

光と音を用いたロービジョン者向け夜間歩行誘導システムの有効性に関する研究*

The Validity of Walking Guidance System at Night Time for People With Low Vision*

北川博巳**・柳原崇男***・池田典弘****

藤澤正一郎*****・最所祐二*****・前田耕造*****

By Hiroshi KITAGAWA**・Takao YANAGIHARA***・Norihiro IKEDA****

Shoichiro FUJISAWA*****・Youji SAISYO*****・Koozoo MAEDA*****

1. はじめに

視覚的に日常生活に困難がある人（ロービジョン者）の数は多く、現在でも144万9000人との推定やその経済コスト（社会コスト）も8兆8千億円との推計も近年されている¹⁾。ロービジョンの原因となる視覚機能の低下や疾患は加齢に伴って増加し、人口の高齢化がロービジョン者の数を押し上げる可能性がある中、ロービジョン者に配慮した歩行環境整備はこれからの課題である。

ロービジョン者は原因疾患によって視野欠損、コントラスト感度、明暗による違いなど様々な「見え方」が存在し、医学的・人間工学的な要素からの検討も必要である。視覚障害者の歩行に必要な要素として、「オリエンテーション（定位）」と「モビリティ（移動）」が重要であるといわれており、ロービジョン者に対しても、これらの要素は重要となる。そのため、歩行支援を有効的かつ効果的に整備するためには、種々の感覚特性（視覚、嗅覚、聴覚、触覚、味覚など）に配慮した上で整備する必要がある。残存視覚を有するロービジョン者はその視覚機能と音の組合せを効果的に提示することで、安全な歩行が可能になると思われる。

一方、2000年の交通バリアフリー法の施行以来、駅周辺を中心としたわが国のバリアフリー整備は進展著しいものがある。視覚障害者誘導用ブロック、音響信号機なども一つのデバイスであるし、近年ではIT技術やエレクトロニクス技術を用いた歩行支援・誘導システム開発などのICT技術革新がより一層進んでいる^{2) 3)}。しかし、これらは弱視者・ロービジョン者を対象に開発されているとは必ずしも言えない部分もある。これまでの研究では、ロービジョン者は夜間時の外出に困難を伴っていることが多く、夜間の外出を控えている傾向にあることが分かっている^{4) 5)}。一方、ロービジョン者は原因疾

*キーワード：交通弱者対策、交通安全、歩行者・自転車交通計画

**正員、博(工)、兵庫県立福祉のまちづくり研究所（神戸市西区曙町1070、TEL:078-925-9283、E-mail:kitagawa@assistech.hwc.or.jp）

***正員、博(工)、神奈川県総合リハビリテーションセンター

****正員、株式会社

*****非会員、博(工)、徳島大学大学院 ソシオテクノサイエンス研究部

*****非会員、交通バリアフリー協議会

患や視覚機能によって見え方に違いがあり、歩行に影響を及ぼす要因も多様であるために、どのような環境を整備してゆくのかについては多くの課題がある。さらに、近年指摘されていることであるが、音による情報環境整備においては、適切な音量・音声の提示方法や地域住民との合意が課題である。よって、移動性の低下する夜間時には光や音声を組み合わせた効果的な整備が求められることになる。さらに、装置を開発・設置する側にとっては、公共性を鑑みると視覚障害者にとって本当に有効なシステムとして機能しているのかを当事者を交えながら評価する仕組みも求められるし、何らかのエビデンスに基づくアプローチの有効性検証も求められる。とりわけ道路工学・交通工学分野ではヒューマンファクターによるアプローチからの研究がこれからの課題にもなる。

本研究では、ロービジョン者の夜間歩行を支援するための歩行環境整備の一つの手法として、近年コストダウンの進んできたLED照明を用いた歩行支援システムに着目し、これに音を組み合わせて、音と光による移動支援システムとして提案する。また、本研究では音と光の組合せの有効性やその配置について、実際のロービジョン者の評価を実施したうえで、本システムの有効性、適用可能性、および今後の課題について考察することを目的とする。

