

弱視者の夜間歩行に関する研究

ロービジョン者の夜間歩行誘導方法に関する研究 (その2)

Study on low-vision people's walk at nighttime

Concerning how to lead the low-vision people to walk safely even at night time (Part2)

宮崎 貴久 谷内久美子 北山 一郎 大森 清博 杉本 義己 松井 利和
MIYAZAKI Takahisa TANIUCHI Kumiko KITAYAMA Ichirou OMORI Kiyohiro SUGIMOTO Yoshimi
MATSUI Toshikazu

三隅 隆也 ((財)新産業創造研究機構)

MISUMI Takaya (The New Industry Research Organization)

新田 保次 猪井 博登 (大阪大学大学院工学研究科)

NITTA Yasutsugu INOI Hiroto (Graduate School of Osaka University)

松本 泰幸 藤田 淳一 小平 恭宏 外山 芳弘 (小糸工業株)

MATSUMOTO Yasuyuki FUJITA Junichi KODAIRA Yasuhiro TOYAMA Yoshihiro (Koito Industries Ltd)

原田 敦史 (国立神戸視力障害センター)

HARATA Atushi (Kobe National Rehabilitation Center for Persons with Visual Disabilities)

キーワード :

ロービジョン、夜間、歩行、誘導、LED

Keywords:

Low-vision, nighttime, walking, guidance, LED

Abstract:

Low-vision people mostly depends on their low sight ability when they walk on the streets at night, so that the poorly-lit streets often cause the many difficulties for their walking.

In last year's research, we suggested a walking guidance system with LED lighting, by which low-vision people can walk rather easily and safely even on poorly-lit pedestrian roads at night time. We inspected a most useful way which takes the walking guidance system with LED lighting by some actual walking experiments.

1 はじめに

ロービジョン者の多くは残された視覚を使い歩行しており、夜間は特に歩きづらい環境になっている。平成 14 年度における研究では、ロービジョン者が歩

きやすくするためには照明の明るさを 20(lx)程度確保することが望ましく、10(lx)以下の低い照度の下では歩きづらいこと、平成 15 年度における研究では、地上から路面に作り出した LED 誘導マークが、歩行支援手法として有効であることがわかっている。

そこで、本研究では、路面に作り出した LED 誘導マークの最適な色や明るさ、設置間隔を視覚障害者による歩行実験等によって見出すとともに、LED 誘導マークの有効性を屋外の舗装路面上で確認する。

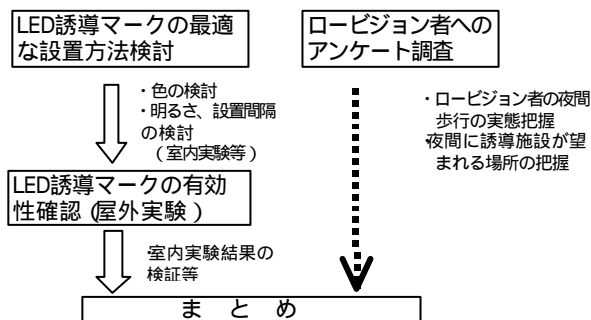


図 1 研究の流れ

Fig.1 Research process

また、ロービジョン者へのアンケート調査によってロービジョン者の夜間歩行の実態を捉えると共に、夜間における誘導施設が実際の街中で必要とされる場所を把握する。

2 LED 誘導マークの最適な設置方法検討

2.1 LED 誘導マーク

近年、ロービジョン者の夜間歩行を助けるため、夜間の視認性に配慮して、LED や蓄光材を埋め込んだ誘導用ブロックがでており、全国でその施工事例がある。しかし、これらのブロックは路面に埋め込まれるため、高額な設置費用と維持管理、故障時の取替えの困難性などの問題を抱えている。そこで、路面から光を放つのではなく、照明灯や標識など地上から路面に光を放ち誘導マークをつける方法を考えた。照明灯等に、鋭角なビーム発光と高い輝度を有するレンズ一体型LEDを取り付け、道路面に明るいマークを作り出し、ロービジョン者の夜間歩行誘導の助けとするものである。

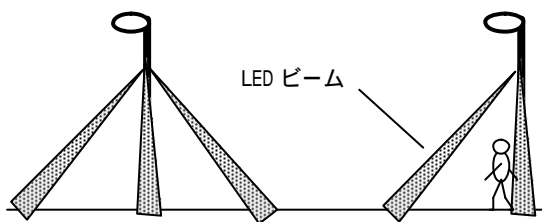


図2 誘導方法
Fig.2 How to lead

2.2 実験概要

昨年行った歩行実験と同様に、本研究所内に歩道照明とLED 誘導マークの照射装置をセットした実験歩行路を設置し、異なる色(赤、黄、緑)、異なる明るさ 設置間隔(明るさ:LED 誘導マークの照射部分 45(lx)、90(lx)、180(lx)、設置間隔:5m、7.5m、10m)の下でロービジョンの被験者に目視・歩行してもらい、LED 誘導マークの最適な設置方法を検討した。

