

# ロービジョン者を対象とした自発光型発光体がもたらす夜間の視認効果について

岡 正彦<sup>1</sup>・酒井 宏<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東北地方整備局 仙台河川国道事務所 計画課 (〒982-8566 宮城県仙台市太白区郡山5-6-6)

<sup>2</sup>東北地方整備局 仙台河川国道事務所 交通対策課 (〒982-8566 宮城県仙台市太白区郡山5-6-6)

夜間の道路照明環境は、ロービジョン者にとって安心感が得られる歩行環境にあるとは言えない。ロービジョン者の夜間歩行の安全性を高めるためには、夜間の歩行環境下でのロービジョン者の視活動を検証し、歩行特性を把握する必要がある。そこで本研究では、ロービジョン者が如何なる視覚的要素を手がかりにしているか、自発光型発光体を用いた屋内での基礎実験と夜間の屋外での視認評価実験を行った。その結果、歩車道境界端部に敷設したLED内蔵の道路鉦の点滅光が、残存視力に頼る傾向があるロービジョン者にとって、歩行時の不安さ・不便さを解消するための効果的な視覚情報としての有効性が期待できることがわかった。

キーワード ロービジョン, 視認性, 点滅光, 夜間歩行, 安全性

## 1. はじめに

安全で安心な公共空間の環境整備は、本格的な高齢社会の進展に伴い、より一層進めていかなければならない重要な取り組みである。しかし、高齢者や身体障害者等の移動の円滑化を考えた場合、公共空間の利便性、安全性が十分に満たされているとは限らない。例えば、視覚障害者、特にロービジョン者<sup>注1)</sup>への配慮である。

夜間の道路照明環境はロービジョン者にとって、安心感が得られる歩行環境にあるとは言えず、夜間歩行の安全性を高めるために効果的に照明を設置する工夫が望まれる。そのためには、ロービジョン者の夜間歩行時の視活動、主に安全性を確かめるために行う確認動作・行動を検証し、歩行特性を把握する必要がある。

そこで本研究では、自発光型発光体を用いて夜間照明環境を想定した模擬歩道空間を再現し、歩車道境界のわかりやすさ、視線誘導としてのわかりやすさ等の評価に関する屋内での基礎実験と、外的環境要因の変化を考慮した夜間の屋外で、ロービジョン者の交差点や道路の横断時の行動特性を通して、ロービジョン者にとっての誘目性の高い効果的な情報とは何かを明らかにすることを目的とした視認評価の実験を行った。

その結果、自発光型発光体の中でも歩車道境界端部に敷設したLED内蔵の道路鉦<sup>注2)</sup>の点滅光が、残存視力に頼る傾向があるロービジョン者にとって、横断歩行速度に変化をもたらす誘因であること。つまり、横断時の渡り始め渡り終わりの位置のわかりづらさ等の不便さ・不安さを解消する効果的な視覚情報として、また、横断のた

めの方向性を定めたランドマークとして有効性が期待できることがわかった。このように、自発光型発光体を用いて照明環境を改善することは、交通安全施設等整備事業の一施策である「あんしん歩行エリアの整備」、「バリアフリーの歩行空間ネットワークの整備」の趣旨に沿ったものであり、誰もが快適に暮らせる生活環境の確保に結びつく。

以下本論文では、視覚障害者のうち「全盲者」と区別する意味で「弱視者」を「ロービジョン者」と総称する。

## 2. 照明基準の現状

そもそも道路照明施設は、交通事故の防止を図ることを目的とした交通安全施設として位置づけられており、『道路照明施設設置基準』に基づき設置されている。

この基準では、交差点や横断歩道に関する局部照明の設置については、自動車の運転者からの視認確保が前提となっており歩行者の視点から定めたものではなかった。しかし、今回改正に伴い歩行者等が歩道等を安全に通行するための照明要件が新たに加えられた。

また、『道路の移動円滑化整備ガイドライン』においては「連続的な照明の設置」、夜間の歩行者交通量の区分に応じて「JISZ9111道路照明基準を参考に、高齢者や身体障害者等に対する視認性に配慮した、歩道路面上の明るさの設定」、「交通量の少ない道路であっても最低限水平面照度10(lx)以上を確保することが望ましい」と記述されている。しかし、これらの規定を含めロービジョン者を明確に対象としたものは見当たらない。

### 3. 研究の目的

ロービジョン者の夜間歩行の安全性を高めるためには、昼間に比べ視認性が低下する夜間の環境下において、いかなる視覚的要素を手掛かりにしているのかを知ることが重要である。

