

視覚や聴覚の障害に応じた情報の提示方式に関する研究

Study on Information Presentation Methods Individualized According to Visually or Hearing Impaired

大森清博 北山一郎 杉本義己
OMORI Kiyohiro, KITAYAMA Ichiro, SUGIMOTO Yoshimi

キーワード：

振動、家電製品の状態把握、LED誘導システム、可視光通信

Keywords:

Vibration, Status Detection of Home Electric Appliance, LED Guiding System, Visible Light Communication

Abstract:

In this study, we focus attention on audio navigations for visually impaired persons and information presentation methods using vibration for deaf-blind persons.

First of all, we conduct a hearing investigation into the use of home electric appliances of visually impaired persons. Vibrational signals have an advantage in quietness and quick understanding of the information compared to voice navigations, however, the user has to learn to correspondence relations between vibrational signals and the informations. Therefore, it is suggested that vibrational signals are useful for checking of operating conditions of home electric appliances.

Secondary, we propose visible light communication system based on LED guiding system. In order to receive signals, pedestrians attach a receiver on edge of white cane. We conduct experiments which examine the success rates of receiving signals. The results indicate that the success rates depend on the incident direction of the spotlight. Furthermore, there is a weak negative correlation between walking speeds and the success rates.

1 はじめに

平成17年に策定されたひょうごユニバーサル社会づくり総合指針において、「だれもが、多様な方法で、理解しやすい情報を手に入れ、交換できる社会」の実現が、基本目標（ひと・もの・情報・まち・参加）のひとつとして定められている。生活の中で人に情報を伝える方法には、視覚情報（文字やピクトサインなど）、聴覚情報（警告音や音声案内など）、触覚情報（点字や振動など）があり、伝えたい内容やその人の置かれた状況に応じて、一種類あるいは複数の情報を組み合わせて用いられている。

本研究では視覚や聴覚の障害に応じた情報の提示方式として、特に視覚障害者のための誘導や、視覚及び聴覚に障害を有する人（盲ろう者）のための振動による情報伝達に注目して研究開発を進めている。本年度は、昨年度まで開発を進めてきた振動式状態提示器の日常生活における活用場面を検討するため、ロービジョン者の家電製品の利用状況などに関するヒアリング調査を実施し、触覚情報による情報提示のあり方について考察する。

また、当研究所でこれまで研究開発を進めてきたLED誘導システムの応用研究として、スポット光に情報を付加して、歩行中の視覚障害者に提供するシステムを試作し、評価実験を行ったので報告する。

2 ロービジョン者へのヒアリング調査

2.1 概要

研究所では、これまで盲ろう者の日常生活における家電製品の利用の困難さ¹⁾に対し、振動による情報伝達に注目して家電製品のLED表示を検知して振動する“振動式状態提示器”の開発を進めている²⁾。本年度は、視覚障害者の日常生活における本装置の活用場面を検討することを目的として、

Kinki-ビジョン・サポート内の主婦の会「茶・い・夢」³⁾の会員に対して、日常生活で使用する家電製品の不便さや、それに対する工夫に関するヒアリング調査を実施した。

2.2 ヒアリング結果

ヒアリング調査は6月13日の「茶・い・夢」の定期サロンにスタッフが参加して実施した。当日のサロン参加者は5名であった。ヒアリングで得られた主な意見を以下に示す。

(1) 電気ポットと振動式状態提示器について

昨年度試作した電気ポットに取り付けて用いる振動式状態提示器を持ち込み、意見を伺った。

- 現在、電気ポットを使用している参加者は1名。使用していない人は「必要なとき、その都度沸かす」「コードを引っかけると危ない」という理由で使用していない。
- 水の量を読み取れない。
- じかに直接震えるなら使うかもしれない。
- 表示画面にかざして、それを読み取ってくれる方がよい。
- 振動ではなく、点図ディスプレイのように浮き出す方式がよいかもしれない。

実験を行った視力障害センター入所者と異なり、電気ポットの使用頻度は低かった。また、ロービジョン者にとって、見やすい表示であることが重要視され、必要最低限の情報を触覚で得ることに対するニーズは少なかった。