2. システムの概要

(1) 使用した機材

使用した機材は、視覚障害者誘導用ブロックの線状（移動方向の指示）と点状（警告又は注意喚起）に求められる機能を視覚的に強化することを目的としたそれぞれ歩行者誘導板（15×15cm）、歩道境界表示灯（30cm長）の2種類のLED照明器具、および平面スピーカを用いて指向性をもたせ、路面から周辺部へ音が広がりすぎないように配慮したスピーカ内蔵視覚障害者誘導用ブロックを組み合わせることにした（写真-1）。



写真一 提案するシステム

(2) システムの有効性について

本システムについては、これまでもロービジョン者12名を対象に有効性の検証を行っている。幅3.5m長さ10mの仮設の床に歩行者誘導紙、歩道境界表示灯およびスピーカ内蔵視覚障害者誘導用ブロックを埋め込んだ検証実験では、条件として環境照度が1~5lx、暗騒音が46.5db (LAeq, 1min) の自動車教習所内の直線道路約60mにスピーカを内蔵したガイドポール灯4台を15m間隔で設置し、その終端に写真5の実験装置を設置した。音については、スピーカ内蔵視覚障害者誘導用ブロックは路面に設置し、交差点の片方が赤信号、片方が青信号であることを模し、鳥の声(ピョピョとカッコウ)と女声で「こちらは〇〇交差点です。足元にご注意ください」を交互に提示した。その結果を要約すると、

①音について

音の種類によって気づきやすさが異なった。実際の公共空間で使用され聞き覚えのある「とうりゃんせ」と盲導鈴は多少離れていても気づきやすいのに対し、オリジナル音は、かなり音源に近づかないと気づかれなかった。また、サイン音に比べ音声の方がわかりやすく効果が高い半面、全文を聴取するのに時間がかかる。注意喚起や誘導などはシンボル化されたサイン音で提示し、固有名詞や特別な誘導などは音声で担当するなど、役割を分担させることも必要であることが分かった。さらに、足元から音を出力する方法を評価する意見が多かった。

②光について

歩行者誘導紙と歩道境界表示灯は評価が非常に高く、誘導システムとして有効であると考えている。ただし、照度100lx下では必要性の評価が低く、20lx下では取付け間隔を広げても良いという意見も多くあり、周辺環境の違いによるシステムのあり方を詳細に検討する必要がある。

③音+光について

音による誘導、光による誘導は、それぞれ有効なものとして評価されたが、音と光の同時提示について問うと、光だけの時よりも評価がやや下がった。また、ここまでする必要は無いという趣旨の自由意見があった。認知すべき情報が多すぎると、逆に混乱することが推察された。

3. 室内実験による光と音を用いた誘導システムの効果検証実験

(1) 実験の概要

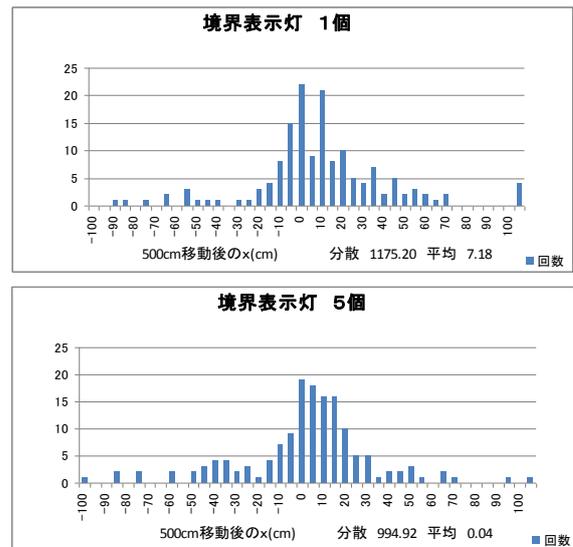
本研究で提案するシステムを実際に運用する際には、ロービジョン者にとっての有効性やコストを意識した検証が必要となる。また、このようなシステム提案をする際には、設置する根拠の明確化など多くの課題も有する。そのため、照度環境や音声コントロールできる環境下で検証することは非常に有効と考えられる。ここでは、光と音のコントロールを行える実験室内において、本システムがロービジョン者にとって有効かどうか、設置に必要な数値をどのように設定するのかについて考察する。