既往研究では、津田(1998)や高宮ら(1999)の道路構造がもたらした障害要因の解明<sup>1) 2)</sup>、下山ら(2000)の照明環境がもたらす歩行者の心理傾向の分析<sup>3)</sup>、田中ら(2007)の夜間街路空間の歩行に関する意識調査<sup>4)</sup>等の研究事例がある。しかし、ロービジョン者を対象とした夜間の実空間での交差点や道路横断時の行動特性に関する研究は、あまり見当たらない。

本研究の目的は、第一に自発光型の縁石ブロック(LED内蔵)<sup>注3)</sup>を用いて夜間照明環境を想定した模擬歩道を再現し、ロービジョン者の夜間歩行時の視活動を検証する。第二に夜間の歩行空間、特に歩車道境界や車両乗入部がわかりにくいフラット型の歩道構造のような外因的要素、通行人、自転車等の往来、車のライトによるグレアなど一定でない周辺環境等、外的変化がもたらす実空間において、LEDのような発光体の点滅光がロービジョン者にとって、横断時の誘導の目安としての有効性が期待できるか、夜間の屋外で視認性の評価実験を行う。

### 4. 基礎実験

#### (1) 実験概要

被験者は、ロービジョン者 21 名(35±11.26 歳)、高齢者 9 名(73±6.12 歳)、車いす使用者 5 名(33±10.28 歳)、健常者 10 名(30±9.69 歳)。県立盲学校等体育館を使用し、自発光型の縁石ブロックを用いて、照度レベルごとの夜間歩行に関わる視活動に相違が認められるか評価実験を行った。実験は、ロービジョン者、高齢者、車いす使用者、健常者の各グループにおいて、視機能の状況(見え方)評価に関する比較検討を行う。

#### (2) 実験手順

実験の順路を図1に示す。

体育館内に、無彩色のグレー(マンセル値 N4)のカーペットを設置し、それぞれのエリアに黄色の誘導用点字

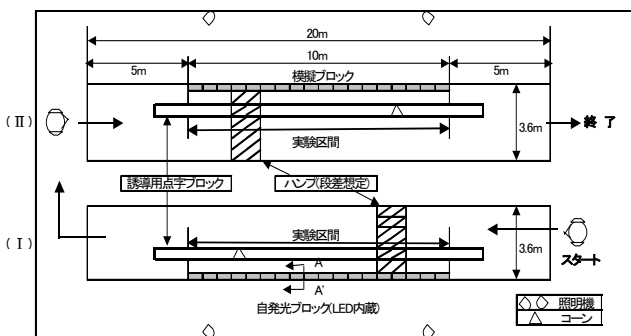


図-1 実験概要図

ブロック(マンセル値 5Y8/13)を敷設した。

実験歩行路は、カラーコーン赤、黄、白(マンセル値 7.5R4/14、2.5Y8/12、N9.5)と赤色のハンプ(マンセル値 10R5/10)を使用し障害物を想定した状態を造った。(I)の歩行経路には、自発光型縁石ブロック(以下、自発光ブロック)、(II)の歩行経路には、一般的な縁石ブロックを想定した模擬ブロック(以下、模擬ブロック)を敷設した。なお、照度レベルは「JISZ9111 道路照明基準」、「歩行者のための屋外公共照明基準」を参考に 5(lx)、10(lx)、20(lx)の3段階とした。

実験区間は、図1に示すとおりである。被験者には、照度レベルごとに(I)のエリアの自発光ブロックが設置してある歩行路を進み、引き続き(II)のエリアの模擬ブロックのある歩行路を歩き終了とした。ヒアリングは、(I)のエリアの歩行終了時と(II)のエリアの歩行終了時の2回、被験者ごとに実施した。ヒアリング内容は、歩車道境界や視線誘導としてのわかりやすさ、路面の明るさや歩きやすさを表1による評価指標にもとづき被験者、照度、ブロック種別ごとにまとめた。(図2-5)

#### (3) 実験結果

##### a) 歩車道境界・視線誘導としてのわかりやすさ

歩車道境界としてのわかりやすさ<sup>注4)</sup>については、各照度レベルに応じて模擬ブロックと自発光ブロックの対比効果に関する被験者の評価に差が見られる傾向にある。(図2)特に、ロービジョン者はすべての照度レベルで、自発光ブロックに対して肯定的に評価する傾向が確認できた。視線誘導としてのわかりやすさ<sup>注5)</sup>についても、各照度レベルに応じて模擬ブロックと自発光ブロックの対比効果に関する被験者の評価に差が見られる傾向にある。(図3) 5(lx)の照度レベルでは全被験者が、自発光ブロックは「わかりやすい」又は「はっきりわかる」と評価していることが図3からも確認できる。

