示方法をより精緻に把握し、誰にとっても分かりやすく有用なシステムへと改良を重ねていく必要がある。

また、本手法は聴覚障がい者支援にとどまらず、「音の可視化」という新たな情報提示手法として、災害時支援や騒音環境下での活用、教育・展示分野など、幅広い分野への応用可能性を有している。今後の展開としては、環境音の優先順位付けや、リアルタイムでの音源特定・提示機能の実装などにより、健常者を含むより多くの人々にとって利便性の高い、生活の質を向上させる手法となることが期待される。

今後の課題として、提案手法の適用範囲の拡大、提示される視覚効果の理解への影響、さまざまなユーザ層における受容性など、さらなる検証と改善が求められる。

**謝辞** 本研究の一部は、JSPS 科研費 JP23K28132、および、甲南デジタルツイン研究所の助成による。

## 参考文献

- [1] 勝谷 紀子:難聴者が日常生活で経験するストレスとは日本心理学会大会発表論文集, Vol.76, pp.1EVC27-1EVC27, 2012.
- [2] 山本 貴史, 松原 正樹, 斎藤 博昭:擬音語と書体表現を用いた環境音の可視化, 芸術科学会論文誌, Vol.11, No.1, pp.1-11, 2012.
- [3] 井野 秀一, 小坂井 敦, 奈良 博之, 服部 裕之, 伊福部 達:透過型 HMD と音声認識技術を利用した聴覚補助方式の提案 (<特集>福祉と VR), 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.6, No.3, pp.177-183, 2001.
- [4] 浅井研哉, 綱川隆司, 西田 昌史, 西村 雅史:聴覚障害者支援のための環境音可視化システムの開発, 研究報告アクセシビリティ(AAC), Vol.2019-AAC-9, No.5, pp.1-8, 2019.
- [5] 松村 遼, 石津 龍真, 岡村 一矢, 田口 創, 栗原 佑弥, 峯 千瑛, 北風 裕教:マルチモーダル環境音認識に基づく擬音語変換と音声認識を用いた聴覚障がい者支援システムの試作, 産業応用工学会論文誌, Vol.10, No.2, pp.98-106, 2022.