
LED照明を用いた誘導システムの活用に関する研究

－ロービジョン者の視覚特性と歩行特性に関する研究－

Study on Exploitation of Guidance Systems using LED Lighting

－Study on visual performance and mobility of the low vision－

柳原崇男 北川博巳

YANAGIHARA Takao, KITAGAWA Hiroshi,

キーワード：

ロービジョン、視機能、歩行特性

Keywords:

Low vision, Visual performance, Mobility

Abstract:

The purpose of this study is obtaining data applicable to the plan and evaluation of guidance systems for visually disabled. The questionnaire survey was conducted about visual performance and mobility of low vision. Consequently, when the low vision walked, important visual performance were view field and contrast sensitivity. The low vision is walking combining the information on sound, vision and touch. So, in addition to environmental development of sound and touch (for example; tactile) for blindness, it is important to develop visual environment by color difference or lighting.

1 はじめに

視覚障害者のための社会基盤整備として、視覚障害者用誘導ブロック、音響信号機などの国際規格、国内規格化が進められている¹⁾。さらに近年の技術進展により、歩行者ITSなどのIT技術やエレクトロニクスの技術を用いた歩行支援・誘導システムの開発が進められている^{2) 3)}。経済産業省では、これまでに提案された複数のシステムを一つの統合端末で実現し、シームレスに誘導ができることを目指し、2003年から「障害者等ITバリアフリープロジェクト」

を開始し、2005年に愛知万博会場内で実証実験を実施した^{4) 5)}。国土交通省も「自律移動支援プロジェクト」を2004年から神戸等で開始している⁶⁾。

これらは、触知環境、音環境、情報環境の整備により視覚障害者の歩行を支援するものである。さらに、視覚障害者の約7～8割を占めると言われる残存視覚を有するロービジョン者を対象とし、視環境に関する色・照明環境についての研究も実施されている^{7) 8)}。当研究所においても、夜間に歩きやすい歩行環境を実現するため、LED誘導マークを用いた誘導方法を提案してきた⁹⁾。

しかし、これらの環境整備がどの程度有効であったかという評価に関しては不明瞭な部分が多い。これらは視覚障害者の視覚・感覚および歩行特性が多様であることが関係していると考えられる。田内¹⁰⁾は歩行支援技術の開発や整備に関する問題を「視覚障害者の感覚特性およびそれに基づく行動特性を把握するための方法論が確立していないことが原因になっている」と述べている。

一般に視覚障害者は盲（blindness）とロービジョン（low vision）に分けられるが、一口にロービジョン者と言っても、人によっては物や色の区別が可能である人、あるいは不可能な人と一定ではなく、光や照明に異常な感覚を覚える場合などが存在する。さらに、歩行という点では、単純に視力だけの問題ではなく、むしろ視野の欠損にあるとされ、視野狭窄が10度以下ではかなり歩行が制限され、日常生活が困難になるとされている。このように、同じロービジョン者であっても、視覚障害特性としては大きく異なることがある。

つまり、視覚障害者のための社会基盤を有効的か

つ効果的に整備するためには、多様な視覚障害者の視覚特性、歩行特性および詳細な援助ニーズを把握する必要がある。

2 本研究の目的

本研究はロービジョン者の歩きやすい歩行環境を実現するために、兼ねてより開発してきたLED誘導マークを用いた誘導システムの評価および設置方法に関して検討を行うものである。平成18年度は、多様なロービジョン者の視覚特性と歩行特性を把握するためにアンケート調査を実施した。これによりLED誘導マークを用いた誘導システムだけでなく、様々な視覚障害者用誘導システムの計画や評価に応用できる基礎的データを得ることを目的としている。

本研究のロービジョン者とは、障害者手帳の所持に関わらず視覚的に日常生活に困難がある人のことである。

3 研究の目的と方法

本調査はロービジョン者、晴眼者を対象とし、個人属性、視覚特性、歩行特性、歩行時の問題等をアンケートにより調査した。また、晴眼者にはロービジョン者特有の項目を除いてアンケートを実施した。調査概要および対象者の性別、平均年齢、等級、原因疾患を表1に示す。アンケート項目を表2に示す。

回答者の平均年齢はロービジョン者52.7歳、晴眼者48.2歳、性別の割合はロービジョン者で男性50.5%（52名）、女性47.6%（49名）、無回答1.1%（2名）、晴眼者で男性51.9%（41名）、女性48.1%（38名）となった。

ロービジョン者の障害等級は、1級25.2%（26名）、2級52.4%（54名）、3級7.8%（8名）、4級2.9%（3名）、5級2.9%（3名）、6級1%（1名）、手帳なし6.8%（7名）となった。

ロービジョン者の原因疾患としては、網膜色素変性症63.4%（64名）、白内障16.8%（17名）、緑内障9.9%（10名）、黄斑部変性症5.9%（6名）、網膜剥離5.0%（5名）、視神経萎縮7.9%（8名）、糖尿病性網膜症3%（3名）、その他6.9%（7名）、複数疾患16%（16名）となり、網膜色素変性症が半数以上を占める結果となった。

