

# ロービジョン者の視覚機能が歩行時の利用情報に与える影響の分析\*

*An Impact analysis of visual performance to information for mobility in people with low vision \**

柳原崇男\*\*・齋藤圭亮\*\*\*・北川博巳\*\*\*\*・三星昭宏\*\*\*\*\*

By Takao Yanagihara\*\*・Keisuke Saito\*\*\*・Hiroshi Kitagawa\*\*\*\*・Akihiro Mihoshi\*\*\*\*\*

## 1. はじめに

厚生労働省の調査によると、身体障害者手帳を交付された視覚障害者は、全国で約 31 万人である<sup>1)</sup>。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はさらに多く、日本眼科医会の試算によると、2007 年における視覚障害者数は約 164 万人であり、そのうちロービジョン者<sup>注1)</sup>は約 144 万人である。さらに、人口の高齢化により、2030 年には約 200 万人に達すると推定している<sup>2)</sup>。一方、視覚障害は全盲のイメージが強く、そのためロービジョン者に配慮した歩行環境整備はこれからの課題である。

これまでの公共空間のバリアフリー化に関する制度としては、1983 年に旧運輸省が「公共交通ターミナルにおける身体障害者用施設整備ガイドライン」を策定し、1985 年には旧建設省から「視覚障害者誘導用ブロック（以下、点字ブロック）の設置指針」が到達された。さらに法制度として、2000 年に「高齢者、障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律」（通称交通バリアフリー法）が施行され、2002 年には「高齢者、身体障害者等が円滑に利用できる特定建築物の建築の促進に関する法律」（通称ハートビル法）が改正された。2006 年には交通バリアフリー法とハートビル法を統合した「高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律」（通称バリアフリー新法）の施行され、それらに伴い、推奨される設計内容や設計基準が示されたガイドライン<sup>3) 4)</sup>が作成されている。これらガイドラインには、全盲者だけでなく、弱視者（本研究で言うロービジョン者）も対象として明記されているが、弱視者に対する整備項目などは、「通路や階段等で識別しやすいように色相や彩度、照度などには配慮が必要」という記述に留まるなど、具体的な指針が示されていない。

## 2. 従来の研究と本研究の目的

本研究はロービジョン者のための歩行支援や環境整備・計画のための基礎研究と位置づけ、ロービジョン者の視覚機能が歩行時の利用情報に与える影響について明らかにすることを目的としている。

ロービジョン者はその視覚機能<sup>注2)</sup>の程度によるが、とりわけ残存した視覚機能を用いて歩行する傾向にあるため、ロービジョン者の移動問題を考える上では、その「見え方」にいても考慮する必要がある。つまり、原因疾患によって視力、視野欠損（中心か周辺によっても違う）、コントラストの感度、明暗による違いなど様々な「見え方」が存在するため、医学的・人間工学的な要素からの検討も今後の歩行環境整備には必要とされる。しかし、ロービジョン者の歩行環境整備全般にわたって、視覚および他の感覚機能からどのような情報を入手して歩行しているのかは十分に把握できていない。

これまで、視覚障害者が環境からどのような情報を得て歩行しているかに関する研究は、全盲者を中心に研究がなされている。

高宮ら（1999）<sup>5)</sup>は全盲者が屋外歩行時に利用している情報やどのような箇所でも音声案内を必要としているかをまとめ、触知、音、嗅覚情報を利用しながら歩行していることを示し、伊藤（1994）<sup>6)</sup>は重度の視覚障害者を対象とし、日常よく行く場所に到達するためにどのような情報が主な手がかりであるかを調査し、その結果、音情報が重要であると述べている。

Passini et. al（1998）<sup>7)</sup>は、建築内に経路を設定し、被験者を案内して経路を学習させた上で、経路探索を行う最中に記録したプロトコル（思考過程の内観報告）などを分析し、横山ら（1999）<sup>8)</sup>は、実験室内において被験者が日常よく利用する数ヶ所の場所をあげさせ、その地点までの経路を「他の視覚障害者がそこに安全にいけるように道筋を話す」口述データを分析している。

山本（1994）<sup>9)</sup>は白杖歩行者が求める空間情報について移動に利用される情報は地図情報と基礎情報に分けられると指摘している。

柳原ら（2003）<sup>10)</sup>は、全盲者を対象に地下街を実際に歩行してもらい、その時の経路描画の正確性と利用情報

\*キーワード ロービジョン、視覚機能、歩行、移動情報

\*\* 正会員 博士（工学）神奈川総合リハビリテーションセンター/首都大学東京 都市科学研究科 〒243-0121 神奈川県厚木市七沢 516 TEL:046-249-2590

\*\*\* 正会員 修士（工）（株）建設技術研究所

\*\*\*\* 正会員 博士（工学）兵庫県立福祉のまちづくり研究所

\*\*\*\*\* フェロー会員 工博 近畿大学理工学部社会環境工学科

の関係を調べている。

一方、ロービジョン者を中心とした研究としては、ロービジョン者の視覚機能と歩行パフォーマンスおよび歩行中の問題について研究がなされている。

視覚機能と歩行中の問題に関する研究は、中西ら (2005)<sup>11)</sup>、中西ら (2006)<sup>12)</sup>、柳原ら (2008)<sup>13)</sup> があり、接触やつまづき、階段での困難が生じていることを明らかにし、それらは視野の欠損やコントラスト感度の低下が影響していると述べている。

