

# ロービジョン者の移動および生活支援に関する研究

## －ロービジョン者の歩行の分析－

# Study of Mobility and Life Support of People with Low Vision

## －Gait Analysis of People with Low Vision－

大森清博 杉本義己 北川博巳  
OMORI Kiyohiro, SUGIMOTO Yoshimi, KITAGAWA Hiroshi

### キーワード：

ロービジョン、LED誘導システム、可視光通信

### Keyword:

Low Vision, LED Guiding System, Visible Light communication

### Abstract:

Many people with low vision have a difficult time in their daily lives. Especially, they feel difficulty in night walking through poorly lighted streets. The purpose of this study is to expand the use of our proposed devices such as LED guiding system and flashlights for the people with low vision.

In this year, we make improvements in a visible light communication system. The system consists of a receiver unit attached to the end of white cane and a transmitter using LED guiding system. In order to increase the sensitivity of the receiver unit, a photo diode is replaced with new one which has a larger acceptance surface, and a collective lens is appended in front of the photo diode. On the other hand, LED units of the transmitter are replaced with brighter ones. As a result, the receiver unit enables to receive the signals with a reflected light from a road surface paved with asphalt.

## 1 はじめに

ロービジョン者の多くは残された視力のほか、聴覚、触覚などを総合的に活用しながら生活しており、例えば、道路の横断や夜間の移動といった屋外での活動や電化製品の使用や調理といった屋内での作業など、日常生活の様々な場面で困難を感じている。これらの課題に対し、当研究所ではこれまでLED誘導システムや視覚障害者用懐中電灯、音響式信号機などの研究を、生活支援では振動による状態提示器や浮き出し文字などの研究を実施している。

本研究ではこれらの開発システムの改良を進めると共に、その活用方法を広げることを目的としている。本年度はLED誘導システムを利用した可視光通信システムについて、受信率を改善するための改良を行ったので報告する。

## 2 LED誘導システムを用いた可視光通信

### 2.1 LED誘導システム

ロービジョン者を含めた視覚障害者の屋外での歩行を支援する設備として、視覚障害者誘導用ブロック（点字ブロック）や音響式信号機などの整備が進められている。しかしながら、夜間には点字ブロックを視覚的に識別するのは困難となり、誘導用音響についても近隣住民に配慮して停止されることがある。また、単純に道路照明を明るくすることは動植物や居住者、天体観測といった周辺環境へ悪影響（光害）を与えることがあるため困難である。このため、現状では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、当研究所ではこれまでLED誘導システム<sup>1)2)</sup>を提案している。本システムは、頭上に配置したLEDからスポット光を照射し、路面に一定間隔の誘導マークを照らし出すものである。歩行者は、誘導マークを視覚的に捉えることにより、進行方向を確認することができる。本システムの利点は、道路空間全体を明るくする必要がないため周辺環境への影響が少ないこと、LEDは消費電力が少ないとこと、路面に埋め込むタイプに比べてメンテナンスが容易であること、などが挙げられる。

## 2.2 可視光通信システム

本研究で提案するLED誘導システムを用いた可視光通信システム<sup>3)4)</sup>を図1(a)に示す。可視光通信はLEDに掛かる電圧を変調し、人間の目では認識できないほど高速に光を明滅させる。これにより光に情報を付加することができる。一方、光の明滅を検知可能な受光センサを用いた受信機を白杖の杖先に取り付けることにより、歩行者は情報を受けるこ