表1 調査概要

Table.1 The outline of investigation

	ロービジョン者	晴眼者
調査時期	平成18年10月～平成19年2月	平成18年10月～12月
調査方法	ヒアリング調査 メールで送信 郵送配布・回収	直接配布・回収
回収数	103部	79部
平均年齢	52.7±13.7歳	48.2±17.3歳
性別	男性52名、女性49名、不明2	男性41名、女性38名
等級	1級25.2%(26名)、2級52.4%(54名)、3級7.8%(8名)、4級2.9%(3名)、5級2.9%(3名)、6級1%(1名)、なし6.8%(7名)、不明1名	—
原因疾患 (複数疾患 患者16 名)	網膜色素変性症 63.4%(64名) 白内障 16.8%(17名) 緑内障 9.9%(10名) 黄斑部変性症 5.9%(6名) 網膜剥離 5.0%(5名) 視神経萎縮 7.9%(8名) 糖尿病性網膜症 3.0%(3名) その他 6.9%(7名)	—

表2 質問項目

Table.2 Questionnaire item

個人属性	性別、居住地、年齢、就労状況、原因疾患、等級、読み書きに用いる補助具
視覚特性	視力、視野、暗明順応、色の見え方、不快グレアについて
歩行特性	歩行訓練の有無、白杖利用、一人歩きについて、外出頻度、外出目的、外出時刻、歩行時の手がかり
歩行の問題点	階段段差、歩道の段差、歩道上の障害物、排水溝への転落、交差点、他者交通との接触、路面状況、夜間歩行

4 調査結果

4.1 視覚特性について

回答者の矯正視力を図1に示す。視力0.01未満は、光覚弁、手動弁、指数弁を示している。割合としては0.01以上0.05未満が最も多いが、1.0以上の視力があると回答した方もいた。

視野障害に対する回答結果は、93%の人が視野欠損ありと回答し、今回の調査のほとんどの回答者に視野の欠損があった。視野欠損があると回答した人の欠損部位に対する回答結果を図2に示す。欠損部位は周辺が57.5%、中心が21.8%、その他が19.5%となった。その他としては、視野全体が部分的に欠けているや半盲等が含まれている。今回の回答者は網膜色素変性症を患っている人が多いため、周辺部の欠損のある人が多いと思われる（図2）。

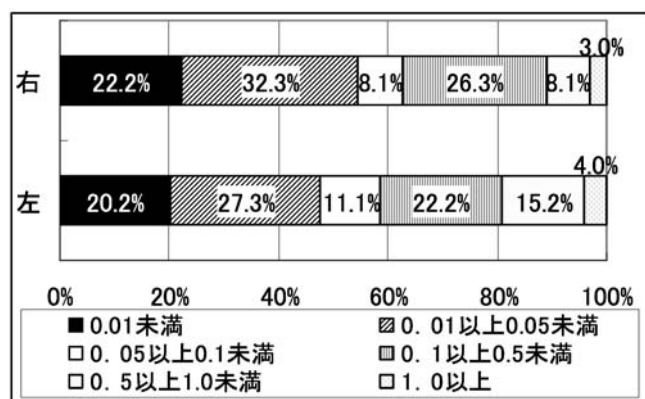


図1 回答者の矯正視力 (n=100)
Fig.1 Functional acuity of subjects

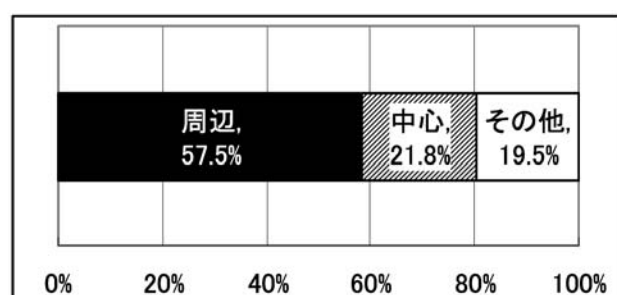


図2 視野欠損の部位 (n=94)
Fig. 2 Areas of visual field defect

色の見え方において、不便を感じるかを調査し、不便を感じる方にその色の見え方を調査した。色の見え方に不便を感じると回答した人は、79.6%であった。その内訳は、「特定の色が見えない」が23.3%、「天候や時間帯で見え方が変わる」が45.6%、「コントラストがないと分からない」が53.4%、「その他」が19.4%となった。特定の色および見えにくい色は自由記述で回答を得た。それらの色のほとんどが「同系色の区別がつかない」であり、主な色は「黒と紺」、「ピンクと黄色」、「青と緑」、「淡い色」であった(図3)。