ロービジョン者の視覚機能と歩行パフォーマンスの関係を示した研究として、Haymes, S. et. al (1996)<sup>14)</sup>、Alex, B. et. al (1996)<sup>15)</sup>、Duaner, G. et. al (1998)<sup>16)</sup> は網膜色素変性症患者を対象として、Thomas, K. et. al (1999)<sup>17)</sup>、Shirin, E, H. et (2002)<sup>18)</sup> は加齢黄斑変性症患者を対象とした研究がある。これらの研究は、実験室内のコースや屋外のコースにおいて、障害物との接触、歩行時間などを歩行パフォーマンスの指標として、代表的な視覚機能である視力、視野、コントラスト感度特性、色覚を測定し、歩行パフォーマンスとの関連について調べた研究である。これらの研究を通じて、網膜色素変性症患者、加齢黄斑変性症患者共に、視野とコントラスト感度が歩行パフォーマンスに影響を与えているという結果を示している。

しかし、これらの研究では、ロービジョン者が環境からどのような情報を得て歩行しているのかについては、ほとんど言及されていない。

ロービジョン者の視覚機能と利用情報に関しては、松田ら (2009)<sup>19)</sup> の研究があり、アイマークレコーダを用いて室内におけるロービジョン者の注視傾向明らかになっている。しかし、被験者は10名であり、室内限定であるなど、ロービジョン者の視覚機能が歩行時の情報の利用にどのように影響を及ぼしているかという知見はほとんど得られていない状況にある。

### 3. 調査概要

#### (1) 調査概要

本調査はロービジョン者を対象とし、個人属性、視覚特性、歩行特性、歩行時の利用情報等をアンケートにより調査した。また、比較群として、全盲者と晴眼者に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。本分析では、主に聴覚・触覚情報の利用は全盲者との比較、視覚情報の利用は晴眼者との比較により、ロービジョン者の特性を明らかにする。対象としたロービジョン者、全盲者はある程度1人歩きが可能な人のみを有効回答とした。具体的には設問中で「どんな場合でも1人で歩くのは難しい」と回答した人は分析から除外している。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。

表-1 調査概要

	ロービジョン者	全盲者	晴眼者
調査時期	平成20年11月～平成21年1月		平成20年11月～12月
調査方法	ヒアリング調査		直接配布・回収
	メールで送信・返信		
	郵送配布・回収		
	電話調査		
回収数(有効回答数)	135部	27部	73部
平均年齢	48.1±16.0	50.2±13.6	49.7±17.5
性別	男 56.3%	男 66.7%	男 65.8%
	女 43.7%	女 33.3%	女 34.2%
身体障害者手帳等級	1級28.1% 2級57.0% 3級4.4% 4級3.0% 5級5.2% 手帳なし2.3%	1級100.0%	—
原因疾患	網膜色素変性症 37.0% 白内障 9.2% 緑内障 5.2% 網膜剥離 5.2% 未熟児網膜症 4.4% 視神経萎縮 3.7% その他 34.8% 複数疾患患者11名	網膜色素変性症 22.2% 未熟児網膜症 14.8% 緑内障 7.4% 網膜剥離 14.8% その他 40.7% 複数疾患患者3名	—

表-2 質問項目

	質問項目
個人属性	年齢、性別、原因疾患、等級
視覚機能	視力、視野、コントラスト感度、色覚
歩行特性	外出頻度、白杖使用、歩行訓練の有無、単独歩行
歩行時の利用情報	視覚・聴覚・触覚からの手がかりとその目的

ロービジョン者、全盲者に対するアンケート調査の配布は、視覚障害センターの入所・通所の方、および視覚障害者関係の各種グループに協力を仰いで、そのネットワークを通じて調査票を配布してもらった。アンケートの配布形式は紙ベースの墨字によるもの、ヒアリングによるもの、メールを通じて記入してもらった形式を取った。また、晴眼者への配布方法は、学生およびその家族、あるいはその知人へ配布を依頼し、ロービジョン者群、全盲者群と大きく年代が変わらないように配慮した。

#### (2) 調査票の設計について

本研究では、アンケート上で視覚機能を調査している。ロービジョン者の視覚特性を厳密に把握するには、医学的検査が必要となるが、サンプル数の確保が難しいという課題がある。そのため本研究では、基礎的なデータとして使えることとサンプル数を確保することを重視し、ロービジョン者の視覚機能について、アンケート上で回答してもらう方法とした。筆者ら (2008)<sup>13)</sup> の研究では、アンケート上での視覚機能の回答と医学的計測を実施し

ている既存の研究と比較において、ある程度整合性がとれることを確認している。調査票の設計について、以下に整理する。

a) 視力

一般的に、視力はランドルト環（アルファベットのCのようなパターン）の隙間の方向を一定の距離から答えさせ、測定される。本調査では、矯正視力について、一般的な少数視力で回答してもらった。分析には、すべて矯正視力の良い方の視力（良眼視力）を用いて分析した。

b) 視野

視野は通常、視野計（ゴールドマン視野計など）により計測され、視野表あるいは視能率（健常状態に比べ何%ぐらい欠損しているか）で表す。本調査では、まず視野欠損があるかを聞き、もし欠損があるなら、その欠損部位を「周辺」、「中心」、「その他」で回答してもらった。

c) コントラスト感度

通常、コントラスト感度は空間周波数特性で計測される。空間周波数とは、光の強さを正弦波状に変化させて描いた縞模様の幅のことで、この縞模様を認知できる最小のコントラストをコントラスト閾値といい、その逆数をコントラスト感度という。表現方法としては、Y軸にコントラスト感度、X軸に空間周波数を取り、コントラスト感度曲線で表す。本調査では、物や色を区別するのにコントラスト<sup>注3)</sup>が必要かどうかを質問し、「必要」、「状況により必要」、「必要でない」で回答してもらった。

d) 色覚

通常、色覚検査表によって色盲・色覚異常が検査される。本調査では、「色覚異常を抱えていますか?あるいは医師等から色覚異常の疑いを指摘されてはありますか?」という設問を設定し、「はい」、「いいえ」で回答してもらった。