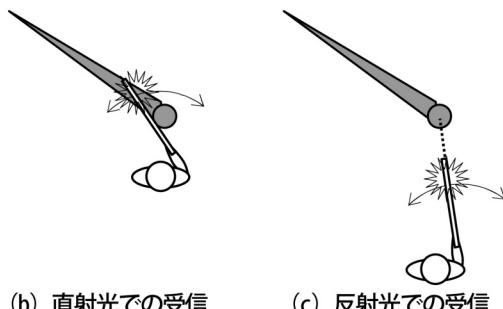
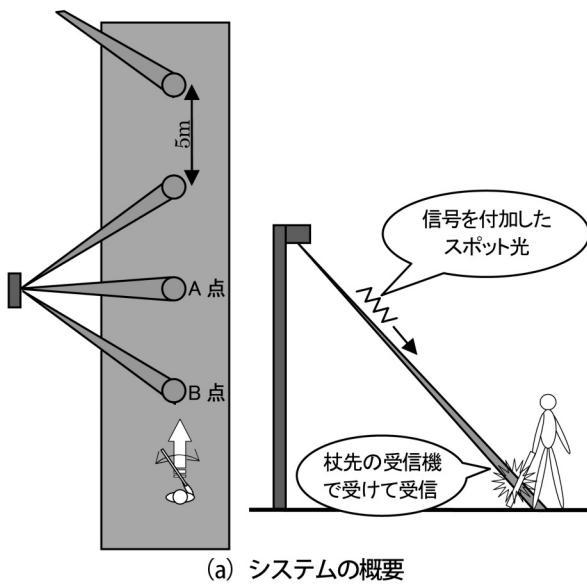


図1 LED誘導システムを用いた可視光通信システム  
Fig. 1 Visible light communication system using LED Guiding system

とができる。

昨年度行った評価実験では、平均受信成功率为78%であり、受信を失敗する要因として以下の2点が挙げられた。

- 受信機に用いた受光センサの感度が低い
- 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

特に、昨年度の試作システムでは路面に届く前の直射光が受信機に届いたときに受信する(図1(b))ように設計したため、後者については歩行者の白杖の振り速度や歩行速度の影響が大きく、受信感度を高めるだけでは改善が困難であった。そこで、受信機の感度を高めると共に、新たに路面で反射した光で受信可能(図1(c))とすることにより、システムの改善を目指すこととした。

## 3 可視光通信システムの改良

### 3.1 発信機の改良

路面からの反射光を利用して通信を行うためには光源を改善する必要がある。そこで、新たなLEDを選定し、合わせて屋外設置用に防水仕様の収納ケースも選定した(図2)。

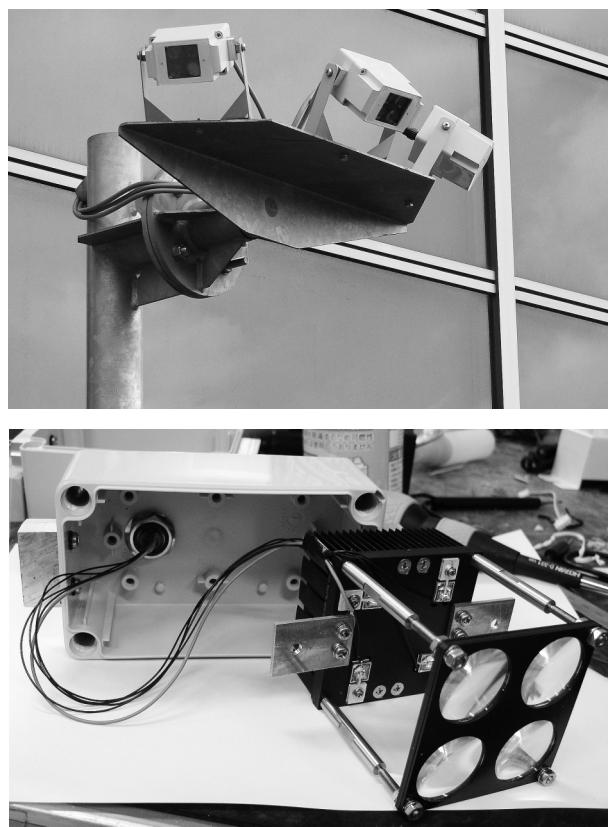


図2 採用したLEDおよびその設置例  
Fig. 2 Adopted LED and an example of setting

LEDは高輝度化・高効率化・長寿命化など現在も急速に開発が進められている。特に、LED誘導システムにおいて望まれる性能として、

- 高指向性（誘導マークを路面に照射する必要がある）、
  - 注意喚起される色（白色LEDでは「そこに誘導マークがあること」が分かりにくい、また、赤色は一般に停止や進入禁止を表すことが多いので誘導に向かない）、
- などが挙げられる。ただし、反射光での受信を行う場合、図1(c)に示すように直接光での受信（図1(b)）に比べて歩行者と誘導マークの間の距離が遠くなる。また、検知可能領域が白杖の延長線上の路面になるため、その移動速度は杖先に比べて速くなる。したがって、誘導マークは照度や歩道景観に問題ない範囲で大きい方が望ましい。