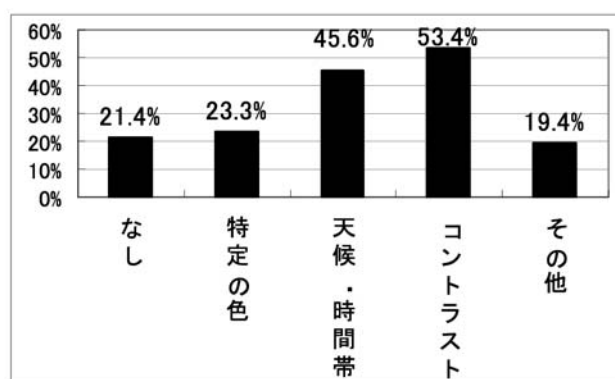


図3 色の見え方による不便(n=81)(複数回答可)
Fig.3 About the problem of color

順応に関する項目は晴眼者にも実施した。順応に関する質問は「気にならない」、「しばらくすると見える」、「長時間見えない」の3段階で調査した。

暗順応に関する質問で、明るい場所から暗い場所に移動すると「長時間見えなくなる」と回答したのは、ロービジョン者(図中のLV)44.0%、晴眼者0%となった。回答者に夜盲症を伴う網膜色素変性症の人が多いため、晴眼者に比べ暗いところへの対応できにくい人が多い結果となった(図4)。

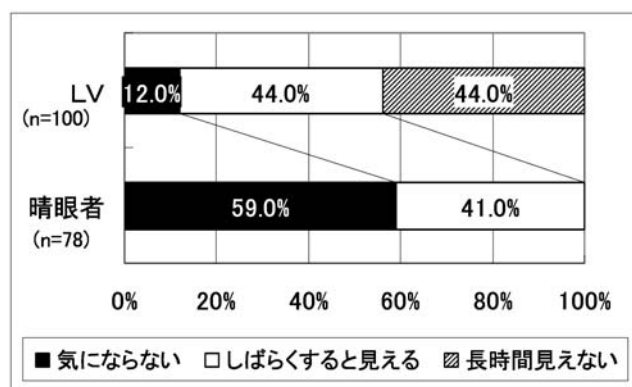


図4 暗順応
Fig.4 Adaptation to darkness

明順応に関する質問では、暗い場所から明るい場所に移動すると「長時間見えなくなる」と回答したのはロービジョン者16.5%、晴眼者0%となった。明順応においても晴眼者に比べ対応できにくい人が多いことがわかった(図5)。

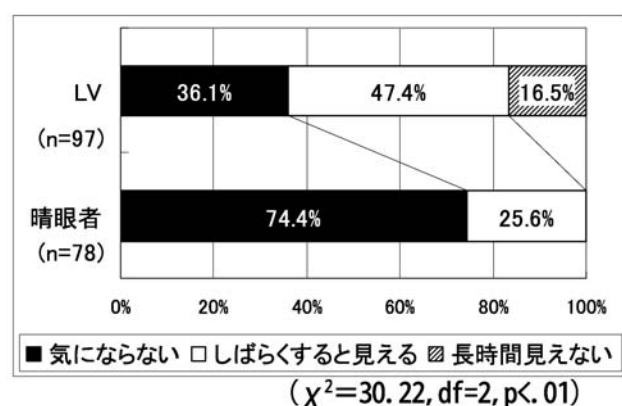


図5 明順応
Fig.5 Photopic adaptation

天候に関する影響を調査した。「まぶしい」から「暗い」までの4段階と中間項目の「困らない」の計5段階で調査した。

昼の晴れた日の天候においては、ロービジョン者の70.0%が「まぶしい」と回答し、次いで「少しま

ぶしい」が22.0%となった。それに対して晴眼者は「困らない」が54.4%と最も多くなった。また、後述のグレアに関する自由記述において、「日光がまぶしい」という回答が多数ある事から、「晴れた日の日光」はロービジョン者にとって不快グレアの対象であると考えられる。「やや暗い」、「暗い」という回答はなかった（図6）。

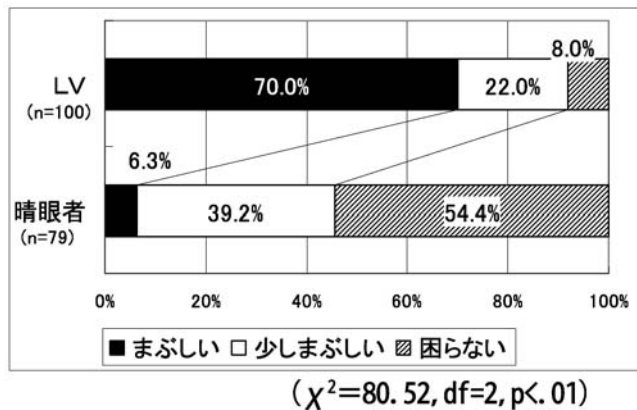


図6 昼の晴れた日の天候による影響
Fig.6 Glare by sunlight

雨の日においては、ロービジョン者は「困らない」が40.8%と最も多いが、「少し暗い」、「暗い」を合わせると35.5%となり、暗く感じている人も存在している。それに対して晴眼者は「困らない」が92%となっている（図7）。