4. 調査結果

(1) 視覚機能について

表-3はロービジョン者の視覚機能を示したものである。全盲者、晴眼者には視覚機能の質問はしていない。

視力は「0.01以上0.05未満」の人が40%と最も多く、「0.01未満」のかなりの低視力の人でも14%といた。

視野に関しては、「視野欠損あり」と回答した人が81%となり、その欠損部位は「中心」が21%、「周辺」が58%、「その他」が12%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」などが含まれている。

コントラスト感度に関しては、物や色を区別するのにコントラストが必要かどうかを質問し、「必要」が

41%、「状況により必要」が47%、「必要でない」が12%と物や色の区別するのみコントラストが必要と感じている人が多くなった。

色覚に関しては、「色覚異常を抱えていますか?あるいは医師等から色覚異常の疑いを指摘されてはありますか?」という質問に対して、「はい」（表中では「あり」）が35%、「いいえ」（表中では「なし」）が65%となった。

表-3 ロービジョン者の視覚機能 (n=135)

視力	「0.01未満」:14%、「0.01以上0.05未満」:40%、「0.05以上0.1未満」:13%、「0.1以上0.5未満」:25%、「0.5以上」:7%
視野	「欠損あり」:81%、「欠損なし」:19% 欠損部位:「中心」:21%、「周辺」:58%、「その他」:12%
コントラスト感度	「必要」:41%、「状況により必要」:47%、「必要でない」:12%
色覚異常	「あり」:35%、「なし」:65%

(2) 歩行特性について

図-1は回答者の外出頻度を示したものである。「ほぼ毎日」外出する人は晴眼者の86.1%に比べ、ロービジョン者77.0%、全盲者63.0%とやや全盲者およびロービジョン者（以後、表中、図中ではLV者と記す）の方が少ない。しかし統計的有意差( $\chi^2=11.22, df=6, p>.05$ )はなく、週3、4日まで含まると、ロービジョン者は約9割、全盲者は約8割外出しており、本調査の回答者は晴眼者と変わらない外出頻度があると言える。

表-4は全盲者およびロービジョン者の白杖使用、歩行訓練の状況を示したものである。全盲者は白杖を「常に使用」が77.8%と約8割の人が常に白杖を使用しており、歩行訓練を受けている人は90%以上いる。一方、

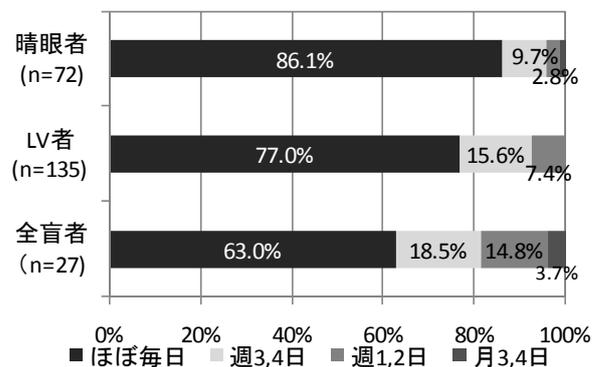


図-1 回答者の外出頻度

表-4 白杖利用および歩行訓練の状況

白杖利用	全盲者	「常に使用」:77.8%、「必要に応じて使用」:11.1%、「使用しない」:11.1%
	ロービジョン者	「常に使用」:33.3%、「必要に応じて使用」:39.3%、「使用しない」:27.4%
歩行訓練	全盲者	「あり」:92.6%、「なし」:7.4%
	ロービジョン者	「あり」:54.1%、「なし」:45.9%

ロービジョン者は、白杖を「常に使用」している人は約3割程度であり、「使用しない」人も約3割程度存在する。歩行訓練を受けている人は約54%であった。

(3) 各感覚機能から得る情報の利用割合について

知覚機能を通じて人が外界（メディア）から受け取る情報量は、視覚が最も多く83%、次いで聴覚が11%で、残りの嗅覚3.5%、味覚1.5%、触覚1%だと言われている<sup>20)</sup>。特に歩行においては、視覚、聴覚、触覚の主に3つの感覚機能から情報を得ていると考えられる。しかし、歩行時に晴眼者、ロービジョン者、全盲者がどの感覚機能からどの程度情報を得ているかわかっていない。そこで本研究では、晴眼者、ロービジョン者、全盲者に対して、普段歩行時に必要な情報を得るのに用いる感覚（視覚・聴覚・触覚）の割合をアンケートにより調査した。回答方法としては、各感覚の利用割合の合計を10割とし、それぞれの利用割合を回答してもらった（図-2）。ただし、一般に視覚障害者は嗅覚を利用して歩行することもあるが、本研究は歩行環境整備の計画や整備指針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ため、視覚・聴覚・触覚の感覚のみについて回答してもらった。

視覚情報の利用割合は晴眼者が73%、ロービジョン者が49%となった。視覚機能が低下したロービジョン者においても、視覚情報が最も重要な情報であることがわかった。また、聴覚・触覚の利用は晴眼者より多く、聴覚から得られる情報が31%、触覚は21%となっていた。つまり視覚機能が低下しているロービジョン者にとっては、視覚から得られる情報の補完として、聴覚・触覚から情報を得ている。また、全盲者が約6割を聴覚より情報を得ていることがわかった。

次に、ロービジョン者の各感覚の利用割合を視力、コントラスト感度、視野、色覚の視覚機能ごとでそれぞれ分類した（図-3）。視力は「0.01未満」、「0.01以上0.1未満」、「0.1以上1.0未満」の3つに、コントラスト感度は「必要」、「状況により必要」、「必要なし」の3つに、視野は欠損の有無の2つ、色覚は色覚異常の有無の2つに分類した。