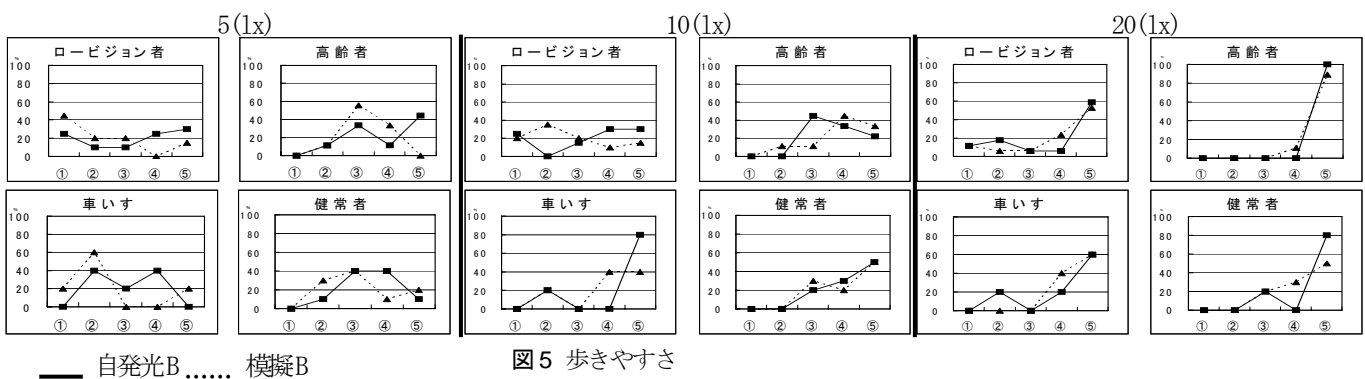
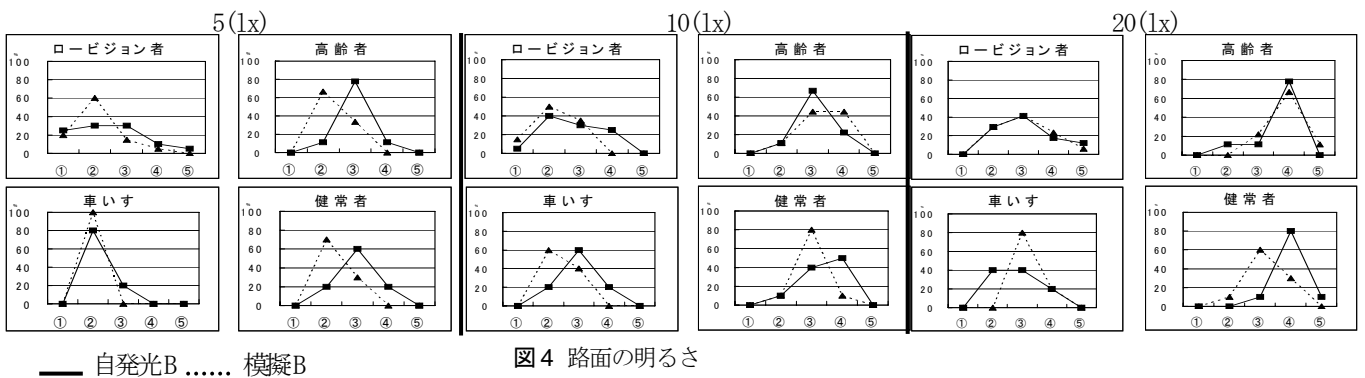
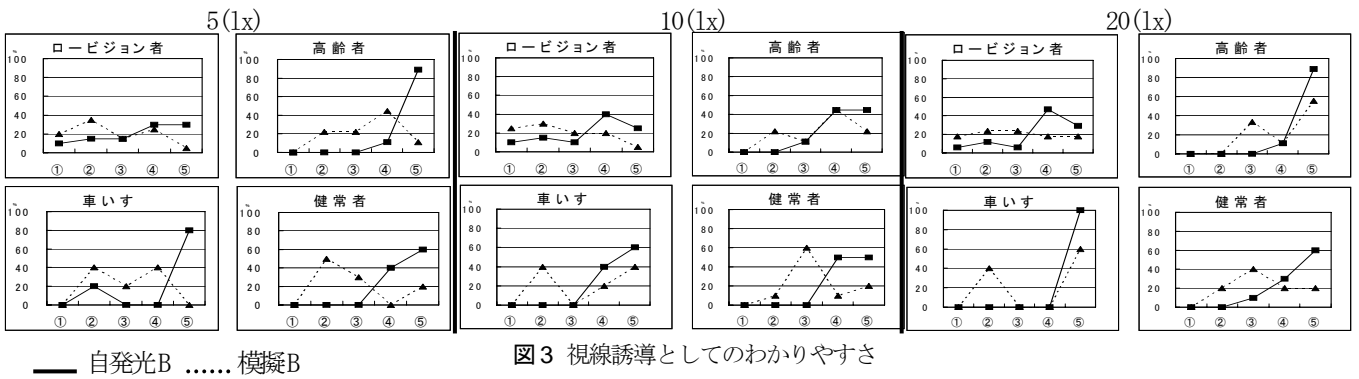
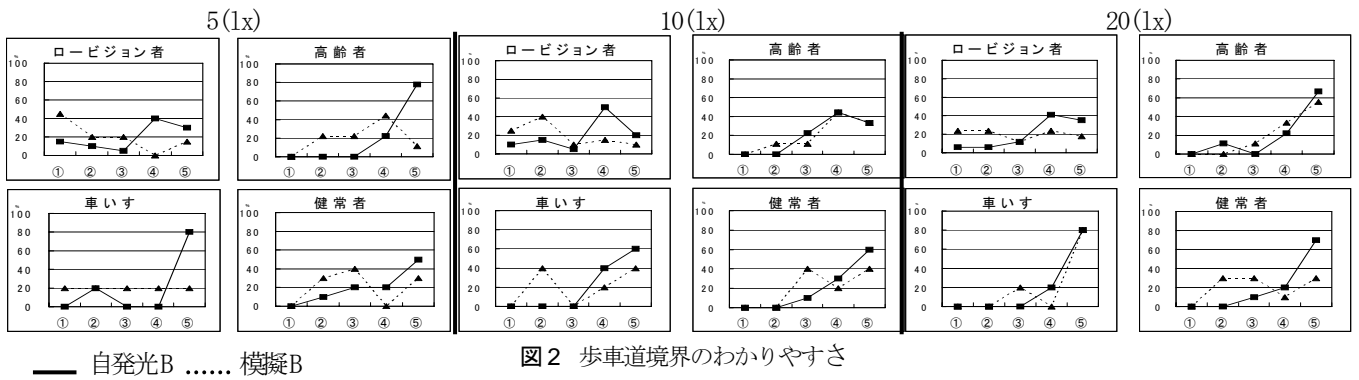
##### b) 路面の明るさ・歩きやすさ