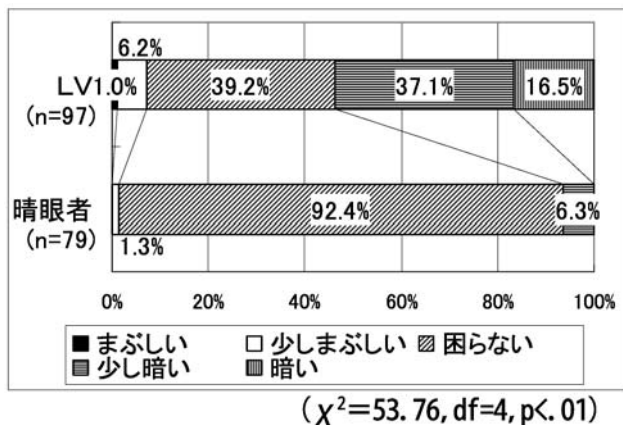


図7 雨の日の天候による影響
Fig.7 Glare of wet day

不快グレアに関する質問をした。生活の中でまぶしくて不快に感じたことがあると回答した人は、ロービジョン者80%，晴眼者37%であった。不快に感じたことがあると回答した人にも、①「白いもの（紙、壁など）」、②「夜間の車のヘッドライト」、③「夜間の街灯」、④「夜間の看板照明」、⑤「屋内の部屋ごとでの照明の違い」の5つの質問を実施した。各回答をロービジョン者、晴眼者間で χ^2 検定を行っ

た結果、「夜間、看板照明がまぶしい」以外の4項目において統計的有意差が認められた。ロービジョン者はほとんどの項目で「少しまぶしい」まで含めると半数以上の人々がまぶしいと感じている。「夜間、車のヘッドライトがまぶしい」をまぶしく感じている人が多く、夜間歩行の困難にする要因のひとつであると思われる（図8）。

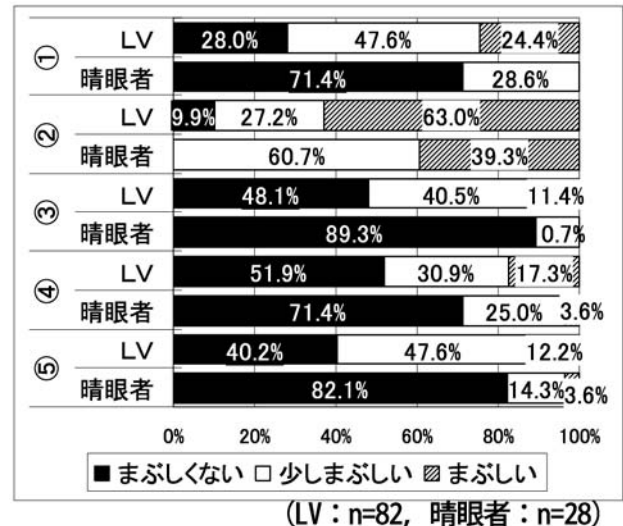


図8 生活における不快グレア
Fig.8 Glare in a life

自由記述でまぶしくて不快なものを回答してもらうと、回答で多いものは、「太陽光」、「照明」であった。照明に関する具体的な回答は「蛍光灯」、「白色照明」などが挙げられていた（図9）。

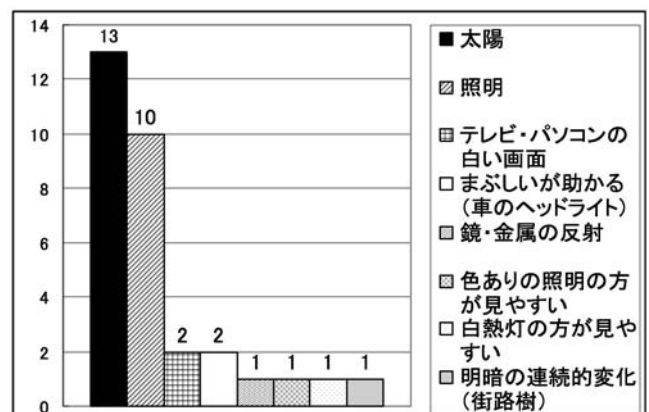


図9 不快グレアに関する自由記述 (n=31)
Fig.9 The opinion about glare

4.2 歩行特性について

回答者の歩行訓練を受けた経験は、半分の50%であった。白杖利用に関して利用している人は56%であり、昼間、夜間での使用形態を「常に使用する」、「必要に応じて使用する」の2項目で調査した結果、昼間に比べて夜間では、「常に使用する」と回答し