選定したLEDの主な仕様は以下の通りである。

- 1[W]のLEDを4個配置したユニット
  - 光束30[lm] (350[mA])
  - 定格主波長590[nm] (黄色)
  - LEDの前面に集光レンズを配し、レンズ移動で配光特性を調整可能。標準で3～5[m]先において200ファイサイズを照明可能。
- なお、信号を付加する際のLEDに対する信号の変調度を50%とし、これまでに比べて変調度を高めている（変調度を高めると受信感度が上がるが、実効値が低下し暗くなる）。

### 3.2 受信機の改良

試作した受信機を図3に示す。受信機は受光部2個、制御用回路、および電池収納用ケース（単三電池4本）から構成される。受光部を白杖の杖先に、

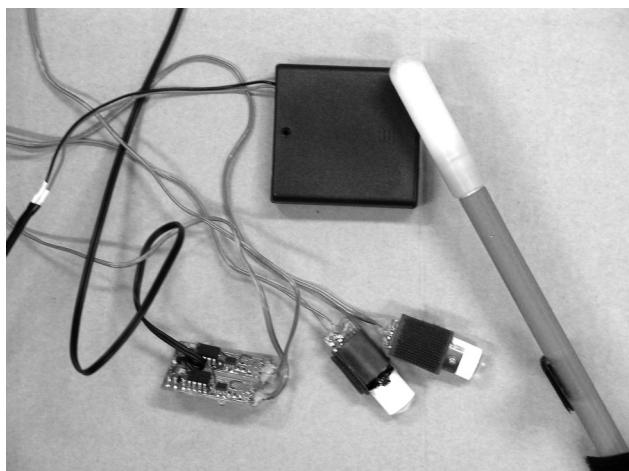


図3 可視光通信受信機  
Fig. 3 Visible light communication receiver

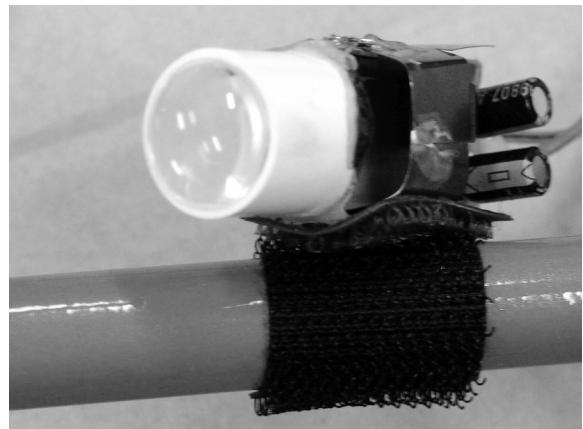


図4 受光部  
Fig. 4 Light-receiving part

制御用回路を白杖のグリップ付近に取り付け、電池収納用ケースは白杖使用者が身につける。ただし、本受信機は試作機であるため、白杖に外付けする方式としている。受光部は、昨年度のものに比べてより広い面積のフォトダイオードに変更し、さらに前面にレンズを配することで、集光率を高めている。

また、白杖の延長線上に誘導マークがあるときに受信できるように、図4のように取り付ける。これにより、杖先で誘導マークを探す、といった使い方も可能となる。

### 3.3 試用評価

当研究所西側のアスファルト舗装された屋外歩道に試作システムを設置した。誘導マークの間隔は5[m]、誘導マークによる動線とLEDを設置した柱との距離は3.8[m]である。同システムの点灯例を図5に、斜め方向に照射した誘導マーク（図1(a)のB点）と歩行者との大きさの比較を図6に示す。なお図6および図7は露光時間を調整しており、一般的な晴