(2) 実験の方法について

実験は徳島市近辺に居住するロービジョン者30名(医学的なデータも保有)を対象に、歩道境界表示灯の台数、誘導紙の連続的に視認できる数、および路面スピーカと壁面スピーカの音の到達範囲の把握を行った。調査協力頂いたロービジョン者は視神経萎縮や網膜色素変性症など様々な病態の方々である。実験は合意を取って実施し、一人当たり約3時間程度の時間を要する。

①歩道境界表示灯の障害の程度別最低必要台数の把握

まず、歩道境界表示灯の最低必要台数の把握するため、照度設定を10ルクスに設定した上で境界表示灯によるオリエンテーション性があることとそれに必要な台数について確認した。方法として、①視界を遮断・回転し方向感覚を失わせる、②境界表示灯の前で停止し方向の修正、③3.5m程度歩行してもらいそのずれを測定、の手順で点灯台数を1、3、5台に変化させた。そして、



図一 境界表示灯によるずれ幅の分析結果

それぞれについて、5回ずつ計15試行を行った。図一は各表示した境界表示灯の台数別にずれ幅を分析したものであるが、台数による有意差は見られなかった。5

m移動後にズレ幅が1m以上生じた協力者は3名おり(計6回)、視野損失率が高い方が該当した。

また、アンケートを同時に行い、具体的には『境界表示灯長さが変わったことに気づきましたか?』という質問をしたときは、全員が「気づいた」と回答した。また、『境界として認識できますか?』との質問に対しては、全員「認識できた」、「表示する台数は長いほど良い」との回答を得た。さらに後日電話にて追加アンケートを実施し、『停止をあらわすのに最低何台が必要だと思いましたか?』との質問については、1台:6名、2台:2名、3台:12名、5台:3名、5mの長さ:1名、状況による:1名、分からない:1名、未確認:4名となった。このような実験結果をもとに必要な台数を考慮すると、一台でも比較的有効であることが分かったが、境界表示灯上に誰かが立つことも併せて考えると3台程度は必要であることが推察される。

②歩道誘導線の視認性と必要台数の把握

次に、歩道誘導線を連続的に視認できる数の把握を行った。照度設定を10lxに設定した上で、A地点:遠距離地点(7m)からの見える個数(7mの距離として、協力者によっては前に出ることも考慮)、B地点:いつも見ている視点距離(懐中電灯で距離を指してもらい)を計測し、その場所をB地点とする。C地点:5番目の線の真上の三点上からの見え具合について評価してもらった(図-2)。