た方が多くなっているが、統計的有意差はなかった(図10)。

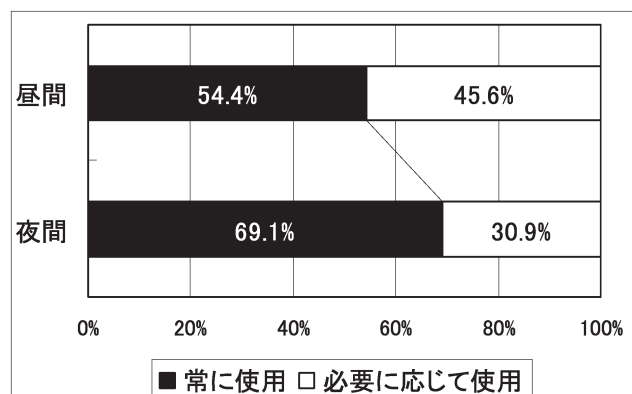


図10 白杖の利用形態 (n=57)
Fig.10 Use of a cane

一人歩きが可能な状況および外出頻度を昼間・夜間に分けて調査した(図11)(図12)。

一人歩きは夜間において、より困難になる結果となった。また、夜間における外出頻度が大きく減少していた。このことより、ロービジョン者の夜の単独歩行は非常に困難であることがわかる。

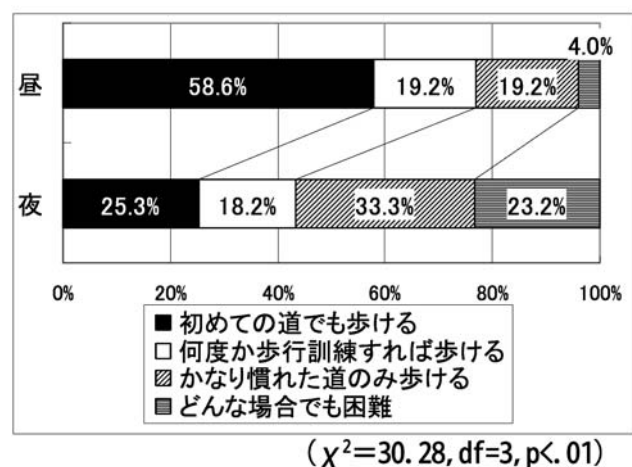


図11 一人歩きが可能な状況 (n=99)
Fig.11 The situation of walking on one's own

歩行時に手がかりとするものを昼間・夜間に分けて調査した。昼間で歩行の手がかりとなるものは、「白線」が最も多く、次いで「誘導ブロック」、「周囲(人や車など)の音」となった。夜間では、「街灯」が最も多く、次いで「誘導ブロック」、「周囲の音」、「白線」となった、昼間と夜間を比べると、「街灯」以外は、夜間での手がかりとしての利用が減少している(図13)。

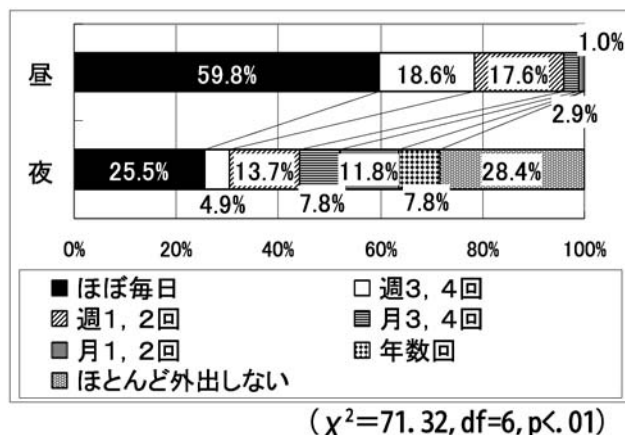


図12 外出頻度 (n=100)
Fig.12 Outing frequency

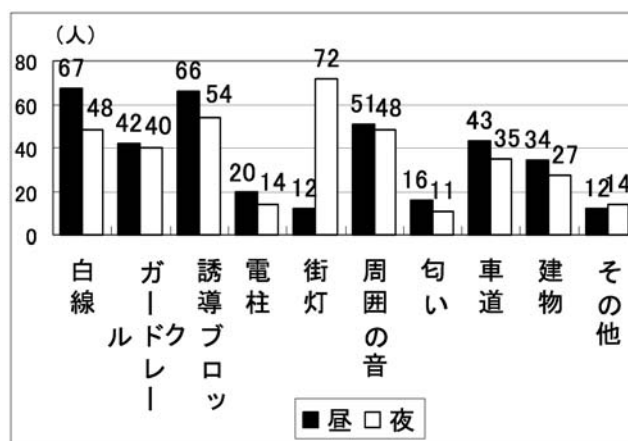


図13 歩行時の手がかり (n=89) (複数回答可)
Fig.13 The key of walk

音響信号のない信号交差点の横断時の手がかりについて質問した。

横断の最初の手がかりとして、一番重要なものを回答してもらうと、「車の動き・音」を利用する人が最も多く、目で確認する信号の利用は約30%であった(図14)。

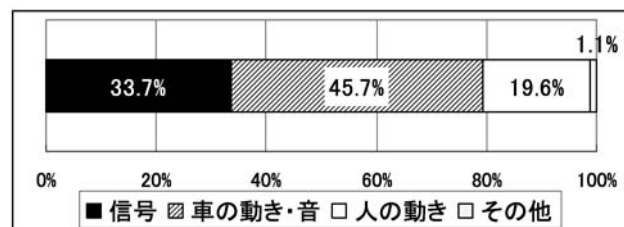


図14 横断の最初の手がかり (n=89)
Fig.14 The key of the beginning of crossing

横断中の手がかりは、「白線」、「人の動き」が最も多く、次いで「車の動き・音」が多い結果となった。白線や人の動きに添うことにより、進行方向を確認していると考えられる(図15)。