図5 点灯例  
Fig. 5 An example of lighting



図6 誘導マークの大きさの比較  
Fig. 6 Comparison of spot size

表1 路面上の誘導マークの照度および大きさ  
Table 1 Illuminance and size of the spot on the road surface

	正面(図1,A点)	斜め(図1,B点)
照度	66 [lx] (0.78倍)	26 [lx] (1.2倍)
大きさ(長辺)	1.0 [m] (3.7倍)	1.6 [m] (2.6倍)
大きさ(短辺)	0.6 [m] (2.5倍)	0.8 [m] (2.6倍)
面積(椭円)	1.9 [m <sup>2</sup> ] (9.3倍)	4.0 [m <sup>2</sup> ] (6.6倍)

※ 括弧内は、旧システムとの比較

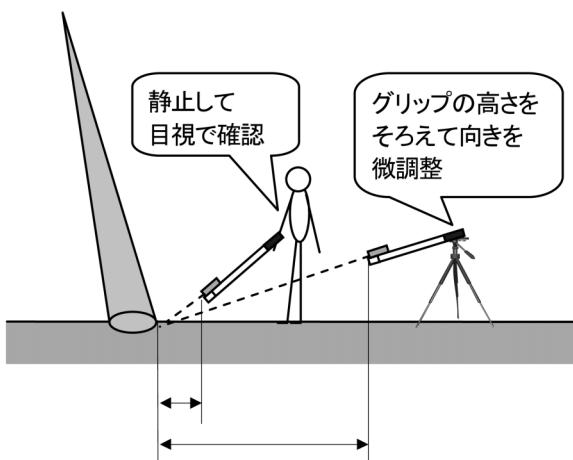


図7 受信可能距離の確認  
Fig. 7 Confirmation of receivable distance

眼者の見え方に比べて明るく撮影されている。

路面上の誘導マークの照度および大きさを表1に示す。旧システムに比べて面積が大きくなつたが、誘導マークの中心照度は同程度かやや暗くなつた。

今回はプレ実験として、図7のように被験者1名が立位で静止して片手で白杖を持ち、受光部を誘導マークに向けるように目視で確認しながら構えたと

きの受信可能距離（誘導マークと受光部間の距離）を確認した結果、A点では1[m]、B点では0.7[m]となつた。

一方、白杖を固定して受光部の向きを微調整しながら誘導マークの方向へ向けた場合、A点、B点とも、誘導マークから2[m]離したとき受信可能であつた。したがつて、路面からの反射光を用いた場合の受信感度は十分確保されており、手持ちの際に受信可能距離が短くなつた要因として、白杖の杖先に受光部があるために狙いを付けにくく、手振れの影響も大きいことが考えられる。

#### 4 おわりに

本年度はLED誘導システムを利用した可視光通信システムについて、受信率を改善するための改良を行つた。昨年度のLEDの直接光を用いて受信する方式から、発信機、受信機をそれぞれ改良することにより、路面からの反射光を用いて可視光通信を受信することが可能となつた。直射光を受信するための受光部と反射光を受信するための受光部を組み合わせることにより、歩行時の受信率が改善されることが期待される。

また、LED誘導システムのLEDを高輝度なものに交換することにより、路面上の誘導マークは以前のものに比べてより広くなつた。今後、LEDのレンズ系を改良して誘導マークの照度を高めることにより、以前の社会実験において埋め込み式のLEDに比べて暗いという意見が得られたこと<sup>2)</sup>に対する有効な解決策になると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 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
- 2) 柳原崇男、北川博巳、大森清博、北山一郎、松本泰幸、“LED照明を用いたロービジョン者の夜間歩行支援に関する研究”、日本福祉のまちづくり学会第11回全国大会概要集、pp.467-470、2008
- 3) 大森清博、杉本義己、北山一郎、柳原崇男、北川博巳、“LED誘導マークへ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
- 4) 大森清博、杉本義己、北山一郎、柳原崇男、北川博巳、“LED誘導マークへの可視光通信の適用に関する研究(第二報)”、日本福祉のまちづくり学会第11回全国大会概要集、pp.463-466、2008