(2) 不自由な家電製品について

- 電磁調理器について、音声案内機能付きの機器を持っている参加者から、音声案内だけでなく、ボタンが見やすく角が丸いなど、非常に配慮が行き届いているという意見が得られた。しかし、電磁調理器のみを利用している参加者はいなかつた。この理由として、ガスコンロに比べて火力が弱いことが挙げられた。
- 炊飯器について、メニューが多いため、ボタンを押す回数で使い分けている。炊飯時の水の量が分からぬのが不便である。
- 電子レンジについて、高機能なものはボタンの数が多く、使いこなせない。液晶が読みにくいことが多いので、今は表示の大きい機種を選んでいる。細字より太字にしてほしい。
- 冷蔵庫について、温度設定が分からぬ（表示部がルーペで確認しづらい位置にあるため）。

- エアコンについて、「おまかせ」でしか使えない。
- 洗濯機について、毛布など特殊なものを洗濯したいときに困る。
- お風呂について、温度設定を変更したいときに分かりにくい。
- パン焼き器について、たまにしか使わないので分かりにくい。
- MDなどの録音について、どのディスクに何が録音されているか再生するまで分からなくて困る。
- 電池などの充電について、充電が完了したことか分からぬ。

(3) その他

- 研究開発分野では障害の重い人を対象とすることが多いが、実際には軽度の人の方が多く、ちょっとした工夫の方がありがたい。
- 音声案内はありがたいが、肝心な所で案内が無い、時間が掛かる（欲しい情報が出てくるのが最後になっている）など、不自由であることが多い。
- リモコン設定で使える機器が増えると良い。
- 文字の大きさや太さ、バックライトの有無、ルーペをかざしやすい位置など、表示に配慮して欲しい。

2.3 触覚情報による情報提示に関する考察

ロービジョン者の日常生活における家電製品の不便さについて、今回得られた意見は、以下のように分類することができる。

- 高機能な機器を扱いきれない（炊飯器、電子レンジ、洗濯機など）
- 動作中の状態を把握しづらい（冷蔵庫、エアコン、お風呂、電池の充電など）
- 使用頻度が少ないため使いづらい（洗濯機、パン焼き器など）

これに対し、振動による情報提示の長所と短所をまとめると、以下のようになる。

- 長所：静かである。音声読み上げよりも素早く内容を理解することができる。
- 短所：非接触で伝えるのが困難である。複雑な情報を伝えるのに向かない（振動の種類と情報のマッチングを利用者が記憶する必要がある）。したがって、振動による情報提示は、「動作中の情報把握」、特に5～6通りまでのパターン提示に有効である。ただし、昨年度試作した振動式状態提示器で振動の強弱を識別できるのは3段階²⁾までなので、4パターン以上の場合は、ユニットを複数個

利用したり、振動の強弱とリズムを組み合わせたりする必要がある。

以下に、これまでのヒアリング調査および評価実験結果を踏まえ、情報の種類に応じて、振動に限らず触覚情報全般による提示方法の指針を示す。

- (1) ON/OFF表示→振動のON/OFF。
- (2) パターン表示（炊飯器焼きあがり指定など）：
 - (a) 2通り→振動の弱・強。
 - (b) 3通り→振動の弱・中・強。
 - (c) 4～6通り→振動とリズムの組合せ。もしくはユニットを複数個配置する。
 - (d) それ以上→全てのパターンを利用者が記憶するのは困難であるため、音声案内、もしくは点字案内が必要。提示は離散値表示と同じ。
- (3) 離散値表示（エアコンの温度設定など）→音声案内、もしくは時計針を利用した表示方式が有効。また、点図ディスプレイのように浮き出し表現が可能な場合、7セグメントによる表示も有効。
- (4) 連続値表示→時計針を利用した表示方式が有効。また、ガスコンロの火力表示のように最小値と最大値が決まっている場合、振動の強弱で大雑把に表現することができる。

特に、振動式状態提示器を複数個配置する場合、小型化や振動の分離に配慮して活用することが望まれる。

3 LED誘導システムを用いた可視光通信

3.1 概要

現在、ロービジョン者を含めた視覚障害者のための歩行環境として視覚障害者誘導用ブロックや音響式信号機などの整備が進められている。しかし、夜間には誘導用ブロックを視覚的に識別するのが困難であり、音響鳴動についても近隣住民などに配慮して停止されることがある。このため、多くのロービジョン者が夜間の歩行に困難を感じている。