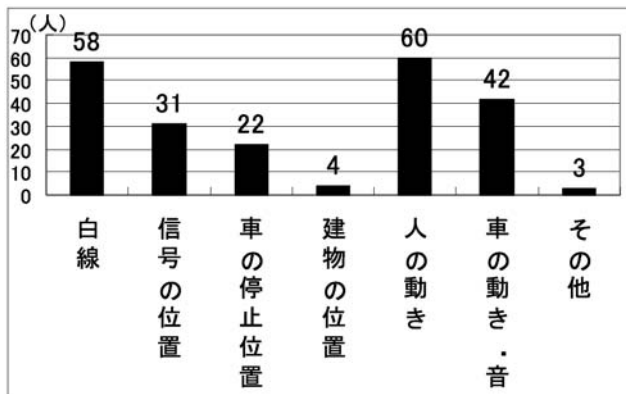


図15 横断中の手がかり (n=96) (複数回答可)

Fig.15 The key under crossing

音響信号に対する意識を「なくても良い」から「必要」を4段階に分けて調査した。「必要」、「できれば必要」と回答した人を合わせると56%になり、ロービジョン者にとっても、音響信号は重要なシグナルであることがわかる (図16)。

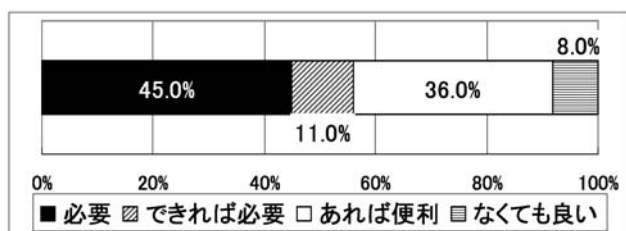


図16 音響信号に対する意識 (n=100)

Fig.16 Consciousness to acoustic signals

4.3 歩行時の問題

歩行時の問題について調査した。調査項目に対する経験を「ない」「なりかけた事がある」「数回ある」「よくある」の4段階で調査した。調査項目は「上り階段でつまずき転倒」「歩道の障害物に接触」など11項目を昼夜に分け、それに「ホームから転落」をいう項目を合わせた23項で実施した。得られた回答をロービジョン者、晴眼者間で χ^2 検定を行った。ロービジョン者は、ほとんどの項目において晴眼者より接触や転倒等の問題に遭遇している。 χ^2 検定において統計的有意差を示さなかった項目においても軽微ながら増加が見られた。この事より、ロービジョン者の歩行時に問題が多く発生していることが分かる。表3は各項目において、晴眼者とロービジョン者を比較し、検定結果を示したものである。

次にロービジョン者の歩行の困難性に関する要因を把握するために、同様の項目において、ロービジョン者の回答のみで因子分析を行った。ただし、「ホームからの転落」を経験している人はほとんどいなかったため、分析にこの項目は削除している。その結果、

「夜間での人・障害物との接触」(Ⅰ)、「交差点でのつまずき」(Ⅱ)、「歩道段差でのつまずき」(Ⅲ)、「階段段差でのつまずき」(Ⅳ)の因子が抽出された。因子回転にはプロマックス回転を用いた。結果を表4に示す。

これらから、障害物との接触、歩道と車道の境界部、階段に困難が生じていると考えられる。

表3 歩行時の問題 晴眼者との比較、検定結果

Table.3 Problem of walk ,Comparison result with non-visually impaired

質問項目	昼	夜
上り階段でつまずき転倒	*	**
横断歩道の段差でつまずき転倒	**	**
下り階段から転落	**	**
歩道上の障害物と接触	**	**
排水溝に転落	**	**
人や自転車と接触	**	**
駐輪車両に接触	**	**
車道に転落	**	**
交差点で車道に出て待つ	-	*
信号交差点で車道に出て待つ	-	**
車やバイクと接触	†	-
ホームからの転落	*	