2.2.1 実験条件

(1)実験歩道(室内実験)

大きさ 延長 22m、幅 3m。

色 歩道路面にはアスファルト舗装色に近い写真背景紙(マンセル値4)を敷設。

(2)照明条件

実際の路面を想定して、防犯灯等や住居等からの光が路面全面にいきわたるように照明器具を

配置した。

水平面照度 :平均 6(lx)

灯具 :15m 間隔に 4m の高さに片側配置。光源は蛍光水銀ランプ HF100X

(3)誘導器具

レンズ一体型 LED は、高さ 3.25m に中心線上に表示されるようにした。

使用レンズ一体型 LED :三菱オスラム製エレクトライト OS-WL01A-Y1、光色 - 黄、LED 個数は 10 個、定格主波長 587(nm)、放射角 3° 誘導マークの大きさ

大きさは、概ね直径 200mm の円形とした。

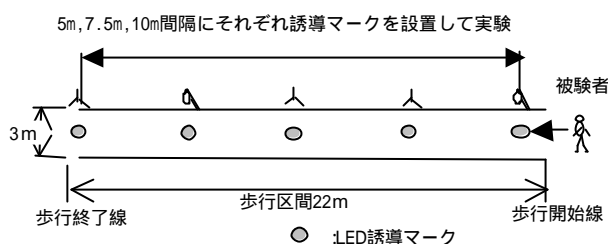


図3 実験概略図
Fig.3 Outline of the test

2.2.2 被験者の属性

被験者は国立神戸視力障害センターの入所者のうち身体障害者手帳を有しているロービジョン者 18 名で、年齢は 18~54 歳の男 13 名、女 5 名である。被験者の属性は表 1 のとおりである。

表 1 被験者の属性

Table.1 Attribute of the subjects

身体障害者手帳の等級					
等級	1 級	2 級	3 級	4~6 級	計
人数	2	7	3	6	18

最大視力(左右の矯正後視力の大きい値)					
最大視力	0.01	0.02 - 0.06	0.07 - 0.15	0.16 以上	計
人数	2	5	5	6	18

原因疾患構成割合(人数 計 18 名:複数疾患患者有)						
白内障	網膜色素変性症	色変	網膜剥離	緑内障	未熟児網膜症	その他
4	3	3	3	2	2	6

視野障害の有無			
障害	有	無	計
人数	14	4	18

歩行訓練を受けた経験の有無			
訓練	有	無	計
人数	2	16	18

2.3 最適な色の評価実験

2.3.1 実験方法

他の実験と同様に本研究所内の試験歩行路上で行ったが、準備したLED製品に照射部分の面積にばらつきが見られ視覚障害者による目視実験で偏った結果がでたため、屋外で再度、最適な色を決定するための実験を行った。

実験路上に、赤色、黄色、緑色のLED誘導マークを順番に照射し、手前から被験者に1番見やすい色と2番目に見やすい色を答えてもらった。

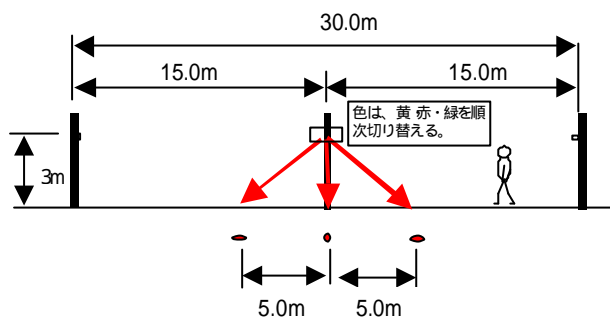


図4 . 最適な色の実験概略図
Fig.4 Outline of the color test

2.3.2 実験結果

被験者に目視してもらった後、ヒアリングした結果、黄色が1番わかりやすいと答えた被験者が12名中5名を占めた。また、12名中10名が黄色を2番目までにわかりやすいという評価をした。

表2 誘導マークの色の評価(見やすい色)

Table2 Assessment on color of leading marks

	黄色	赤色	緑色	どれも同じ	わからない
1番目	5	3	3	1	0
2番目	5	4	2	0	1

なお、実際に道路上へ誘導マークを照射する場合には、ドライバー等が発光銃や信号機等と見間違えて認識する可能性があるため、設置場所と共に誘導マークの色について交通管理者及び道路管理者と意見調整することが必要となる。