路面の明るさ<sup>注6)</sup>に関しては、照度レベルが上がるごとに模擬ブロックの歩行経路上の明るさに対して、「暗い」、「ちょうど良い」、さらに「明るい」と評価が推移する傾向が見られる。(図4)

照度レベルごとの歩きやすさ<sup>注7)</sup>に関しては、20(lx)において模擬ブロックと自発光ブロックの歩行経路を対比した結果、歩行経路に関する歩きやすさについては、評価の推移に各被験者とも同様の傾向が認められた。(図5)

表1 評価指標

評価指標	①	②	③	④	⑤
歩車道境界はわかりやすかったか	ほとんどわからない	わかりづらい	どちらでもない	わかりやすい	はっきりわかる
境界ブロックは視線誘導としてわかりやすいか	ほとんどわからない	わかりづらい	どちらでもない	わかりやすい	はっきりわかる
路面の明るさはどうか	暗すぎる	暗い	ちょうど良い	明るい	明るすぎる
今の明るさは歩きやすかったか	歩きにくい	少し歩きにくい	どちらでもない	少し歩きやすい	歩きやすい



#### (4) 分析

本実験で得られた、「歩車道境界・視線誘導としてのわかりやすさ」と「路面の明るさ・歩きやすさ」に関するデータ結果の有効性を確認するためFisherの正確確率検定を行った。なお、本稿では検定結果が $p < 0.05$ を有意とした。有意差が認められた群を表2に示す。

「歩車道境界としてのわかりやすさ」では、ロービジョン者の5, 10, 20(lx)と高齢者5(lx)の照度レベル。「視線誘導としてのわかりやすさ」では、ロービジョン者の5, 10(lx)と健常者5(lx)の照度レベル。「路面の明るさ」では、ロービジョン者10(lx)の照度レベル。「歩きやすさ」では、ロービジョン者5, 10(lx)の各照度レベ

ルで有意差が認められた。ロービジョン者は他の被験者に比べ、特に 5(1x)、10(1x)の照度レベルにおいて、自発光ブロックなどの灯具(足元灯)が歩車道境界などの視認効果を認める傾向にあることがわかる。