**1%有意 *5%有意 †10%有意 -有意差なし

表4 プロマックス回転後の因子負荷量

Table.4 The factor load after promax rotation

項目	因子			
	I	II	III	IV
上り階段(昼)	-0.222	0.059	0.321	0.557
上り階段(夜)	0.030	-0.023	0.520	0.339
歩道の段差(昼)	-0.173	-0.084	0.771	0.150
歩道の段差(夜)	0.065	-0.132	0.877	-0.030
下り階段(昼)	0.096	-0.096	0.354	0.543
下り階段(夜)	0.161	0.042	0.459	0.375
障害物(昼)	0.522	0.061	-0.066	0.348
障害物(夜)	0.819	-0.011	0.029	0.028
排水溝(昼)	-0.031	0.420	0.249	0.255
排水溝(夜)	0.255	0.286	0.365	-0.033
人、自転車(昼)	0.536	-0.096	-0.142	0.577
人、自転車(夜)	0.849	-0.115	0.042	-0.011
駐輪車両(昼)	0.427	0.171	-0.142	0.356
駐輪車両(夜)	0.869	0.032	0.005	-0.087
車道に転落(昼)	-0.011	0.476	0.255	0.007
車道に転落(夜)	0.118	0.482	0.382	-0.205
交差点(昼)	-0.249	0.804	-0.155	0.197
交差点(夜)	0.171	0.774	-0.146	-0.156
信号交差点(昼)	-0.207	0.648	-0.079	0.319
信号交差点(夜)	0.147	0.660	-0.038	-0.057
車、バイク(昼)	0.095	0.246	-0.051	0.351
車、バイク(夜)	0.213	0.319	0.003	0.139
因子間相関	I	II	III	IV
I	-	0.437	0.296	0.353
II	-	-	0.276	0.398
III	-	-	-	0.211
IV	-	-	-	-

交通状況の違いによる歩行への影響は「狭い道だと歩きにくくなる」、「人の多い道だと歩きにくくなる」など5項目を「ならない」、「あまりならない」、「少しなる」、「なる」の4段階で質問を実施した(質問項目に関しては表5に記載)。交通状況の違いによる影響においても晴眼者と比較を行った。「路面が濡れていると気になる」の項目では、ロービジョン者よりも晴眼者の方が気になるようである。それ以外の項目では、すべてロービジョン者の方が気になるあるいは歩きにくくなるという状況であり、特に夜間ではその割合が増加している(図17)。

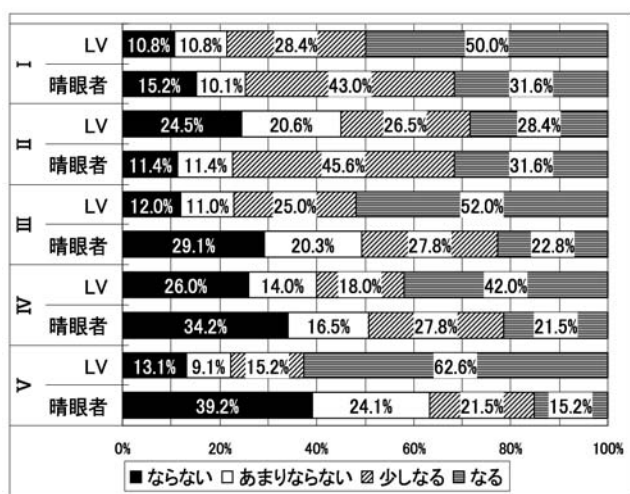


図17 交通状況の違いによる歩行への影響
Fig.17 Influence on the walk by the difference in traffic situations

表5 図17における質問項目と検定結果
Table.5

項目	属性	n数	χ^2 値	結果
I	LV	99	7.5203	†
	晴眼者	79		
II	LV	100	15.5470	**
	晴眼者	79		
III	LV	100	11.1959	*
	晴眼者	79		
IV	LV	102	6.8933	†
	晴眼者	79		
V	LV	102	33.4490	**
	晴眼者	79		

** 1%有意 * 5%有意 † 10%有意

4.4 視覚特性と歩行の関連性

ロービジョン者の歩行を困難にしている最大の要因はその視機能の低下がもたらしている。しかし、どの視機能がどのくらい低下すれば、歩行が困難になるかなどはあまりわかっていない。そこで、本研究では、視覚特性と歩行の関連性について分析を行った。

視覚特性の分類は、視力を「0.01未満」「0.1未満」「1.0未満」「1.5未満」「1.5以上」、視野は「欠損の有無」と欠損ある場合は歩行に影響を与える周辺視野に関して「周辺部分の欠損の有無」、コントラスト感度^{注)}は「色の判断にコントラストがないと分からない」の是非を用いて分類し分析を行った。また、歩行時の問題は昼夜で検定を行った結果、差異が見られなかったため、今回は昼間の回答を使用した。それら視覚特性と歩行時の問題で χ^2 検定を用いて比較、検証した。検定の結果を表6に示す。分析項目は表3の12項目である。

検定の結果より、歩行時の問題と視覚特性に有意な差が生じた数が多かったものは、「視野欠損の有無」と「コントラスト感度」であった。やはり視野が欠損すると周囲から取得する情報が減少し、対象を発見する事ができず歩行に問題が生じると考えられる。また、コントラスト感度に関しては、周囲の背景と対象物にコントラストがないと、発見が困難になり、問題が生じると考えられる。「視力」は前述の2項目に比べると有意な差が生じた項目は少なく、「視野」や「コントラスト感度」の方が歩行にとっては重要な視機能であることがわかった。