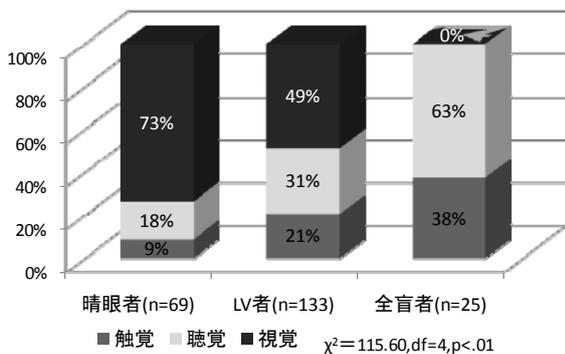


図-2 各感覚機能から得る情報割合

有無の2つに分類した。

視野の欠損の有無、また色覚異常の有無では聴覚・触覚の利用割合の傾向に変化は無く、視力もしくはコントラスト感度が低下する事で聴覚・触覚の利用割合が高くなる（視力： $\chi^2=32.39, df=4, p<.01$ 、コントラスト感度： $\chi^2=22.69, df=4, p<.01$ ）。

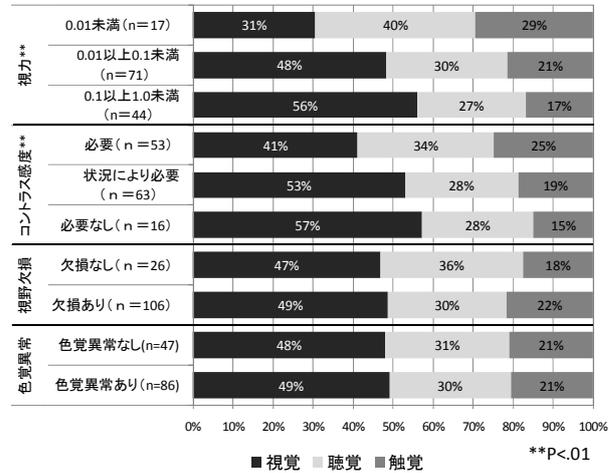


図-3 ロービジョン者の視覚機能と各感覚機能から得る情報割合

(4) 各感覚機能から得る情報の利用について<sup>注4)</sup>

a) 視覚から得る情報の利用について

晴眼者とロービジョン者の視覚から得る情報について、『白線』、『点字ブロック』、『照明』、『歩車境界』、『路面の違い』の5つの対象物についてそれぞれ「いつも利用する」、「時々利用する」、「あまり利用しない」、「利用しない」の4段階で調査した（図-4）。

「いつも利用する」で見ると、『照明』は晴眼者、ロービジョン者共に、視覚的に利用されている割合が最も高い。ロービジョン者では、『照明』について、『白線』、『歩車道境界』が視覚的に情報として利用されている。晴眼者と比べ、有意に差が生じたのは『白線』と『点字ブロック』であった（白線： $\chi^2=34.24, df=3, p<.01$ 、点字ブロック： $\chi^2=99.06, df=3, p<.01$ ）。このことより、晴眼者にとっても、照明、歩車道境界、路面の違いなどは視覚的な情報のひとつであることがわかる。また、ロービジョン者は『点字ブロック』を「いつも利用する」と回答したのは31.9%に対して、『白線』が44.2%と高く、白線は視覚的な情報の手がかりとして重要であることがわかる。

b) 聴覚から得る情報の利用について

全盲者、ロービジョン者の聴覚から得る情報について、『音響信号機』、『車の音』、『人の声、足音』、『屋外での誘導鈴』、『屋内での誘導鈴』、『店舗からの音』の6つの対象物についてそれぞれ「いつも利用する」、「時々利用する」、「あまり利用しない」、「利用しない」

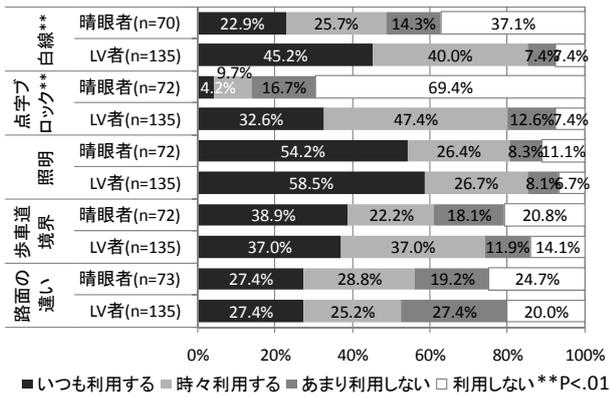


図-4 視覚から得る情報の利用

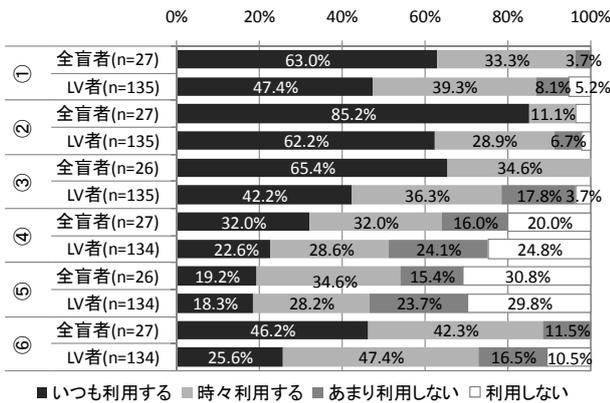


図-5 聴覚から得る情報の利用

項目	$\chi^2$ 値	自由度	有意
①音響式信号機	3.295341	3	
②車の音	6.539119	3	t p<0.1
③人の声、足音	8.147017	3	* p<0.05
④屋外での誘導鈴	1.667954	3	
⑤屋内での誘導鈴	0.984592	3	
⑥店舗からの音	6.389686	3	t p<0.1