2.4 最適な明るさ・設置間隔の評価実験

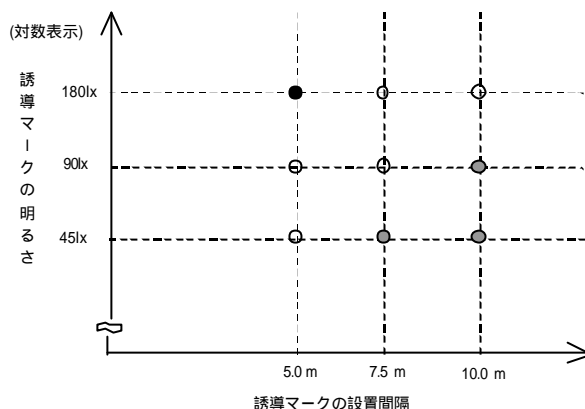
2.4.1 実験方法

設置間隔が広いと明るくないと認識しづらく、逆に設置間隔が狭いと暗くても認識できるというように、設置間隔と明るさの間には相関関係があることが予測される。このため、明るさと設置間隔については、別々に実験して最適な明るさと最適な設置間隔を別

個に決めるのではなく、明るさと設置間隔のパターンを設定して実験を行い、最適な明るさ・設置間隔のパターンを決定する方法をとる。

また、実際に路面上に誘導マークを設置する場合には、コストを下げるため既設の道路標識柱や電柱等にLED照射施設を設置することが実用的である。誘導マークの設置間隔は、現場の条件に合わせて決められるように数値を固定せずに、ある程度の幅をもたせることとする。

LED誘導マークの有効な設置間隔と明るさの関係



●	昨年の実験結果から、歩行実験を取りやめたパターン
○	目視実験により視認性評価をした上で歩行実験するパターン
◉	歩行実験を行うパターン

図5 明るさと設置間隔のパターン図

Fig.5 Patterns of brightness and space

昨年の実験から、設置間隔5mで十分歩行できることがわかってきたため、設置間隔は5m以上でよいと考え、5m、7.5m、10mの3通りとした。また、明るさは昨年の実験より暗い・同様・明るいの3通り行うこととし、45(lx)、90(lx)、180(lx)とした。

なお、本来であれば、設置間隔3通り、明るさ3通りの計9パターンについて歩行実験を実施すべきであるが、昨年度の実験結果と同じ設置間隔が5mで昨年の実験(90(lx))より明るい180(lx)は十分歩行できるものと考え、歩行実験を取りやめた。また、歩行が行いにくいと考えられる明るさ45(lx)・設置間隔7.5m(以下、「45(lx)・7.5m」と表記する)、45(lx)・10m、90(lx)・10mについては、予め起点側から被験者に目視してもらい、誘導マークが見える個数が少ないパターンは、歩行もできないと考えて歩行実験を省略した。(図5)

2.4.2 実験結果

(1) 目視実験

歩行実験を行う前に、認識がしづらいと考えられる3パターンについて、起点側から誘導マークが見える個数をきいた。

この結果、45(1x)・7.5m、45(1x)・10mのパターンは、被験者が目視で誘導マークが見える個数が少なかったため、この2パターンは歩行実験を行わないことにした。(表3)

表3 目視試験結果

Table3 The numbers of the visible leading marks

	見えない	1個	2個	3個
45(1x)・7.5m	1	8	5	4
45(1x)・10m	1	6	6	5
90(1x)・10m	0	6	4	8

(2) 歩行実験



図6 歩行実験の状況

Fig.6 Scene of the walking test

残った6パターンについて、歩行実験を行った。実験に先立ち、起点から誘導マークの見える個数について被験者にヒアリングした結果は図7のとおりである。

これによると、45(1x)・5mのパターンでは、誘導マークが見えない又は1個しか見えないという被験者が5名もいる。90(1x)・5m、180(1x)・7.5mのパターンでは2個以上見えるという被験者が15名おり、90(1x)においても180(1x)においても設置間隔が長くなるにつれその人数は減っている。

次に、誘導マークを認識して歩行しているのかを確認するため、歩行実験をビデオテープに収め、

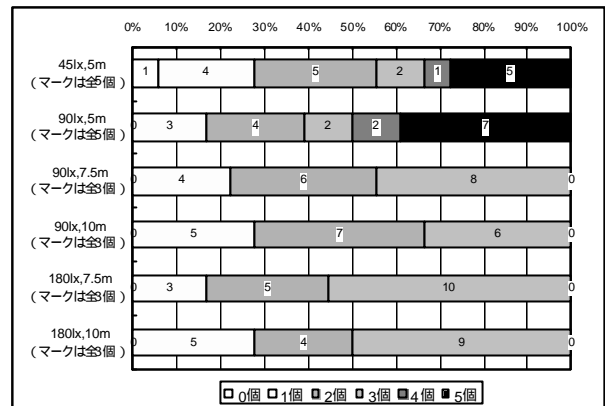


図7 誘導マークの見える数

Fig.7 The numbers of visible leading marks

後日、誘導マークの直上を歩行できているかを調べた。

誘導マーク上を直線的に歩行している被験者は、手前から誘導マークを十分認識できているものと解釈できる。また、誘導マーク上を歩行しているが、マークの手前で立ち止まりコースを変えた被験者や誘導マーク直上を通過していない被験者は誘導マークが十分に認識できていないものと解釈できる。