視機能の低下が大きく影響する項目は「歩道の障害物(看板、街路樹など)と接触」「人や自転車と接触」「駐輪車両と接触」であった。これら3つの状況は前述の因子分析により抽出された第1因子と同様である事から、ロービジョン者の歩行を困難にする要因であることわかる。周辺部の視野欠損に関しては、やはり障害物等との接触が問題となり、逆に中心が見える人などは、目標物を注視する下り階段などではその影響は少ないと考えられる。

表6 視覚特性と歩行の関連性に関する分析結果
Table.6 The analysis result about the relevance of vision performance and mobility

項目	視力	視野		コントラスト感度
		欠損有無	周辺欠損有無	
上り階段				
横断歩道の段差				
下り階段		†		†
障害物		**	*	**
排水溝				
人や自転車		**	†	*
駐輪車両	*	*	**	*
車道に転落				
交差点で車道	†			
信号交差点				
車やバイク				
ホーム転落				

** 1%有意 * 5%有意 † 10%有意

4 おわりに

本研究は、LED誘導マークを用いた誘導システムや様々な視覚障害者用誘導システムの計画や評価に応用できる基礎的データを得ることを目的とし、ロービジョン者の視機能特性と歩行特性を把握した。

その結果を以下にまとめる。

1) ロービジョン者の視覚特性について

視力に関しては、0.05未満の人が半数以上いるが、1.0以上の人もいる。9割以上の人が視野を欠損しており、色の見え方に不便を感じる人は約8割であった。晴れた日の日光を不快と感じる人は7割いる。暗いところへ対応できない人が約4割いる。

2) ロービジョン者の歩行特性について

昼間一人歩きできる人のうち夜間も一人歩きできる人は4割程度である。また、外出頻度も夜間には減少する。歩行中の手がかりとしては、「白線」、「ガードレール」、「誘導ブロック」、「周囲の音」を用いる人が多く、視覚情報と音情報の両方を用いている。残存視力のあるロービジョン者でも音響信号がない場合に信号を目で確認する人は約3割程度であり、逆に音響信号を必要としている人は約6割存在していた。歩行中の発生する問題としては、「障害物との接触」、「歩道と車道の境界」、「階段段差」があり、視覚特性との関係では、「視野」、「コントラスト感度」が大きく影響している。

ロービジョン者の見え方は非常に多様であると言われている。本調査でも、見え方の調査を実施したところ、「自分の見え方を言葉で表現するのが難しい」や「時間や体調によって見え方が変わる」などの回答をする人があり、ロービジョン者の見え方をいわゆる統計データとして記述することは非常に困難であった。しかし、本調査では歩行時における重要な視機能として「視野」、「コントラスト感度」であることがわかった。今後はこのような視機能の医学的検査を実施することで、多様なロービジョン者の見え方をある程度把握できるであろう。また、ロービジョン者は「視覚」・「音」・「触知」情報を組み合わせる歩行しているため、これまでの全盲者を中心とした「音」・「触知」の環境整備に加え、色差や照明による視環境整備が重要であると考えられる。

注) 本調査での「コントラスト感度」は、質問紙において「色の判断にコントラストがないと分からない」の是非を調査したものであるため、空間周波数

特性を計測して求められる「コントラスト感度」ではない。

謝辞

本研究の遂行には近畿大学の斎藤圭亮氏に協力を頂き、同大学三星昭宏教授に多大な助言を頂きました。

貴重な時間を割き、調査に協力して頂いたJRPS兵庫支部榎原道真氏、国立神戸視力障害センター原田敦史氏、社会福祉法人日本ライトハウス市川としみ氏、山縣眼科医院山縣祥隆氏に感謝の意を表します。また、アンケートに回答を頂いた日本網膜色素変性症協会、国立神戸視力障害センター、神戸アイライト協会、KVS (kinki・ビジョン・サポート)、弱視問題研究会、日本ライトハウス等の団体の皆様に対しても心から謝意を表します。

参考文献

- 1) 末田統：視覚障害者の誘導について 国際交通安全学会誌 Vol.28,NO 1 PP.48-55 2003
- 2) 社団法人新交通管理システム協会
<http://www.utms.or.jp/japanese/system/pics.html>
- 3) 国土交通省道路局
<http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/index.html>
- 4) 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>
- 5) 鎌田実：視覚障害者の歩行支援システムー障害者等ITバリアフリープロジェクトー日本福祉のまちづくり学会第8回全国大会概要集 pp.179-182, 2005
- 6) 国土交通省 自立移動支援プロジェクト推進委員会
<http://www.jiritsu-project.jp/index.html>
- 7) 三谷誠二, 湊裕史, 藤澤正一郎, 末田統：ロービジョン者による視覚障害者誘導用ブロックの視認性に関する研究, ヒューマンインターフェースシンポジウム2006, pp.1025-1028, 2006
- 8) 社団法人 照明学会：「ロービジョン者を対象とした視環境計画に関する研究調査委員会報告書」2006
- 9) 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
- 10) 田内雅規：「視覚障害者誘導システムの人間工学的視点」電子情報通信学会技術研究報告, Vol.94, No.474 pp 53-56 1995