い)の4段階で調査した(図-5)。

相対的に聴覚情報を利用しているのは、全盲者であるが、全盲者とロービジョン者を比較すると『人の声、足音』(5%有意)であり、有意水準を10%とすると、『車の音』、『店舗からの音』に差が生じた。『屋外での誘導鈴』、『屋内での誘導鈴』は、全盲、ロービジョン者共に「いつも利用する」、「時々利用する」を合わせても約5割程度であり、他の音情報に比べあまり利用されていない。

次に、その音情報の利用の目的について、「危険回避」、「方向定位」、「位置確認」の選択肢から複数回答で回答してもいい、回答割合を示した(図-6)。その結果、全盲者は『音響式信号機』、『車の音』、『人の声、足音』を「方向定位」に利用する割合が高く、ロービジョン者は「危険回避」に利用する割合が高い。一方、『屋外での誘導鈴』、『屋内での誘導鈴』、『店舗からの音』は全盲者、ロービジョン者共に「位置確認」で利用する割合が高い。このことより、ロービジョン者は音

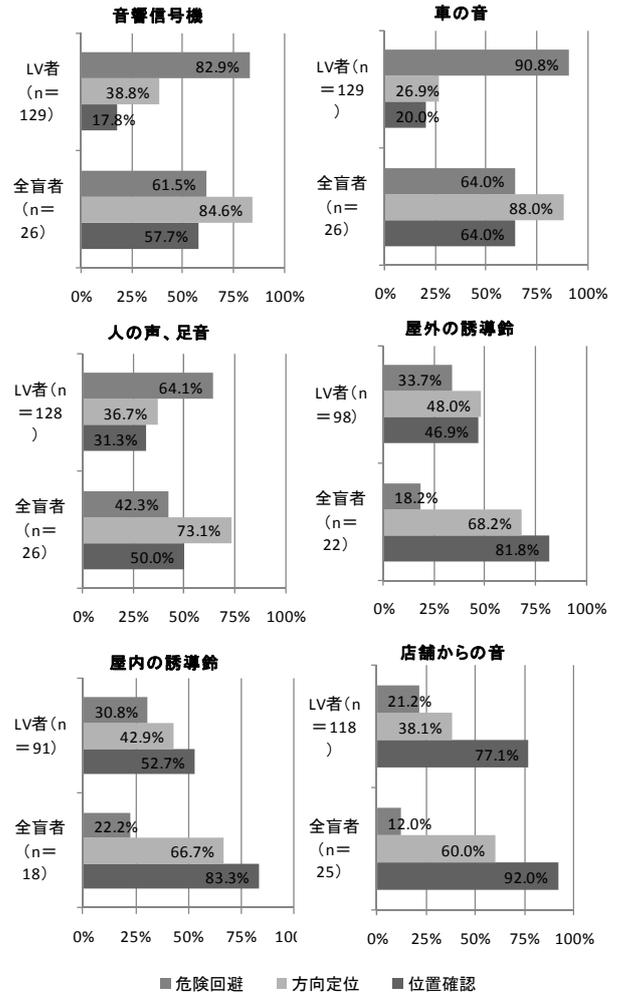


図-6 聴覚から得る情報の利用目的(複数回答可)

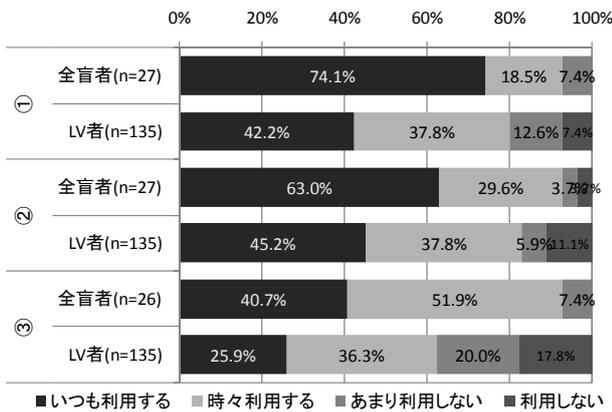
情報を主に危険回避と位置確認のために用いており、全盲者は位置確認と方向定位のために用いていることがわかる。

c) 触覚から得る情報の利用について

全盲者、ロービジョン者の触覚から得る情報について、『点字ブロック』、『段差』、『路面の違い』の3つの対象物についてそれぞれ「いつも利用する」、「時々利用する」、「あまり利用しない」、「利用しない」の4段階で調査した(図-7)。

触覚から情報を得ている割合は、全盲者の方が高く、『点字ブロック』、『路面の違い』では、5%の有意水準で有意な差が見られた。

次に、その触覚情報の利用の目的について、「危険回避」、「方向定位」、「位置確認」の選択肢から複数回答で回答してもいい、回答割合を示した(図-8)。その結果、全盲者、ロービジョン者共に、『路面の違い』は「位置確認」、『点字ブロック』は「方向定位」の利用割合が最も高く、『段差』では、全盲者が「危険回避」であり、ロービジョン者は「位置確認」の利用割合が最も高い。また、ロービジョン者は『点字ブロック』、



項目	$\chi^2$ 値	自由度	有意
①点字ブロック	9.732673	3*	p<0.05
②段差	3.337093	3	
③路面の違い	9.932234	3*	p<0.05

図-7 触覚から得る情報の利用

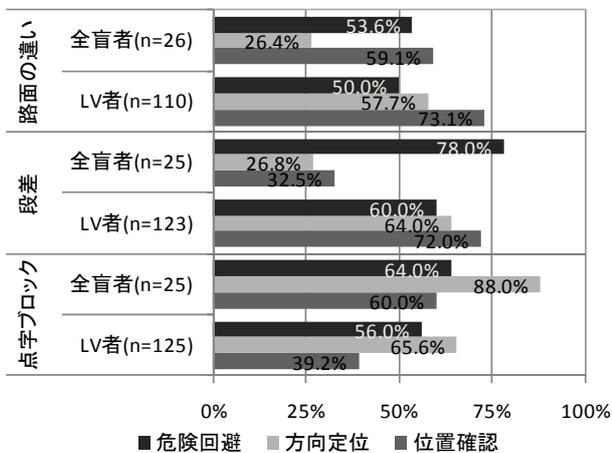


図-8 触覚から得る情報の利用目的(複数回答可)