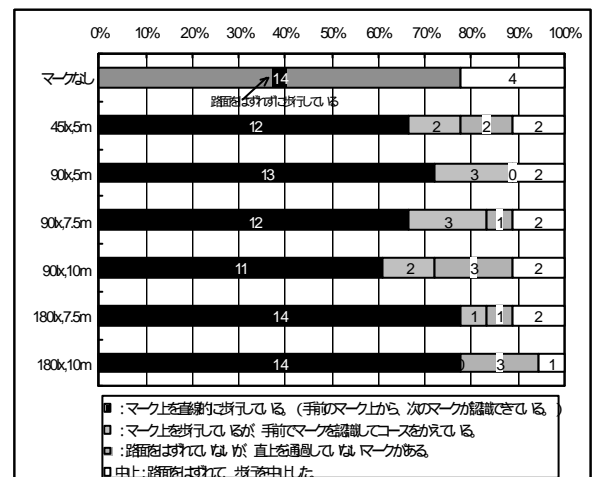


図8 誘導マークの認識

Fig.8 Awareness of leading marks

これによると、45(1x)・5m、90(1x)・7.5m、90(1x)・10mのパターンで誘導マークの認識がやや劣ることがわかる。

また、歩行後に、誘導マークの視認性や明るさについて評価してもらった。この結果を図9、10に示す。

図9では、90(1x)・5mのパターンでは15名

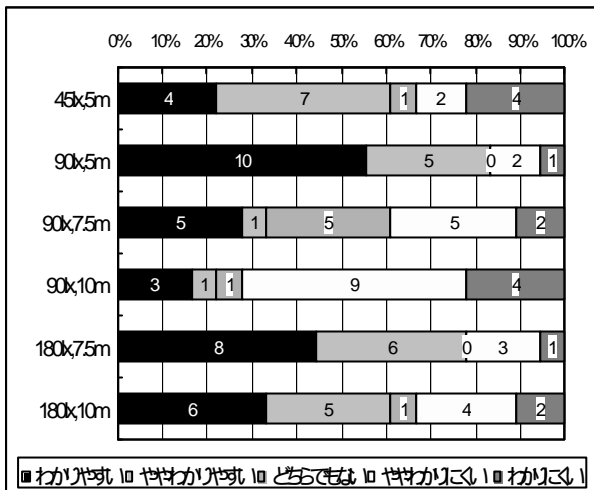


図9 誘導マークの視認性評価
Fig.9 Assessment on visibility of leading marks

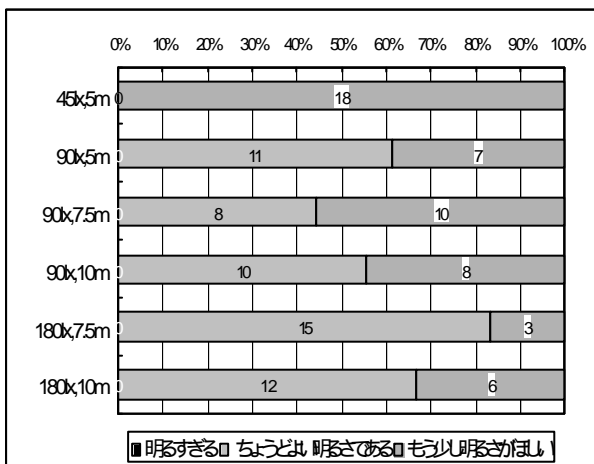


図10 誘導マークの明るさの評価
Fig.10 Assessment on brightness of leading marks

の被験者が「わかりやすい」または「ややわかりやすい」という評価をしている。また、180(1x)・7.5mのパターンでも14名の被験者が同様の評価をしている。

図10では、180(1x)・7.5mのパターンの評価が高かった。さらに、全パターンの歩行が終わった後に、被験者にどのパターンが一番歩きやすかったかを聞いた。(図11)

これらの結果から、5m・90(1x)のパターンは、全ての評価項目で良好な結果が得られており、また図11においても最も多い被験者が一番歩きやすかったパターンとしている。