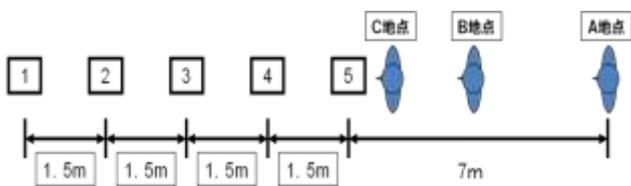


図-2 誘導線の実験イメージ

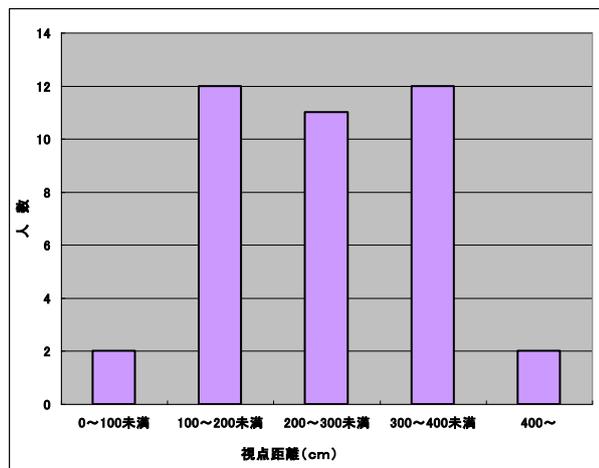


図-3 協力者の視点距離の分布

図-3は実験協力者の視点距離の分布を示したものである。通常歩行において、ロービジョン者は残存視力を活用しながら歩行していることが多く、1m先~4m

先を見て歩行している傾向が強いことが分かった。

表-1 視点距離から見た誘導線の個数

| | 2個 | 3個 | 4個 | 5個 |
|-----------|----|----|----|----|
| 見えない | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 1個見える | 3 | 3 | 2 | 3 |
| 2個見える | 25 | 5 | 7 | 4 |
| 3個見える | | 20 | 3 | 5 |
| 4個見える | | | 16 | 2 |
| 5個見える | | | | 14 |
| 全て見えていない人 | 5 | 10 | 14 | 16 |

表-1はそれぞれの視点距離から見た個数の人数分布を表にしたものである(行は設置数で列は見えた個数)。各意見とも設置した個数分が見える方が多いという結果となった。ただし、損失率が高い人ほど配置した数より見える数が少なくなる。また、ほとんどの人が7m離れた所から一個は見えると回答しており、誘導効果はあるものと考えられる。また、「実験では2つから5つ並べた光を見てもらいましたが、この光の誘導線が幾つ見えたら繋がって見えると思いますか?」という質問をして感覚的に判断してもらった。これより、回答者26名のうち、16名が3個以上との回答を得た。この実験結果をもとに必要な台数を考慮すると、一台で最低限の認識はできるが、誘導効果を考えると、現在地点から見える距離に3台程度は最低限必要であることが推察される。

③路面スピーカーと壁面スピーカーの音の到達範囲の把握

スピーカーから発せられる音声の認識距離の把握を行った。条件として、交通騒音を模した音を歩行導線左より提示し、暗騒音とした(65dB(A))。また、音サイン提示条件を路面スピーカーと正面からのスピーカーの二種類の比較を行い、音源は盲導鈴と女性アナウンスの二種類を用意した。さらに、提示音量は大・中・小(3dBステップ)の3段階を路面スピーカー直上にて72dB(A)を小として行い、認識できた距離を計測した(図-4)。

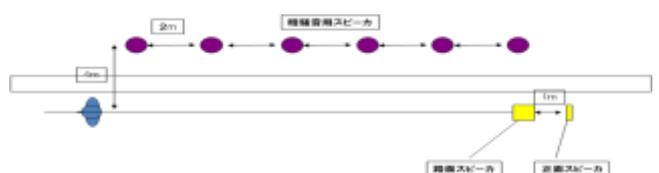


図-4 音声案内による実験イメージ

基本的には床から発せられる音声よりは壁面から聞こえる音声の方が認識できる距離は遠くからできた。ま

た、チャイムと音声によるアナウンスを比較するとチャイムの方が認識距離は遠くからできた。図-5は床音声のチャイム音の認識距離、図-6は音声アナウンスの認識距離を示す。

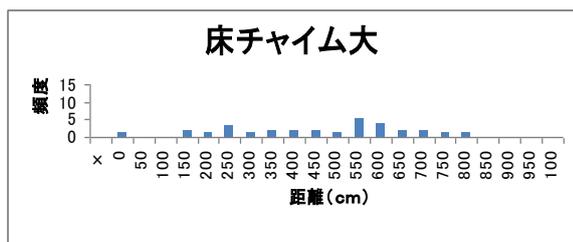
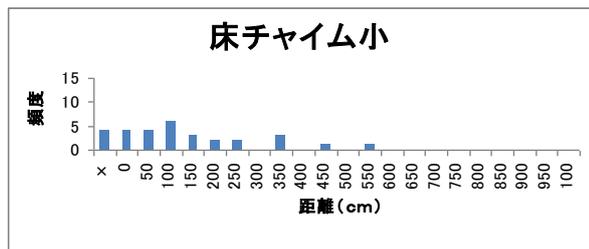