これに対し、研究所ではこれまでLED誘導システム⁴⁾を提案している。本システムは、頭上に配置したLEDによるスポット光により路面に一定間隔の誘導マークを照らし出す（図1）。

本研究では、LED誘導システムの応用研究として、同システムをベースに、可視光通信技術⁵⁾を用いてスポット光に情報を付加して視覚障害者に情報を提供するシステムを提案する。今回、実験用システムを試作してスポット光の入射方向ごとの受信成功率を実験により検証する。



図1 LED誘導システム

Fig.1 LED guiding system

3.2 可視光通信システム

提案システムのブロック図を図2に示す。可視光通信は、LEDにかかる電圧（定格電圧24[V]）を変調することにより情報を付加する。本実験では、実験用として12.5[kHz]、2[Vp-p]の正弦波とする（変調度は、 $(24-22)/24 = 0.083$ である）。試作システムでは、音声案内情報の付加も検討し、SDカードに録音されている音声をメモリプレイヤーでエンコード再生し、その出力でLEDの電圧を変調する方式を採用する。

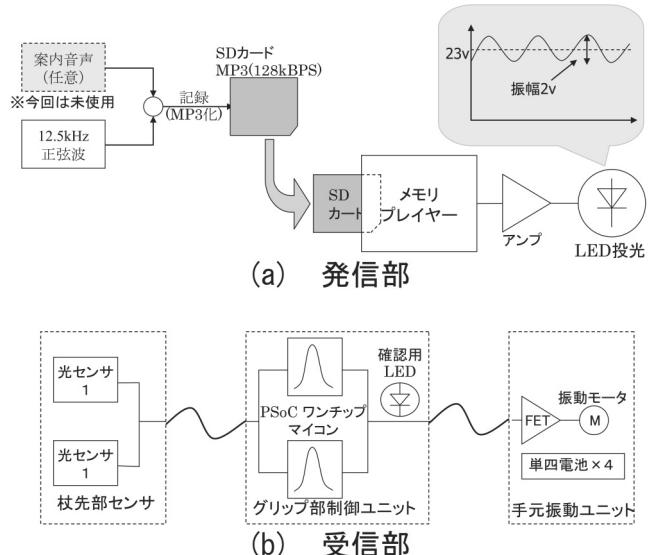


図2 提案システムのブロック図
Fig.2 Block diagram of proposed system

一方、受信側は信号を受信すると一定時間（1秒間）振動を続けるものとする。これにより、信号を付加した誘導マークに、注意喚起（誘導用ブロックにおける点状ブロック）に相当する意味を与えるこ

とができる。なお、既存のLED誘導システムではロービジョン者の視力に配慮して、誘導マークの形や色は一種類であるため、注意喚起に相当する情報は付加されていない。

白杖および試作した受信機を図3に示す。歩行方向によりLEDが歩行者 の左側面にある場合と右側面にある場合があるので、光センサを左右に2個取り付けている。なお、信号を受信するためには、スポット光が光センサに直接照射される必要がある。光センサからの信号は、バンドパスフィルタを通して音声信号やノイズを分離され、信号が一定レベル以上であれば、振動モータに通電する。

受信機は白杖を加工せずに容易に取り付けできるものとし、杖先センサ部とグリップ部制御ユニット、手元振動ユニットで構成される。



図3 白杖および受信機
Fig.3 White cane and a receiver

3.3 実験方法

本実験では、研究所西側の歩道（屋外）に実験区間を設置した。実験の概要を図4に示す。

実験区間は20[m]の直線コースとし、誘導マークを5[m]ごとに照射する。なお、先行研究ではインターロッキングブロック舗装された路面において、日常的に白杖を使用している視覚障害者2名で予備実験を行ったが、2点タッチ法では、しばしばブロックに引っ掛かり、スムーズに歩行できない場面が見られた^{⑥)}ので、照射場所をアスファルト面に変更している。

試作システムでは1つの照射ユニットに対して3個のLEDを取り付け、それぞれ別の方向に照射する。信号を付加する誘導マークは図4の①から③の3カ所とする。照射ユニットの真横に照射する②の