『段差』、『路面の違い』のすべての項目において、利用目的の割合に大きな差はなく、触覚情報を様々な目的で利用していることがわかる。

(5) 視覚機能が利用情報に与える影響について

図-2、3の結果、および晴眼者とロービジョン者、ロービジョン者と全盲者の情報の利用の違いの比較より、視覚機能の低下が、視覚情報、聴覚情報、触覚情報の利用に影響を及ぼしていることがわかる。そこで、それらの因果関係を分析するために、「視覚機能」が「視覚情報」、「聴覚情報」、「触覚情報」の利用及び、「歩行訓練」、「白杖使用」に与える影響について、共分散構造分析を行った。データは回答者135名中、有効回答112名のデータを用いた。パラメータ推定にはSPSS(株)のAmos16.0を用いた。視力は「0.01未満」、「0.01以上0.05未満」、「0.05以上0.1未満」、「0.1以上0.5未満」、「0.5以上」の5つに、コントラスト感度は「必要」、「状況により必要」、「必要なし」の3つに、視野は欠損の有無の2つに分類した。色覚は、分析

の結果、「視覚機能」に与える影響が小さかったため、本モデルでは分析項目から削除している。歩行訓練は、「なし」、「あり」に2つに、白杖利用は「使用しない」、「必要に応じて使用」、「常に使用」の3つに分類した。また、視覚・聴覚・触覚情報の項目については、「利用しない」、「あまり利用しない」、「ときどき利用する」、「いつも利用する」の4つの選択肢の回答を用いた。本モデルは、視覚機能が情報の利用に与える影響について分析を行ったものであり、また、視覚機能が

表-5 視覚機能と利用情報のモデル1の推定結果

パス	推定値	標準誤差	検定統計量	判定
視覚機能 <--- 良眼視力	1			
視覚機能 <--- 視野	1.755	0.651	2.697	**
視覚機能 <--- コントラスト	0.698	0.378	1.846	†
視覚情報 <--- 視覚機能	0.028	0.018	1.57	
聴覚情報 <--- 視覚機能	-0.236	0.055	-4.263	**
聴覚情報 <--- 視覚機能	-0.146	0.042	-3.433	**
歩行訓練 <--- 視覚機能	-0.097	0.028	-3.415	**
白杖使用 <--- 視覚機能	-0.255	0.055	-4.602	**
白線 <--- 視覚情報	1			
点字ブロック <--- 視覚情報	0.717	0.399	1.796	†
照明 <--- 視覚情報	1.72	0.728	2.363	*
歩車道境界 <--- 視覚情報	3.126	1.337	2.338	*
路面の違い <--- 視覚情報	3.359	1.436	2.339	*
音響信号機 <--- 聴覚情報	1			
車の音 <--- 聴覚情報	0.27	0.163	1.652	†
人の声、足音 <--- 聴覚情報	0.495	0.194	2.548	*
屋外誘導鈴 <--- 聴覚情報	1.231	0.287	4.291	**
屋内誘導鈴 <--- 聴覚情報	1.038	0.276	3.768	**
店舗の音楽 <--- 聴覚情報	1.122	0.252	4.456	**
点字ブロック(凹凸) <--- 触覚情報	1			
段差 <--- 触覚情報	0.665	0.18	3.688	**
路面 <--- 触覚情報	0.522	0.182	2.865	**
良眼視力 <--> コントラスト	0.127	0.067	1.9	†
良眼視力 <--> 視野	0.007	0.038	0.19	
視野 <--> コントラスト	0.065	0.026	2.515	**
e9 <--> e13	0.069	0.049	1.41	
e9 <--> e10	0.147	0.05	2.95	**
e15 <--> e16	0.265	0.082	3.228	**
e4 <--> e14	0.206	0.055	3.738	**
e3 <--> e4	0.172	0.063	2.723	**
e9 <--> e11	-0.075	0.035	-2.155	*
e3 <--> e5	0.107	0.066	1.63	
e11 <--> e12	0.585	0.115	5.11	**
e9 <--> e16	0.157	0.055	2.852	**
e13 <--> e16	0.21	0.069	3.058	**

\*\* : P<0.01, \* : P<0.05, † : P<0.1

表-6 視覚機能と利用情報のモデル2(修正モデル)の推定結果

パス	推定値	標準誤差	検定統計量	判定
視覚機能 <--- 良眼視力	1			
視覚機能 <--- 視野	1.68	0.63	2.665	**
視覚機能 <--- コントラスト	0.738	0.375	1.966	*
聴覚情報 <--- 視覚機能	-0.273	0.062	-4.433	**
聴覚情報 <--- 視覚機能	-0.155	0.044	-3.544	**
歩行訓練 <--- 視覚機能	-0.1	0.029	-3.46	**
白杖使用 <--- 視覚機能	-0.252	0.055	-4.626	**
音響信号機 <--- 聴覚情報	1			
車の音 <--- 聴覚情報	0.26	0.159	1.635	
人の声、足音 <--- 聴覚情報	0.478	0.19	2.515	*
屋外誘導鈴 <--- 聴覚情報	1.251	0.286	4.381	**
屋内誘導鈴 <--- 聴覚情報	1.041	0.273	3.812	**
店舗の音楽 <--- 聴覚情報	1.057	0.239	4.427	**
点字ブロック(凹凸) <--- 触覚情報	1			
段差 <--- 触覚情報	0.594	0.16	3.704	**
路面 <--- 触覚情報	0.508	0.166	3.049	**
良眼視力 <--> コントラスト	0.127	0.067	1.9	†
良眼視力 <--> 視野	0.007	0.038	0.19	
視野 <--> コントラスト	0.065	0.026	2.515	*
e9 <--> e13	0.067	0.047	1.426	
e9 <--> e10	0.151	0.05	3.004	**
e15 <--> e16	0.259	0.083	3.121	**
e9 <--> e11	-0.075	0.035	-2.178	**
e11 <--> e12	0.567	0.115	4.945	**
e9 <--> e16	0.157	0.055	2.85	**
e13 <--> e16	0.225	0.068	3.32	**
e13 <--> e14	0.123	0.051	2.404	*