7.5m・180(1x)は、次にわかりやすいパターンとして評価されており、180(1x)の明るさは「ちょうどよい明るさ」と評価した被験者が15名いた。

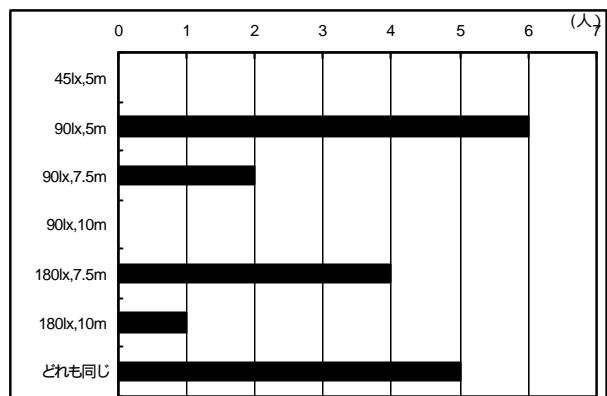


図11 一番歩きやすかったパターン
Fig.11 The best pattern to walk

このため、有効な設置間隔・明るさについては、設置間隔5mでは90(1x)の明るさが必要で、設置間隔7.5mでは180(1x)の明るさが必要と整理する。

3. LED 誘導マークの有効性確認 (屋外実験)

ここでは、室内実験で最適とされた誘導マークの設置パターンについて屋外に実験施設を設置し、室内で得られた結果の有効性を確認するための歩行実験を行った。

3.1 実験条件

屋外実験装置は、兵庫県社会福祉事業団総合リハビリテーション内に設置した。LED 誘導マーク照射施設は、低電力消費である。実験で使用した誘導マークは1個あたり1w程度であり、一般のコンセントから電力を供給できる。屋外実験においても、屋外給湯器用に設置されたコンセントから電力の供給を行うことができた。なお、屋外実験では、室内実験で一番評価が高かった5m・90(1x)で確認実験を行うこととした。

3.1.1 実験走路

実験走路は、総合リハビリテーションセンター北側の市道に面し、アスファルト舗装されている32mの区間とした。部分的に防犯灯の光が漏れる箇所もあるが、市道との間に生垣があるため、無灯火での照度は0.5~4(1x)である。(図12)

3.1.2 誘導器具 (LED 誘導マーク)

LED 誘導マークは15m間隔に設置された3本の支柱に5m間隔に照射できるように設置した。(図13) なお、照射をまっすぐに行うところと斜め



図12 屋外実験施設
Fig.12 The outdoor experiment system

設置間隔	色	明るさ
5.0m	黄色	平均90(lx)

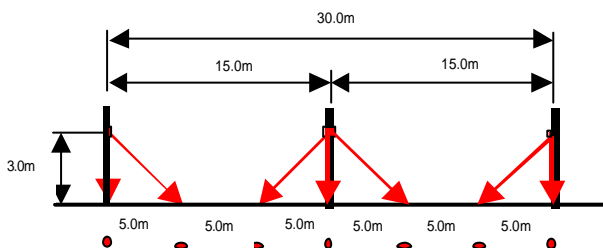


図13 屋外実験施設概要図
Fig.13 Outline of outdoor experiment system

に行うところでは照度が異なるため、7つの誘導マークの照度平均が 90(lx)となるように調整した。

3.1.3 被験者の属性

被験者は、屋内実験と同様に、国立神戸視力障害センターに入所・通所しているロービジョン者12名で、年齢は18～63歳の男9名、女3名の計12名である。このうち、9名は室内実験にも参加している。被験者の属性を表4に示す。

3.1.4 実験日の天候

平成17年2月24日(木) 天気 雨
" 2月25日(金) 天気 晴

実験初日は、雨であったが被験者の了解を得た上で5名の実験を行った。

3.2 実験方法

実験は、先に説明した歩行路上で、ロービジョ

表4 被験者の属性

Table.4 Attribute of the subjects

身体障害者手帳の等級					
等級	1級	2級	3級	4～6級	計
人数	1	6	3	2	12

最大視力(左右の矯正後視力の大きい値)					
最大視力	0.01	0.02 - 0.06	0.07 - 0.15	0.16以上	計
人数	1	3	3	5	12