## 5. 歩行実験

### (1) 実験概要

実験場所の概要図、位置図を図6、7に示す。

被験者は、県立盲学校の生徒及び教諭を含む13名のロービジョン者(30±8.59歳)にお願いした。実験は、仙台市内の一般国道45号五輪附近の片側2車線の交差点で行った。平均照度は、18:00、21:00にJIS-C-7612の照度測定方法を参考に図6に示すNo.1-15の歩道領域を照度計IM-5により計測した。道路紙等を敷設する前・後の平均照度を表3に示す。なお、照度の高いNo.5(18:00)は、コンビニからの照明の影響によるものと思われる。歩行実験の目的は、基礎実験での成果を受けて、ロー

ビジョン者にとって道路紙の点滅光が交差点等での横断行為にどのような影響をもたらすのか、注意喚起としての注視効果がロービジョン者の動作、特に歩行速度の変化として顕在化するのか、つまり円滑な横断行為の促進に役立つ歩行の記録画像の分析を通して明らかにする。

### (2) 実験手順

被験者は、図6中の詳細図に示すI-IVの区間において、LED内蔵の縁石ブロックを仮置きした車両乗入部の認識、誘導用自発光点字ブロック<sup>注8)</sup>の誘導効果と発光体のない一般的な誘導ブロックとの比較等を通して、歩きやすさの評価を行うことにした。また、(B)-(D)の区間において点滅する道路紙や警告用自発光点字ブロック<sup>注8)</sup>による「横断歩道の停止・立ち位置の確認」、「横断時の目安としての効果」について評価を行う。

歩行経路は、(A)→(B)→(C)→(D)→(A)の順で被験者ごとに観察・記録、安全への配慮を兼ね補助者1名を帯同させた。歩行状況、歩行時間・速度など、2台のカメラを固定し、横断歩道の渡り始めと渡り終える<sup>注9)</sup>間の歩行映像を記録した。

表2 検定結果

被験者	照度	p値	判定
I ロービジョン者	5lx	0.00748	**
	10lx	0.00635	**
	20lx	0.02509	*
高齢者	5lx	0.02941	*
II ロービジョン者	5lx	0.04220	*
	10lx	0.01972	*
	5lx	0.00339	**
健常者	5lx	0.00339	**
III ロービジョン者	10lx	0.02480	*
IV ロービジョン者	5lx	0.01450	*
	10lx	0.02720	*

\*\* : p < 0.01 \* : p < 0.05

- I 歩車道境界としてのわかりやすさ
- II 視線誘導としてのわかりやすさ
- III 路面の明るさはどうか
- IV 歩きやすさ

表3 平均照度

	18:00				21:00			
	LEDブロック等敷設							
	前		後		前		後	
No.1	4.3	4.7	3.0	3.4				
No.2	4.0	4.4	2.8	3.2				
No.3	4.1	4.5	2.8	3.2				
No.4	3.8	4.2	3.1	3.5				
No.5	6.5	6.9	3.5	3.9				
No.6	3.3	3.5	2.7	3.0				
No.7	3.3	3.3	2.7	2.8				
No.8	2.7	3.0	2.1	2.3				
No.9	2.2	2.6	1.6	1.9				
No.10	2.0	2.5	1.2	1.7				
No.11	2.1	2.7	1.3	2.0				
No.12	2.4	3.0	1.9	2.5				
No.13	2.8	3.3	2.4	2.9				
No.14	3.1	3.4	2.5	2.8				
No.15	2.9	3.4	1.8	2.2				

凡例

- (照) 道路照明, 歩行者用信号
- (歩) 歩行者用信号, 車両用信号
- 道路紙
- ◻ カメラ
- 点字ブロック
- ◻ LED内蔵縁石ブロック
- 自発光点字ブロック(警告用)
- ◻ 自発光点字ブロック(誘導用)

