

命がけで横断する視覚障害者への音による歩行安全支援の開発*

Development of Sound-Based Safety Support for Visually Impaired Pedestrians at Risky Road Crossings

斉藤 勇¹⁾
Isamu Saito

佐藤 諒²⁾
Ryo Sato

This paper introduces three initiatives for supporting safe walking of visually impaired people through sound: AI-based detection of acoustic vehicle alerting sounds, development of a universal approaching sound for personal mobility devices, and traffic safety education using sound. In a mobility society where vehicles are becoming quieter, we propose new ways of sound-based communication between pedestrians and mobility devices, aiming to create an inclusive society where everyone can move safely.

KEY WORDS

Vibration, Noise and Ride Comfort, Exterior Noise/Noise Regulation, Evaluation Technology/Measurement Technology/Sound Source Search / Sound Design, Acoustic Vehicle Alerting System, Safety Education, Usability [B3](#)

1 はじめに

「命がけ」という表現は、著者が歩行訓練に同行した視覚障がい者の方が、音響式信号機が設置されていない横断歩道を渡り終えた直後に発した、「私は命がけで横断歩道を渡っています」という発言に基づくものである。

移動手段の多様化が進む中で、誰もが安全かつ自立して移動できるモビリティ社会の実現が重要な課題となっている。とりわけ、視覚障がいのある方々にとって、歩行中の移動や交差点の横断は、日常生活の中でも特に大きな不安を伴う場面である。

日本眼科医会の2007年の報告によれば、国内には推定164万人の視覚障がい者が存在し、そのうち約18.8万人が失明、約145万人がロービジョン（弱視）であるとされている。多くは加齢に伴う中途失明であり、60歳以上が全体の72%を占める。こうした傾向は、今後の高齢化の進展とともに、さらに顕著になると見込まれている。

視覚障がい者の屋外歩行において、重要な情報源の一つに音響信号機があるが、警察庁（2024）

によると、全国の音響信号機設置率は10.3%となっており、多くの横断歩道では音響信号機のない横断歩道を渡る可能性がある。

このような環境では道路横断の手がかりとして、自動車の走行音が重要な要素の一つであったが、近年、ハイブリッド自動車などの普及が進み、エンジン音のしない静かな車両が増加している。このような背景から、歩行者に車両の存在を知らせる目的で、日本では車両接近通報装置（AVAS）の搭載が法規として2018年より義務付けられている。

しかし、2023年に盲学校を対象に行った自社調査アンケートにおいて、車両接近通報装置の存在を知っている生徒は、わずか4.8%であった。

今後のモビリティ社会においては、「運転者」だけでなく、「歩行者」や「交通弱者」も含めた、すべての人にとって安心・安全な移動空間を構築することが求められている。その実現には、車両側からの音による存在の表現を再考し、音を介した車両と歩行者とのコミュニケーションを補完する視点が不可欠である。

本稿では、音響技術やAIを活用し、「目の不自由な方々が安心して交差点を渡れる社会」の実現を目指す活動を通じて、次世代モビリティにおける安全設計の新たな方向性を提示する。

* 2025年7月28日受付

1)・2) ㈱オートテックジャパン 事業開発統括部技術開発部
(321-3321 栃木県芳賀郡芳賀町下高根沢4518-14)
E-mail: isamu_saito@autotechnic.co.jp



図1 三位一体の取組み

2 歩行者にやさしい音の再設計

2.1 音による歩行者との相互認知

モビリティと歩行者との関係性において、「音」を媒介としたコミュニケーションの重要性が高まっている。このような背景のもと当社では、視覚障害者への音による歩行安全支援として、AIによる接近通報音検知、小型モビリティ向けユニバーサル接近音開発、音で学ぶ交通安全教室の三つの取組みを行っている。これは車両・歩行者・周囲環境という三位一体の視点から、音環境を捉える、「音の再設計」の位置付けとして行っている(図1)。