原因疾患構成割合(人数 計12名:複数疾患患者有)		
網膜色素変性症	白内障	その他
4	2	7

視野障害の有無			
障害	有	無	計
人数	10	2	12

歩行訓練を受けた経験の有無			
訓練	有	無	計
人数	1	11	12

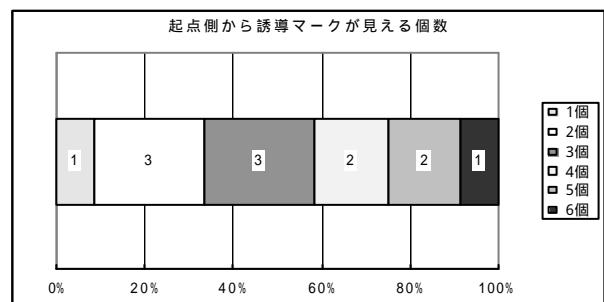
ン者に歩行いただき、屋内実験と同様に歩行状況の確認と被験者へのヒアリングを行った。また、実験歩行路上に曲線状に誘導マークを設置し、被験者が終点まで歩けるかの確認を行った。

3.3 実験結果

3.3.1 歩行実験

被験者12名中、11名がマーク上を終点まで歩行できた。歩行できなかった1名は、最大視力0.01かつ視野狭窄であり、屋内実験においても終点まで歩行できていない。晴の日は、被験者7名全員が歩行できた。

起点側から誘導マークがいくつ見えたかという質問に対する回答を図14に示す。屋内実験の時と同様に回答にばらつきがあるが、これは被験



	1個	2個	3個	4個	5個	6個
24日	1	0	2	1	1	0
25日	0	3	1	1	1	1

図14 誘導マークの見える数
Fig.14 The numbers of visible leading marks

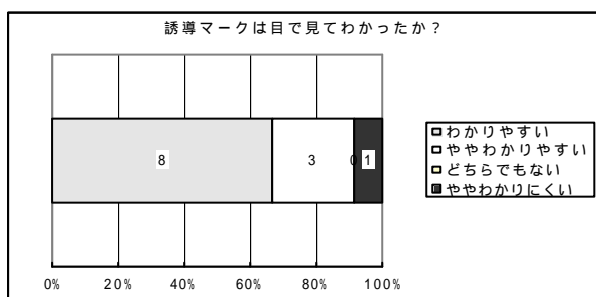
者の属性（障害の程度）による差であると考えられる。被験者の数は少ないが、屋内実験より誘導マークのみ見える数が若干少ない。また、歩行後に、被験者に「誘導マークが認識できたか」、「誘導マークの明るさは適切であったか」、についてヒアリングした結果を図15, 16に示す。

図15において、被験者12名中8名がわかりやすいと、3名がややわかりやすいと答えている。また、晴天時（25日）のデータだけを捉えると7名中、6名がわかりやすいと評価している。

図16においては、晴天時には、被験者7名中、5名がちょうどよい明るさであると評価している。

また、歩行後に、屋内実験にも参加された被験者に室内と屋外で、LED誘導マークの見え方がどう異なるかについてきいた。

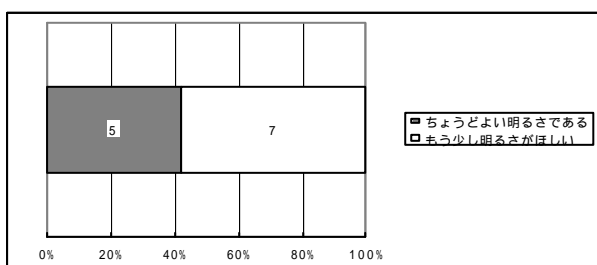
雨の日の被験者からは、「光が路面に反射しているんな光が目に入り、誘導マークが見つらい。



	わかりやすい	ややわかりやすい	どちらでもない	ややわかりにくい
24日	2	2	0	1
25日	6	1	0	0

図15 誘導マークの視認性評価

Fig.15 Assessment on visibility of leading marks



	ちょうどよい	もう少しあかるさがほしい
24日	0	5
25日	5	2

図16 誘導マークの明るさの評価

Fig.16 Assessment on brightness of leading marks

誘導マークをもっと明るくしてほしい。」という意見がでた。一方、晴の日の被験者からは「室内と同様に分かりやすかった。」という意見が多かった。

3.3.2 歩行路に曲線を入れた実験

晴天に恵まれた25日だけではあるが、歩行路内に曲線状に誘導マークを設置し、被験者に歩行してもらった。この時、被験者には、誘導マークはある地点から曲線状に設置していることは伝えたが、曲線の始まる場所や曲線の半径、長さ等については伝えていなかった。

誘導マークは、5m間隔に約20m直線に設置した後、半径9mの円形に15m(約90度)設置した。

この結果、被験者7名全員が終点まで歩行できたことが確認できた。

4 ロービジョン者へのアンケート調査

4.1 対象者及びアンケート方法

アンケートは次の2つ対象者に同じアンケート表を別々の方法で配付・回収した。

Kinki-ビジョン・サポート会員

Kinki-ビジョン・サポートとは、視覚障害者の集まりで、明石市内で行われた会合(サロン)でアンケート用紙を配付し、郵送による回収を行った。(配付17名、回収12名、回収率70.6%)