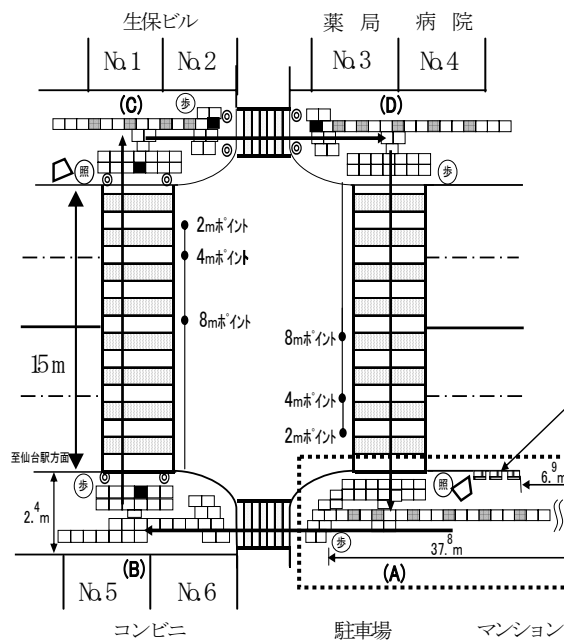
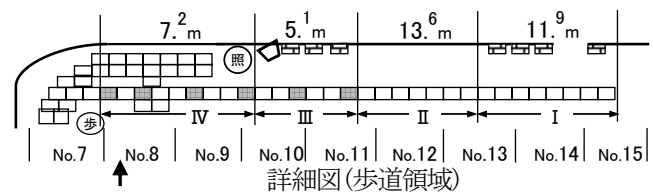


図6 概要図



詳細図(歩道領域)

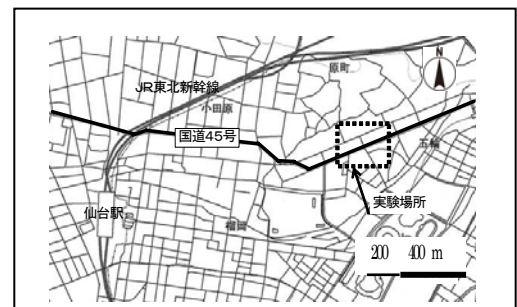


図7 位置図

### (3) 実験結果

#### a) 横断歩道の停止・立ち位置の認識

図6に示す(B)、(C)、(D)の横断エリアの歩道部端部に埋設した道路鋲と注意喚起の点字ブロック部分に埋設した警告用自発光ブロックがロービジョン者である被験者にとって横断歩道の停止・立ち位置として認識しやすいか、図8に結果をまとめた。

道路鋲は「すぐわかった」(46.2%)に対して、警告用の自発光点字ブロックは、「わかるのに時間がかかった」(53.8%)の割合が高い。これは、交差点付近の照度が高いために警告用自発光点字ブロックのLEDの明るさ程度では、視認しにくいからだと考えられる。一方、道路鋲は点滅を繰り返すことにより、高照度のエリアにおいても被験者にとっては、見つけやすいなどの誘目効果があるものと推察される。

#### b) 横断時の目安としての効果

図6に示す(B)-(C)、(C)-(D)間の道路鋲、警告用の自発光点字ブロックは被験者にとって、横断時の目安としての効果があったか結果を図9にまとめた。道路鋲を目安として横断した場合、「渡りやすかった」(38.5%)、「少し渡りやすかった」(46.2%)は、被験者の8割超を占める結果となった。

ロービジョン者である被験者にとって、夜間の不便さを感じる横断時においては、点滅する道路鋲が方向定位の目安となり得ることがわかった。一方、警告用自発光ブロックは、「渡りやすい」は23.1%と低い結果になった。これは、交差点付近の照度が高く視認しにくいと考えられる。特に、店舗等の光源(表3の照度参照)がその周辺の高照度を招き、警告用の自発光点字ブロックの発光を見えにくくさせていると推察される。

本実験での被験者からも暗い場所への敷設を望む意見があったように、周辺照度の低い場所であれば自発光点字ブロックは、誘導、警告としての効果が期待できると考えられる。

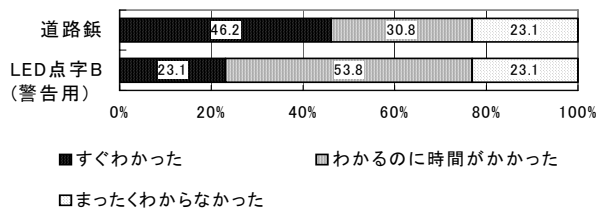


図8 横断歩道の停止・立ち位置の認識

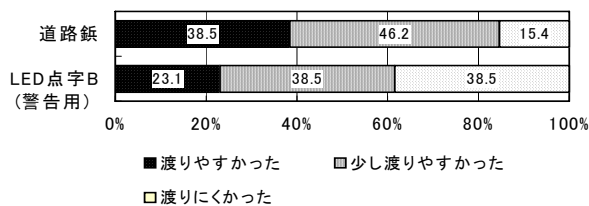


図9 横断時の目安としての効果

#### c) 横断時の歩行時間

点滅する道路鋲(以下、発光体)は、横断歩道の停止・立ち位置の認識、横断時の目安としての効果が被験者への事後アンケートの結果から明らかになった。

ロービジョン者である被験者にとって、横断時の方向性を定めるための目安として設置した発光体の有無が、横断歩道での横断動作、特に歩行速度に影響を及ぼすものか図6の(B)-(C)と(D)-(A)間の横断部、ほぼ中央8m地点、渡り終える歩道部端部から4m、2mの各地点<sup>注10</sup>で歩行時間を計測し、その結果を表4にまとめた。8mの地点では8名、4mで9名、2mでは10名の被験者が、発光体のある横断歩道の横断時間が短い結果となった。