誘導マークの平均照度は58[lx]である。一方、斜め横に照射する①および③の平均照度は24[lx]となり、②に比べて誘導マークが大きく、暗くなる。実験区間の路面上の平均照度は1.4[lx]である。

被験者は受信機を取り付けた白杖を持ち、誘導マークを利用しながら実験区間を往復する。このとき、被験者に対し、「信号の有無を意識せず、一つあるいは二つ先の誘導マークを見るよう意識しながら、自らにとって自然な歩行速度で歩く」ように指示する。各被験者は実験区間を10往復する。

実験時は、受信の成功／失敗、および歩行に要する時間を記録する。実験区間の端まで歩行した時点でスタッフが被験者に声を掛けて立ち止まつもらうため、歩行時間については、スタートから15[m]地点まで記録することとした。

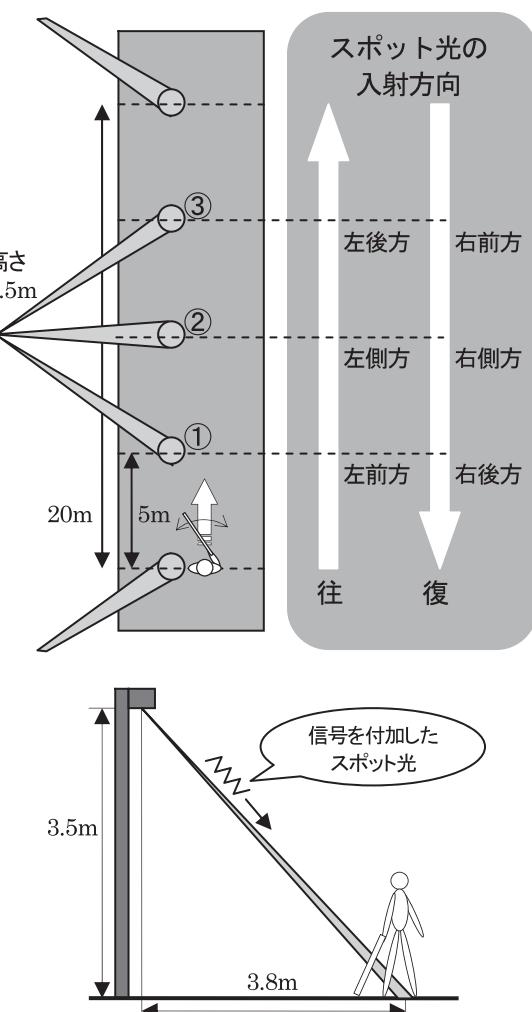


図4 実験の概要
Fig.4 Outline of the experiment

今回の実験では、晴眼者を被験者とした。このため、実験に先立ち国立神戸視力障害センター指導課

に協力いただき、白杖の使用訓練（特に2点タッチ法）を受けてもらうこととした。各被験者は下記の点に注意して白杖を使用した。

- 白杖グリップの平らな部分に掌を当てて人差し指を添え、他の指で軽く握り込む。
- 白杖を正中線に構え、手首をローリングさせないように振る。
- 肩幅より5[cm]程度外側に、右足を出したときに左側をタッチする。また、杖先をあまり上げない（5[cm]以内）。

実験時は、白内障体験眼鏡（白内障OLS 0.02、視野狭窄10°）を着用し、実験前に実験区間を往復して見え方に慣れた後に、計測を行った。

3.4 実験結果と考察

被験者は12名で、全員が晴眼者、右手で白杖を使用した。スポット光の入射方向ごとの受信成功 rate を表1に示す。

受信成功率は入射方向が右前方のとき89%と最も高く、右側方のとき70%と最も低くなった。提案システムでは、杖先がスポット光の中を通過する必要があるため、白杖を持っている側で水平面の断面積の大きい入射方向の受信成功率が高くなつたものと考えられる。

表1 受信成功率

Table 1 Success rates of receiving signals

入射方向	受信成功率
左前方	0.81
左側方	0.72
左後方	0.77
右前方	0.89
右側方	0.70
右後方	0.78
左	0.76
右	0.79
前方	0.85
側方	0.71
後方	0.77
全体	0.78

次に、各被験者の平均歩行速度と受信成功率の相関図を図5に示す。最も受信成功率の高い被験者は90%、最も低い被験者は53%となり、歩行速度と受信成功率には弱い負の相関が認められた。