\*\* : P<0.01, \* : P<0.05, † : P<0.1

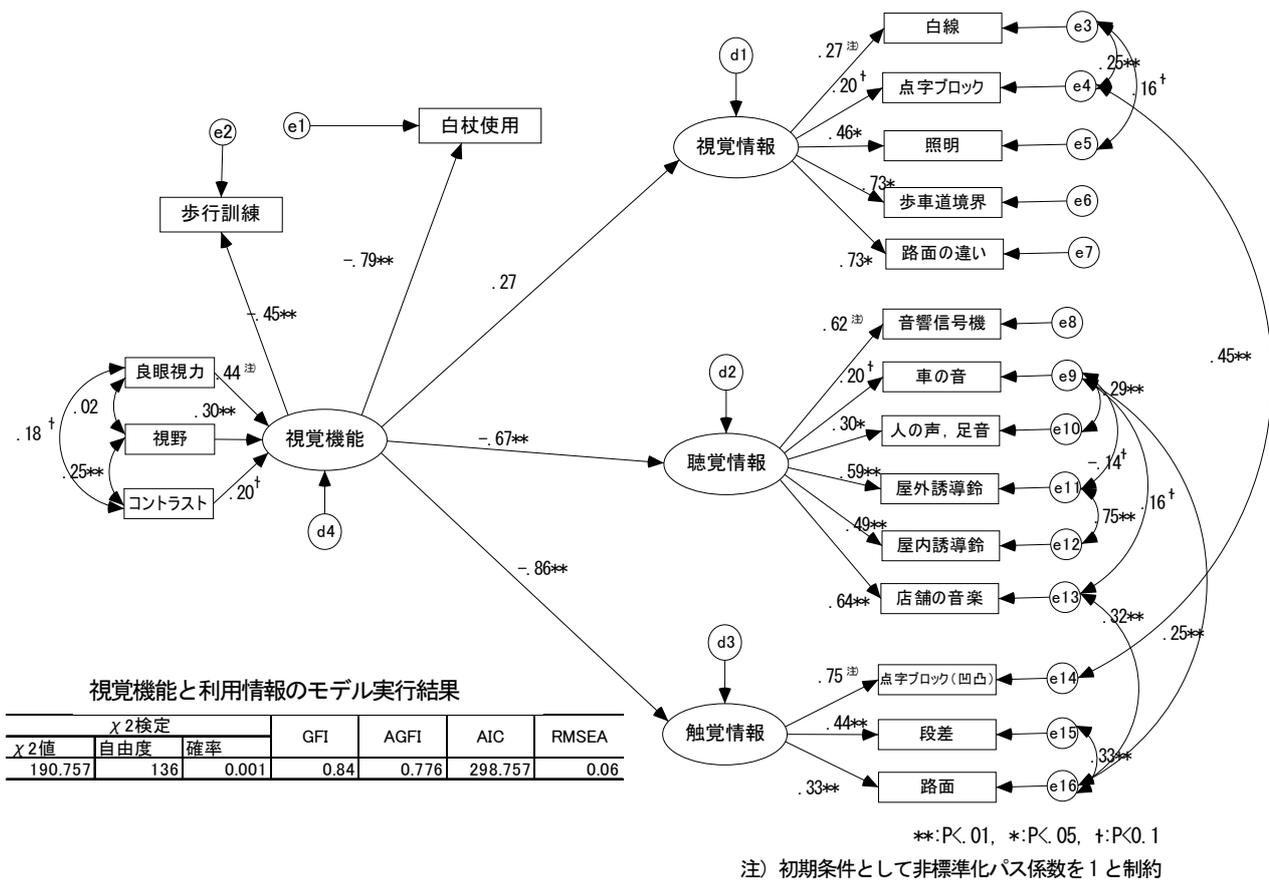


図-9 視覚機能と利用情報のモデル1 (標準化解)