この構造では、車両側からの音と、歩行者側が感じ取る音を相互的にとらえ、物理的観点のみではなく、心理的観点からも音の意味を再設計するアプローチを採用している。

こうした音の設計は、高齢者や子ども、歩きスマホ利用者など、視覚障害者以外への波及効果も期待されるものであり、音を通じた誰もが安心して移動できる社会づくりを目指すものである。

2.2 視覚障害者が音を捉える能力

視覚障害者は音源定位能力に優れているという印象をお持ちではないだろうか。現に、歩行ルート上の壁や柱などの音が出ていない構造物の方向や距離を当てる人がいる。これは、エコーケーション(反響定位)と呼ばれ、例えば白杖を叩いたときの直接音と構造物の反射音の時間遅延や音圧差を感じ取り、距離や方向さらには反射表面の材質を感じ取ることができるといわれている。また、屋外歩行では通過する自動車の走行音

を追うことによって、行く先の道がまっすぐなのか、曲がっているのか、マップをイメージする材料として活用している事例もある。

当社が視覚障害者に行った対話や観察からは、こうした音による情報収集が日常的に行われていることが明らかになった。しかし、この能力は相当な訓練や経験を積んだ一部のの人々に限られるものであり、すべての視覚障害者が高度な音源定位能力を有しているわけではないため、音の設計時には無意識の思い込みに注意が必要だ。利用者の多様な能力や状況に配慮した、包摂的な設計思想が求められる。

3 歩行者支援技術の展開

3.1 歩行者支援技術の取組み

ここからは、これまで述べてきた視覚障害者を含む歩行者の安全確保に向けた課題意識を踏まえ、当社が取組んでいる具体的な支援技術の研究開発事例を三つ紹介する。本取組みは、交通弱者の安全性を高めるのみならず、車両と歩行者が互いに存在を認識し合う「相互認知」の構築を目的としたものである。

3.2 車両接近通報音検知 AI 開発

視覚障害者の方がハイブリッド車の接近に気づかず、事故に遭ってしまうケースも発生している。そこで、当社ではハイブリッド車等の機能にある車両接近通報音を検知するAIの開発を進めている。本技術は、主に視覚障害者が携帯して使える支援機器として想定しており、都市部や生活道路など、日常の歩行環境での活用を目指している。

プロトタイプでは、リュックに収まるように小型デバイスのエッジAIとして構成した(図2)。マイクに入力された環境音をリアルタイムで解析し、車両接近通報音を識別して、リュックの肩ベルトを振動させ通知する仕組みとなっている(図3)。独自のデータセットにより構成しており、複数都市の交差点での環境音データおよび、交差点4方向から車両が接近するシナリオの車両接近通報音データを収集した。

学習においては、まず録音された音響データを前処理し、時間領域の波形信号を周波数領域に変換する工程としてメルスペクトログラムを生成した。これは、聴覚心理の実験から得られた人間の

聴覚特性を考慮したメル尺度に基づいて音のスペクトルを視覚的に表現するものであり、音響信号を画像のような2次元データとして扱うことを可能にする(図4)。このメルスペクトログラム画像を、ResNet ベースの深層学習モデルを用いて、車両接近通報音特有の音響的特徴量を分類させた。分類精度としては、25epoch まで学習させた検証



図2 小型のエッジ AI にて構成



図3 リュックの肩ベルトを振動させ通知

データに対する Accuracy(分類精度)は 0.9997 とほぼ完全に近い性能を示した(図5、表1)。

実用化に向けた課題としては、リアルタイム性と認識精度のトレードオフがある。視覚障がい者が車両の接近にいち早く気づくためには、より短時間の音データから即時に判断することが求められる。対象音を検知するためのメルスペクトログラムは、一定量の時間幅の音データから構成され