今回の実験結果より、受信成功率はスポット光の

入射方向に依存することが確かめられた。このため、信号を付加したスポット光を設置する場合、側方から照射することを避けるなど、設置方法に一定の配慮した上で運用することが望まれる。

しかしながら、注意喚起のように歩行者に確実に伝える必要がある情報に対しては、今回の受信成功率では不十分であると言える。受信を失敗する要因として、

- (1) 光センサの感度が低い、
- (2) 杖先がスポット光の中を通過しない、もしくは通過時間が短い、

ということが考えられる。前者については、光センサをより高感度なものに変更すると共に、レンズ系を付加することで集光率を高める必要がある。また、LEDをより高輝度なものに変更し、変調度を高める（付加する信号の振幅を大きくする）ことで感度を高めることができる。

一方、後者については、LEDをより高輝度なものに変更し、誘導マークのサイズを大きくすることが考えられる。また、白杖の受信方式を直接光だけでなく、路面からの反射光も受信可能にすることで受信成功率が高まることが期待される。

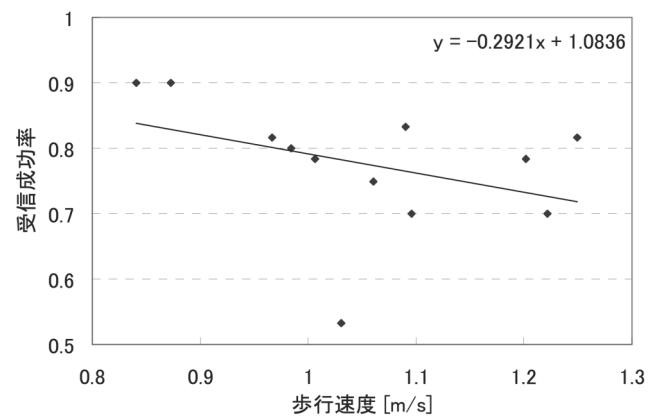


図5 歩行速度と受信成功率の相関図
Fig.5 Correlation diagram between walking speeds and the success rates of receiving signals

4 おわりに

本年度は、ロービジョン者の主婦の会「茶・い・夢」に伺い、日常生活における家電製品を利用状況と、振動による情報伝達の有効な場面に関するヒアリング調査を行った。振動による情報提示として、動作中の家電製品の状態把握に有効であることが示唆された。

次に、LED誘導システムをベースに、可視光通信技術により歩行者に情報を伝達するシステムを開発した。実験の結果、スポット光の入射方向により受信成功率が異なり、最大で89%となった。また、歩行速度と受信成功率に弱い負の相関が認められた。

LEDは現在も開発が進められている分野であり、輝度・発光効率ともに日進月歩している。今後、より高輝度のLEDに変更することにより、受信成功率を改善することが期待できる。また、視覚障害者の移動支援として、定位と移動性に関する注意喚起以外の情報発信についても、今後検討を進めたい。

謝辞

本研究の第2章を進めるにあたり、Kinki-ビジョン・サポート「茶・い・夢」会員の皆さんに、第3章を進めるにあたり、国立神戸視力障害センター指導課の皆さんにご協力いただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 大森清博、杉本義己、北山一郎：「盲ろう者の日常生活における困難さに関する面談調査－主に身の回りの機器の利用について－」、日本福祉のまちづくり学会第9回全国大会概要集、pp.115-118、2006
- 2) 大森清博、杉本義己、松井利和、北山一郎：「盲ろう者のための振動による情報提示に関する研究－振動モータを用いた振動装置の識別率について－」、第32回感覚代行シンポジウム講演論文集、pp.85-88、2006
- 3) Kinki-ビジョン・サポート「茶・い・夢」
http://www.kvs.cc/k_pl.html
- 4) 谷内久美子、大森清博、市原考、他：「LED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、2007
- 5) 中川正雄監修、可視光通信コンソーシアム編：「可視光通信の世界－LEDで拓く「あかりコミュニケーション」」、工業調査会、2006
- 6) 大森清博、杉本義己、北山一郎、柳原崇男、北川博巳：「LED誘導マーク絵の可視光通信の適用に関する研究」、日本福祉のまちづくり学会第10回全国大会概要集、pp.385-386、2007