国立視力障害センター入所・来所者

屋外実験実施時に被験者に配付、同時に全員から回収した。(12名)

4.2 アンケート結果

まず、夜間における外出状況について、設問を行った。結果は、図17~20のとおりである。

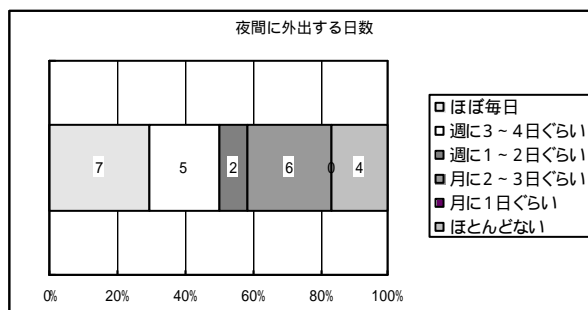


図17 夜間に外出する日数(頻度)

Fig.17 Frequency of going out at nighttime

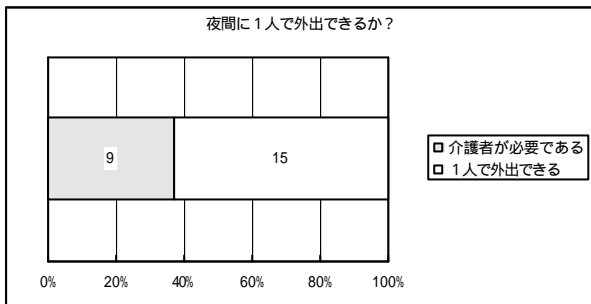


図18 夜間に1人で外出できるか
Fig.18 Possibility of going out at nighttime alone

図17では、週に1日以上夜間に外出する人が全体の6割近くをしめることがわかる。図18からは、全体の6割強の人が1人で外出できることがわかるが、図20に示す夜間に外出する時の状況とクロス集計したところ、1人で外出することができる」と答えた15名全員が、「照明が整っていれば1人で歩行できる」または「日常歩行しているところであれば1人で歩行できる」と答えている。

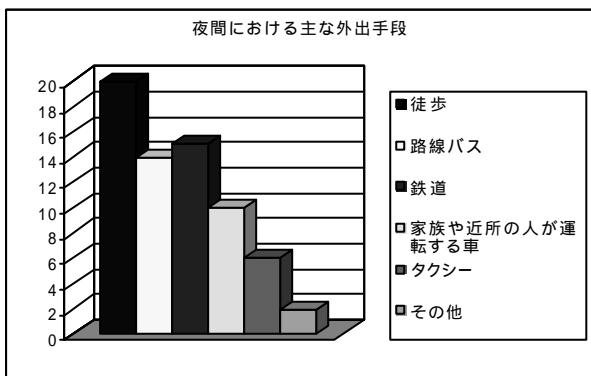


図19 夜間における主な外出手段 (複数回答)
Fig.19 Way of going out at nighttime

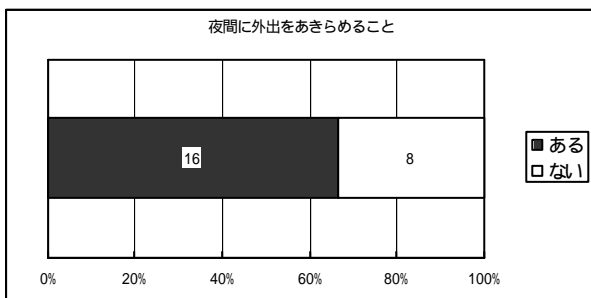


図20 夜間に外出する時の状況
Fig.20 Conditions of going out at nighttime

また、図19では、夜間の交通手段として、徒歩や路線バス、鉄道といったように健常者とあま

りかわらない人が多いことがわかった。

次にロービジョン者の夜間歩行への意識について「夜間に外出したいと思っているのに、目が不自由であることを理由に外出をあきらめることがあるか」をきいた。

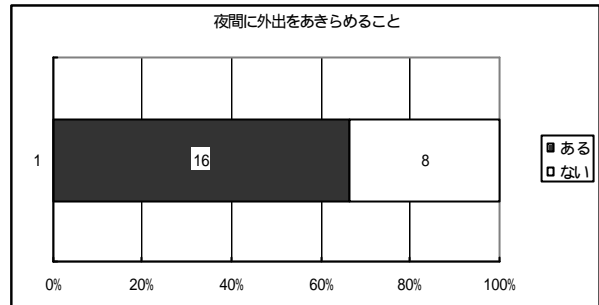


図21 目の不自由なことを理由に夜間外出をあきらめること
Fig.21 Giving up the idea of going out at nighttime for low-vision