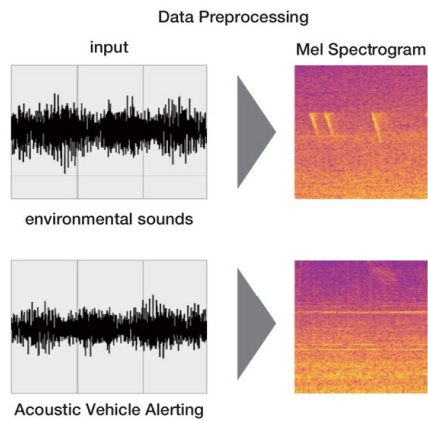


図4 メルスペクトログラム画像化

表1 混同行列 _epoch25

混同行列	y'_0	y'_1	Recall
y_label=0	3691	0	1
y_label=1	1	428	0.9976
Precision	0.9997	1	
F-Measures	0.9998	0.9987	
Accuracy	0.9997		

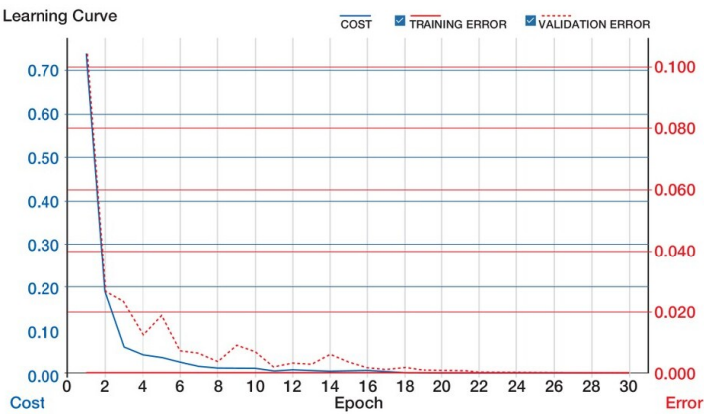


図5 学習曲線

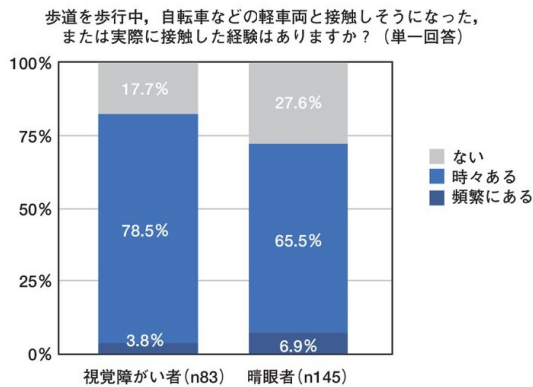


図6 視覚障がい者および晴眼者アンケート調査

るため、入力音の時間幅が短くなることで含まれる情報量が不足し、識別精度が低下するという課題が明らかとなっている。

また、各メーカーによって車両接近通報装置の音色が異なることから、個別の学習が必要となり、学習コストが増大する点が挙げられる。これにより、深層学習モデルは複雑化しやすく、小型のエッジ AI 端末では処理負荷に耐えられないという制約が生じる。そのため、今後の開発では、認識精度・応答速度・デバイス汎用性の3要素をどうバランスさせるかが重要な検討課題となる。

3.3 小型モビリティ向けユニバーサル接近音研究

二つ目の取組みとして、宇都宮大学と共同研究を行う、小型モビリティ向けユニバーサル接近音の研究がある。対象となる電動キックボードなどの軽車両は、現行法において車両接近通報装置の搭載義務はないものの、静粛性が高く、歩行者から気づかれにくいという課題を抱えている。

本研究の一環として、視覚障がい者を対象としたアンケート調査を実施したところ、「歩道歩行中に自転車などの軽車両と接触しそうになった、あるいは実際に接触した経験がある」と回答した割合は82.3%に及ぶ。また、晴眼者を対象とした同様の設問でも72.4%が該当し、接触リスクは視覚障がい者に限らないことがわかった(図6)。

基礎実験では宇都宮大学構内の直線路を用い4種の小型モビリティを対象に認知距離の測定実験を実施した。モビリティはすべて市販車およびシェアサービスの車両を使用し、特別な音源は付加せずに「現状の騒音状態」で走行。歩行者役の