#### (4) 分析

##### a) 発光体と歩行時間との関連性

本実験で得られた結果に対して歩行時間の短縮は、発光体の認識効果によるものなのかを検証するため、表4のデータの有効性を検定により確認する。標本数は、分布を特定するには少ないため分布によらない「符号検定」を行うことにした。

有意確率は次式(1)で求める。

$$P_o = 2 \sum_{i=0}^m {}_N C_i \left(\frac{1}{2}\right)^N \quad (1)$$

$P_o$ : 有意確率  $N$ : データ数(ただし、差が0のデータは除外)

$m$ : + (群)、- (群)のうち少ない群の個数

なお、本稿では検定結果が $P < 0.05$ を有意水準、両側検定として設定する。符号検定を行うにあたっては、「発光体がある場合とない場合には、横断時の歩行時間に差がない。」を帰無仮説( $H_0$ )、「発光体がある場合とない場合には、横断時の歩行時間に差がある。」を対立仮説( $H_1$ )と設定した。渡り終える8m手前の地点では、 $p = 0.58 > \alpha = 0.05$ 、4m手前の地点では $p = 0.065 > \alpha = 0.05$ となり、いずれも有意差は得られなかった。従って、仮説が棄却されなかったことにより8m、4m地点での横断時の歩行速度の差が発光体のある場合とない場合の影響によるものであるとは言えないことがわかった。

表4 横断時の歩行時間の結果

被験者	2m			4m			8m					
	発光体		符号	発光体		符号	発光体		符号			
	有(0)	無(1)		有(0)	無(1)		有(0)	無(1)				
A	1.69	3.15	-1.46	-	4.36	6.09	-1.73	-	7.51	8.30	-0.79	-
B	2.15	2.45	-0.30	-	4.00	4.72	-0.72	-	8.03	8.30	-0.27	-
C	2.63	1.60	1.03	+	5.78	3.12	2.66	+	10.21	6.39	3.82	+
D	2.69	2.21	0.48	+	4.75	3.66	1.09	+	8.78	6.66	2.12	+
E	1.78	2.18	-0.40	-	4.03	4.30	-0.27	-	7.81	7.21	0.60	+
F	1.66	2.03	-0.37	-	3.75	3.75	0.00	0	7.21	6.48	0.73	+
G	2.09	2.15	-0.06	-	4.00	4.03	-0.03	-	7.06	7.12	-0.06	-
H	1.33	1.60	-0.27	-	3.39	3.54	-0.15	-	6.76	7.06	-0.31	-
I	1.51	1.78	-0.27	-	3.06	3.42	-0.36	-	6.09	6.30	-0.21	-
J	2.12	2.12	0.00	0	3.84	3.84	0.00	0	7.27	7.30	-0.03	-
K	2.39	3.15	-0.76	-	4.69	5.33	-0.64	-	7.46	8.00	-0.55	-
L	1.57	1.87	-0.30	-	3.51	3.75	-0.24	-	7.00	6.57	0.43	+
M	2.66	3.09	-0.43	-	5.21	5.39	-0.18	-	9.30	9.46	-0.16	-

一方、渡り終える 2m 手前の地点では、 $p=0.039 < \alpha = 0.05$  となり、有意差が得られた ( $p < 0.05$ )。発光体のある場合とない場合とでは、横断時の歩行速度に差が認められた。

## 6. 考察とまとめ

検定の結果から、4m、8m 手前において有意差が認められなかったことに関しては、渡り始めの初動時は、被験者の多くが横断歩道の位置を確認するための手がかりとして、光度の高い信号の明るさを目印にしており、発光体には気づいていないと考えられる。

一方、渡り終える 2m 手前では、被験者 13 名のうち 10 名が発光体のない場合よりもある場合のほうが、横断時の歩行時間が短縮された。この歩行時間の差は、検定結果により有意な差であることから、被験者が発光体に気づいたことにより歩行速度が速まったと推察される。