これによると、全体の2/3のロービジョン者が「夜間に外出したいと思っているのに、目が不自由であることを理由に外出をあきらめることがある」と答えている。

最後に、夜間に街中において、誘導施設がほしいと思う場所についてきいた。

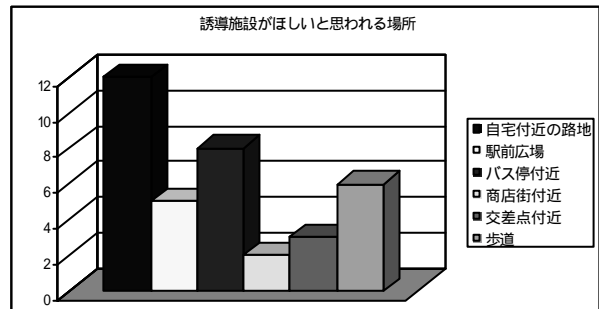


図22 夜間に誘導施設がほしい場所
Fig.22 Places where low-vision people needs guidance system at nighttime

アンケートの結果から、ロービジョン者は夜間1人で外出できる人も多いが、歩行できるのは照明設備が整っている場合が日常歩行している場所であることが伺える。また、目の不自由であることを理由に外出をあきらめられることが多く、自宅付近の路地やバス停付近や歩道で、特に不便を感じていることがわかる。

5 まとめ

実験結果から、地上から路面に光の誘導マークを映し出す方法（LED 誘導マーク）は、ロービジョン者の誘導に効果があり、誘導マークの色は黄色、明るさ及び設置間隔は 90(lx)・5m または 180(lx)・7.5m が望ましいことが分かった。

屋外実験では室内実験で定めた色、設置間隔・明るさで十分歩行できることが確認された。また、歩行路にカーブを入れてもロービジョン者は誘導マークを認識して歩行できること、さらに偶然ではあるが実験日に雨が降ったが、雨の日も被験者 5 名中、4 名が歩行できたことから、効果が見込めることがわかった。

さらに、ロービジョン者へのアンケート調査により、ロービジョン者は、目が不自由であることを理由に夜間の外出をあきらめることがあり、ロービジョン者の夜間歩行を支援する設備が必要であることがわかった。

6 おわりに

今回の実験では、室内実験で 18 名、屋外実験で 12 名の被験者を対象に歩行実験を行ったが、視覚障害者の症状は様々であり、LED 誘導マークの仕様を決めるためには、もっと多くの被験者で実験を行う必要がある。

また、実際に道路上に設置する場合には、道路管理者や交通管理者、さらには既存の電柱に添設する場合には電柱を管理する電力・通信等の公益企業者に協力を求める必要があるし、広く地域住民に視覚障害者の夜間歩行に理解を求めることが必要になる。

今回の実験は、視覚障害者の QOL を高めるための一歩に過ぎず、引き続き研究を続けていく必要である。ロービジョン者も健常者と同様に夜間歩行ができる環境づくりが望まれるところであり、今後のロービジョン者夜間歩行支援策の研究の発展に期待したい。

謝辞

実験において多大な支援とご協力をいただいた国立神戸視力障害センターの入所者並びに職員の方々、またアンケートの協力いただいた Kinki-ビジョン・サポート会員の方々、また屋外実験に協力いただいた総合リハビリセンターの皆様に、心より謝意を表します。

参考文献

- 1) 市原考、原田敦史、松本泰幸、小平恭宏：「人にやさしい道路環境に関する研究 - ロービジョン者の夜間歩行に関する研究 -」、福祉のまちづくり工学研究所報告集平成 14 年度版、pp.69-78、2003
- 2) 市原考、原田敦史：「弱視者の夜間歩行に関する研究 - ロービジョン者の夜間歩行誘導方法に関する研究 -」、福祉のまちづくり工学研究所報告集平成 15 年度版、pp.33-39、2004
- 3) 上野朋子、赤坂人司、魚住拓司、川上幸二、築島謙次、久保明夫：「視覚障害者のための LED(発光ダイオード)視線誘導灯システムの研究」、第 25 回感覚代行シンポジウム発表論文集、pp87-90、1999
- 4) 江崎公暢、藤田晃弘、今井宏樹：「視覚障害者誘導用ブロックの夜間における視認性評価」、土木学会年次学術講演会講演概要集第 4 部 Vol. 57 巻、pp43-44、2002
- 5) 江崎公暢、今泉誠、藤田晃弘、坂口陸男、池田典広：「視覚障害者誘導用 LED の視認性に関する検討」、日本福祉のまちづくり学会第 6 回全国大会概要集、pp.95-98、2003