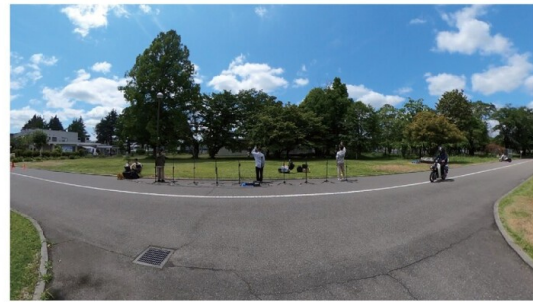


図7 認知距離の測定実験の様子

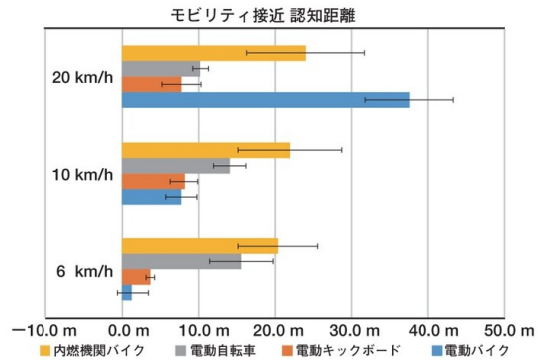


図8 認知距離の結果

被験者は、車両の姿が見えないよう後方を向き、目を閉じた状態で立ち、車両が約80 m離れた位置から、車速6 km/h、10 km/h、20 km/hの速度別で走行を実施した(図7)。

モビリティの接近に気づいた時点で手元のボタンを押してもらい、車両に搭載したネットワーク型GNSSにより認知距離を算出した結果、内燃機関バイクでは走行速度にかかわらず、平均して20 m以上の距離で接近を認知できていることが明らかとなった。また、電動自転車においても同様に、速度に関係なく平均10 m以上で認知されていた。

一方で、電動バイクでは6 km/h 走行時の認知距離が平均1.4 mにとどまり、被験者によっては車両通過後によく気づくケースもみられた。電動キックボードにおいても、車速20 km/hの場合で平均7.8 mと他のモビリティに比べ認知距離は短く、接近に気づきにくい傾向が認められた。この差異は、車両構造や音響特性の違いに起因する可能性があり、電動モビリティにおける接近認知の特性として、今後さらに検討を要する点である(図8)。

表 2 交通安全教室実施校

開催年	開催地	受講者人数	受講年齢層
2023	栃木	29 名	学生 (10 代)
2024	栃木	34 名	学生 (10 代)
2024	オンライン	82 名	一般 (20~70 代)
2025	横浜	15 名	専攻科学生 (20~50 代)
2025	オンライン	60 名	一般 (20~70 代)
2025	福井	50 名	学生・PTA・行政 (10~50 代)
2025	埼玉	30 名	リハビリ施設 (20~70 代)



図 9 盲学校交通安全教室の様子

今後、ユニバーサル接近音を搭載するにあたっては、単に「大きな音」を出すのではなく、音の変動感や記憶されやすい音色、心理的な受容性といった観点も重要である。特に中途失明の高齢者が多いことを踏まえ、直感的に気づける音の設計が求められており、年代や聴覚特性を超えて共通理解される音響デザインの実現が重要となる。

3.4 電動化社会に対応した音で学ぶ交通安全教室

視覚障がい者が電動化社会においても安心して道路を横断できる力を身につけることを目的に、全国の盲学校やリハビリ施設、またオンラインにて交通安全教室を定期的に開催しており、2025 年までに 300 名の方にご参加いただいている(表 2)。教育対象の主となる盲学校では、車両接近通報装置の基礎知識を座学で学習し、その後、ハイブリッド車を用いた屋外での試聴体験を通じて、加減速・後退などの走行状態に応じた音の変化を聴き分ける(図 9)。

教育効果を高める工夫として、生徒が車両接近



図 10 篠原電機(株) LED 付音響装置

通報音の印象をオノマトペ(例:「ファー」など)で表現する取組みも実施している。こうした擬音語は音の記憶定着を促進するだけでなく、体験後に他者との共通言語となり、日常生活での音への意識向上にもつながっている。実際、参加者からは「街中で車の音を意識するようになった」「横断時は自然と音に集中するようになった」といった反響が寄せられており、交通安全意識の向上に寄与している。