図-5 床音声のチャイム音の認識距離

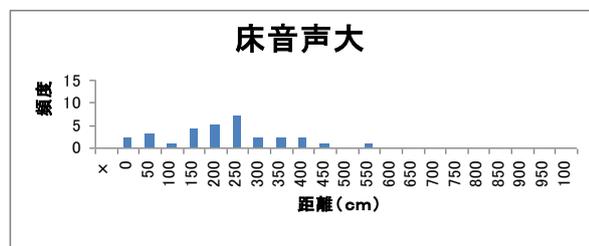
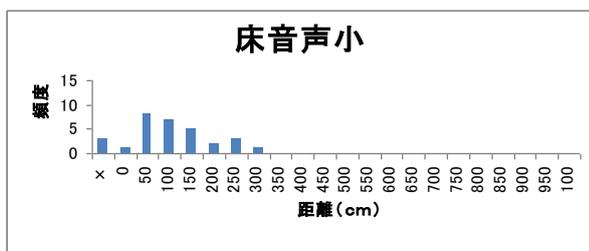


図-6 音声アナウンスの認識距離

協力者には聴覚に障害がある人が含まれていたため、実験結果の検討には考慮が必要であるが、そのような状態方にとっては光と音を組み合わせることは非常に重要であることが分かった。また、路面から音を出す場合には音声よりもチャイムのほうが遠くまで聞こえ、路面からの音声を呈示する場合は音源の音圧を上げてあまり遠くまでは聞こえないことが分かった。一方、正面から音を出す場合には、音の大きさを変えた場合、音声とチャイムはほぼ同じように聞こえるという特性結果となった。よって、路面よりも正面から音を出す場合のほうが、音の大きさを変えた場合に聞き取れる距離の幅は広く変

化することが分かった。

また、ヒアリングをしたところ、聴覚に不具合はあるか（13名は聞こえにくい等疾患がある）、普段音を頼りに歩くか（12名はあまり音は頼りにしない、13名は信号機や車の音を頼りにしている）、チャイムと音声どちらが頼りになるか（チャイムが聞こえやすい=19名 音声は内容がわかる=11名）、音声が必要な場面はどこですか（階段・交差点・トイレ・曲がり角・踏切・駅周辺・歩道橋・バス停）、音の誘導が街に広がることについて（普及するとよい=20名夜や場所によっては配慮が必要との意見もあり）などの意見が整理できた。

4. まとめ

本研究は、ロービジョン者の夜間歩行を支援するための歩行環境整備の一つの手法として、LED照明を用いた歩行支援システムに着目し、これに音を組み合わせ、音と光による移動支援システムとして提案した。このシステムについて、音と光の組合せの有効性やその配置について、ロービジョン者の評価を実施した。

今回のように誘導ブロックを視覚的に利用していないロービジョン者の夜間歩行にとっては、このシステムは効果が高いのではないかと考える。この研究によって、路面を活用することは今後重要であると考えられるし、夜間のみならず路面サインの提案など新たな展開に結びつけることは今後の課題である。なお、本研究は財団法人国土技術研究センター助成金によって実施できた。改めて謝意を記す。

参考文献

- 1) 日本眼科医会：視覚障害がもたらす社会損失額、8.8兆円!!、http://www.gankaikai.or.jp/info/20091115_socialcost.pdf, 2010.7.20
- 2) 自立移動支援プロジェクト：<http://www.jiritsu-project.jp/index.html>, 2010.7.20
- 3) 独立法人新エネルギー・産業技術総合研究開発機構：障害者等ITバリアフリー推進のための研究開発、<http://www.itbarrierfree.net>, 2010.7.20
- 4) 谷内, 大森, 市原, 宮崎, 北山他：「LED誘導マークを用いたロービジョン者の夜間歩行誘導方法に関する研究」, 福祉のまちづくり研究, Vol. 8, No. 2, pp. 33-43, 2006
- 5) 柳原, 北川, 斎藤, 三星：ロービジョン者の視覚機能と歩行問題の関係に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol. 25 No. 2, pp. 525-533, 2008