歩車道境界端部に敷設された道路鋸の点滅光は、残存視力に頼る傾向があるロービジョン者にとって、横断速度に変化をもたらす誘因であること。つまり、横断時の渡り始め渡り終わりの位置のわかりづらさなどの不便さ・不安さを解消する効果的な視覚情報として、また、横断のための方向性を定めるランドマークとして有効性が期待出来ることがわかった。

ロービジョン者は視覚への集中度、周囲への注意度は高いものと推察される。基礎実験でも明らかなように、自発光型発光体を用いた視線誘導機能を持つ灯具(足元灯)は、視認性の確保を容易にした。更に、視覚的な情報として有効性が高い点滅する道路鋸の誘目効果は、ロービジョン者の夜間における歩行時の不便さ、特に交差点等の横断時の不安を解決する糸口としての可能性をもっている。反面、今回の高照度レベルの歩道や交差点では自発光点字ブロックの光度の低さにより、その効果を得ることが出来なかった。

被験者からは「点字ブロック、縁石ブロックの発光体を強くしてほしい」という意見もあるが、必要以上の光度・照度はロービジョン者の疾患、症状によっては不快グレアの問題が予想される。今後の検討課題である。本研究では、主にロービジョン者の夜間における歩行の感覚的評価に関する実験を行った。この結果をもとに、被験者の横断歩道での立ち位置の確認、横断時の取り込む視覚情報など、ロービジョン者の視線の動き、どこを注視しているかなど視線計測装置を用いた実験により、検証していく必要があると考えている。

**謝辞：**最後になりましたが、被験者として実験にご協力いただいた宮城県立盲学校の生徒の皆さん、千葉康彦教諭、大江晃教諭、またご指導いただいた岩手県立大学狩野徹教授をはじめ関係者の方々に謝意を表します。

## 付録

注1) ロービジョンの定義は、一般的にWHOの基準によると矯正視力で両眼視0.05以上0.3未満とされているが、日本ではハッキリした定義はない。日本眼科医会では、視力だけでなく視野欠損がもたらす日常生活における困難性、例えば視野狭窄における歩行の問題や夜間に物が見えにくくなるような状態を持つ者も含めて定義すべきだと述べている。

注2) 道路鋸は、高輝度ED(白色)8個内蔵、光度300mcd、夜間点滅、点滅回数300±30回/分。

注3) 縁石ブロックは、足元照明部に白色LED18個、車道側発光部には黄色LED4個が組み込まれている。

注4) 「歩車道境界としてのわかりやすさ」は、歩行者の安全・円滑な移動確保のために、車道との分離を連続明示する縁石配置の認知度を明らかにするための評価指標である。

注5) 「視線誘導としてのわかりやすさ」は、自発光ブロックの光源が夜間歩行時の誘導ポイントの一つであることを明らかにするための誘導・有効性を評価する指標である。

注6) 「路面の明るさ」は、道路面の明るさのムラに対する夜間歩行時の安心感を得るための評価指標として捉えている。

注7) 「歩きやすさ」は、自発光ブロックのような視線誘導施設の設置の有無により、被験者の歩行動作・行動に差異が認められる場合、勾配や段差などの道路状況(構造)の視認的な把握の容易性を明らかにするための評価指標として捉えている。

注8) 点字ブロックの発光部は、誘導用黄色LED4個 警告用赤色LED4個が組み込まれている。サイズは300mm×300mm、光度70mcd。

注9) 横断歩道の渡り始めとは、被験者の横断開始動作における最初の一步が車道部に踏み込んだ状態、渡り終えるとは、車道部から歩道部端部に引き足が踏み込まれた状態を示す。

注10) 2m, 4m, 8mのポイント設定は、静止視力の測定に使用される5m用検査表での視力(0.04, 0.08, 0.16)に対応する距離。

## 参考文献

- 1) 津田美知子：視覚障害者の歩きやすさとユニバーサルデザインに関する考察，日本建築学会大会学術講演梗概集(九州) pp155-156, 1998.9
- 2) 高宮進，三橋勝彦：視覚障害者が歩行時に利用する情報に関する研究，土木技術資料 41-3, pp32-37, 1999
- 3) 下山秀行，山崎恵司，岩田宜己，杉山武，岡本誠司，武井直子，乾正 雄：夜間街路空間の照明環境評価に関する研究 その1 評価視点の抽出，日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)，pp413-414, 2000.9
- 4) 田中直人，岩田三千子：夜間歩行におけるロービジョン者の意識と街路空間の視環境調査，日本建築学会計画系論文集 No. 613, pp89-94, 2007.3