さらに本取組みでは、篠原電機(株)および視覚障害者信号機横断プロジェクトと連携した実践的かつ包括的なプログラムも展開している。篠原電機が開発した LED 付音響装置を横断歩道に設置し、音・光・振動の多感覚的なフィードバックを通じて、視覚障がい者が信号の存在や状態を的確に認知できる実験的な環境を構築している(図 10)。

また、視覚障害者信号機横断プロジェクトによる解説では、歩車分離信号の種類、運用事例、社会実装に向けた課題といった交通インフラに関する最新情報も共有されており、音だけに依存しない三位一体の交通安全教育が実施されている(図 11)。

このような取組みは、車両接近通報装置の認知度が 4.8%にとどまる現状を踏まえ、繰り返し社会啓発することが重要であり、教育と啓発の場としての意義を本教室は担っている。

4 結びに

当社は、自動車開発支援で培った知見や技術力をもとに、人とモビリティが共存する社会づくりに貢献したいと考えている。とりわけ、音という



図 11 視覚障害者信号機横断プロジェクト

感覚に最も敏感である視覚障がい者の移動課題に対して、自動車技術の転用と社会への応用という視点から、現場に即した解決策を模索してきた。

本稿では、誰もが安心して移動できるモビリティ社会の実現に向けた活動として、視覚障がい者の歩行支援における「音」の役割に注目し、車両接近通報音検知 AI の開発、小型モビリティ向けユニバーサル接近音研究、電動化社会に対応した音で学ぶ交通安全教室の三つを中心とした取り組みを紹介してきた。

これらの活動は、単なる技術開発にとどまらず、現場での体験や当事者の声を出発点とした人間中心のアプローチである。車両の静音化が進む現代において、「音」が果たす役割はますます大きくなっており、特に視覚障がい者にとっては、安全に歩行するための生命線といえる。

現行の UN 規則では、小型モビリティに対する

車両接近通報装置の法的整備は十分ではなく、視覚障がい者をはじめとした交通弱者との共生という視点からは、制度面での課題が残されている。今後の交通政策においては、車両側の「知らせる責任」と歩行者側の「気づける環境」の両立が求められ、実証データに基づく有効性の検証と、関係省庁・関連団体への制度提言が不可欠となる。当社は、大学、協力企業、視覚障がい者の方々とともに実証実験での効果検証を通じて、課題に対する技術的改善を重ね、より実用的かつ広範な普及可能性を模索していく。

今後も「目の不自由な方々が安心して交差点を渡れる社会」を創造すべく、挑戦を続けていく所存である。

記事のご感想をお願いいたします [アンケートはこちらから](#)

フェイス

株式会社オートテックジャパンは、四輪・二輪・汎用製品の研究開発・品質保証をサポートするエンジニアリングサービス企業です。これまで培った技術と経験に基づき、すべての人が自由に移動する権利を持ち続ける社会を実現するために人間中心を考え、いまだ課題を多くもつ移動弱者の安心・安全を支えています。



斉藤 勇

佐藤 諒

参考文献

- (1) 濱村真理子, 井上さやか, 岩宮眞一郎: 周波数変化音および無限音階を用いた低騒音車に搭載する接近報知音の検討, 日本音響学会誌, Vol. 71, No. 9, p. 455-458 (2015. 9)
- (2) Mariko Tsuruta-Hamamura, Toki Kobayashi, Takahiro Kosuge, Hiroshi Hasegawa: The Effect of a "Design-of-Awareness" Process on Recognition of AVAS Sound of Quiet Vehicles, Applied Sciences, Vol. 12, No. 1, p. 157 (2021. 12)
- (3) 自動車技術ハンドブック 人間工学編, p. 219, 報知音の分類と主な必要性能
- (4) 伊藤精英, 塩瀬隆之, 間々田和彦: 視覚障害者の道路横断訓練用仮想 3 次元音場提示システムの開発