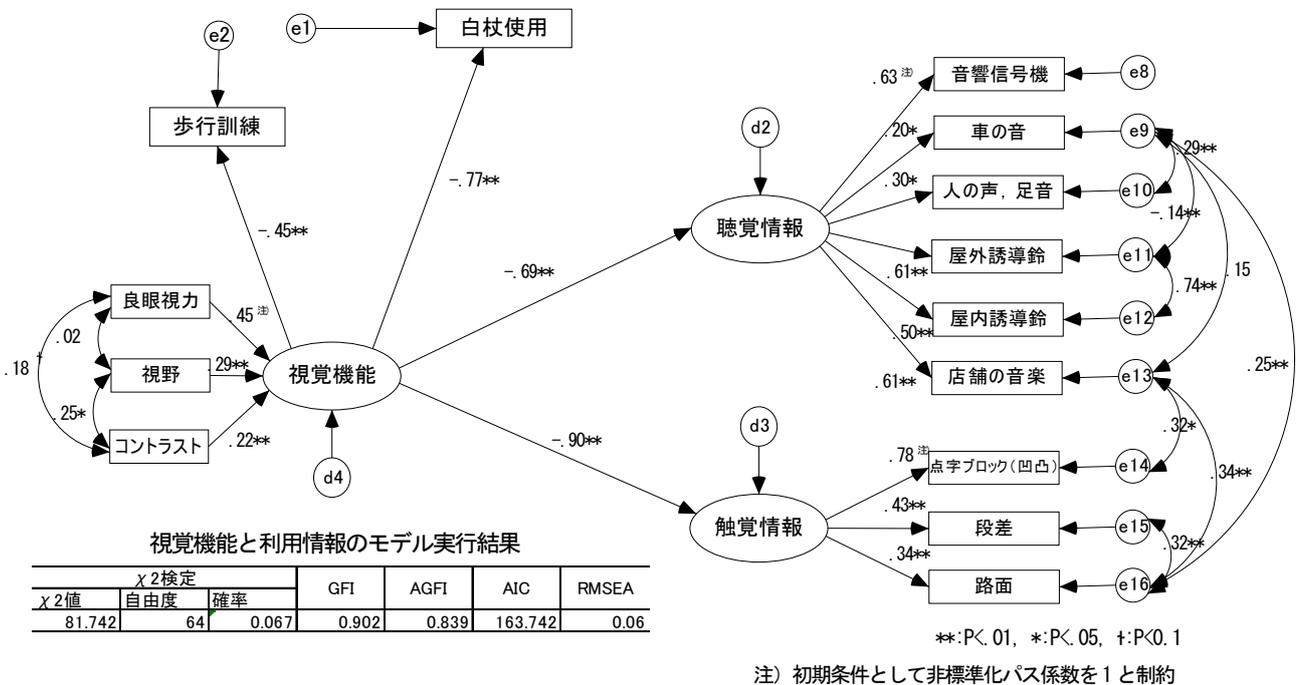


図-10 視覚機能と利用情報のモデル2 (修正モデル) (標準化解)

白杖利用や歩行訓練に影響を与えると考えた。本来、白杖利用や歩行訓練が情報の利用についても影響を与えるはずであるが、視覚機能が直接情報の利用に与える影響と視覚機能が白杖利用、歩行訓練に影響および白杖利用、

歩行訓練が情報の利用に与える影響をモデルに組み込むと多重共線性の問題より不適解となり、本モデルでは歩行訓練、白杖利用から情報の利用へのパスは削除し、本モデルでは、視覚機能が歩行訓練、白杖利用、情報の利

用に影響を分析した。

図-9、表-5は「視覚機能」が「視覚情報」、「聴覚情報」、「触覚情報」の利用及び、「歩行訓練」、「白杖使用」に与える影響についてのモデルである(図中、表中ではモデル1と命名)。潜在変数である「視覚機能」、「視覚情報」、「聴覚情報」、「触覚情報」には攪乱変数(d1~d4)をつけ、従属変数となる観測変数には誤差変数(e1~e16)をつけた。攪乱変数、誤差変数からのパス係数はすべて1に固定した。このモデルは、 $\chi^2$ 値190.757で、その確率は0.001とモデルの適合性に関する仮説(モデルと観測データが等しい)は棄却される。また、GFIも0.84と豊田(1992)<sup>21)</sup>が推奨する0.9を超えていない。RMSEAは一般的に0.08以下であれば適合度が高いとされているため、RMSEAに関しては適合していると考えられるが、全般的にこのモデルの適合性はやや低いと考えられる。そこで、このモデルを修正するために、このモデルについて解釈を行う。

まず、有意なパスとしては、「視覚機能」から「歩行訓練」、「白杖利用」へのパス係数は1%有意である。またパス係数がマイナスであり、視覚機能が低下することにより、歩行訓練を受けるあるいは白杖を使用することになる。次に「視覚機能」から「視覚情報」、「聴覚情報」、「触覚情報」のパスについて見ると、「視覚情報」へのパス係数は有意ではなく、「聴覚情報」、「触覚情報」のパス係数は1%有意である。パス係数の符号をみると、「視覚機能」から「視覚情報」はプラスであり、「視覚機能」から「聴覚情報」、「触覚情報」へはマイナスである。これは、視覚機能が上昇すると視覚情報を利用することになり、視覚機能が低下すると聴覚情報、触覚情報を利用することになる。しかし、「視覚機能」から「視覚情報」へのパス係数(標準化解)は0.27と「視覚機能」から「聴覚情報」、「触覚情報」へのパス係数に比べ小さい。このことは、「視覚機能」が「視覚情報」の利用に大きな影響を及ぼしていないと考えられる。つまり、図-2、3の結果よりも、視覚機能の低下が聴覚情報、触覚情報の利用の割合を上昇させるが、ロービジョン者は視覚機能が低下しても、視覚情報の利用にはあまり影響がないと考えられる。

そこで、モデル2(修正モデル)では、「視覚情報」を分析項目から除外して、分析を行った。その結果は、図-10、表-6に示す。このモデルは、 $\chi^2$ 値81.742で、その確率は0.067と5%有意のモデル適合性に関する仮説は棄却されない。また、GFIは0.902、RMSEAも0.06となっている。このことよりも、モデル2(修正モデル)は「視覚機能」が「聴覚情報」、「触覚情報」の利用及び、「歩行訓練」、「白杖使用」に与える影響についてのモデルとして、受容できると考えられる。

このモデルでは、「視覚機能」から「歩行訓練」、

「白杖利用」、「聴覚情報」、「触覚情報」へのパス係数は1%有意である。またパス係数は共にマイナスであり、視覚機能が低下することにより、歩行訓練を受ける、白杖を使用する、聴覚情報、触覚情報を利用することになる。また、また、「良眼視力」、「視野」、「コントラスト感度」が「視覚機能」に与える影響としては、「良眼視力」のパス係数が最も大きく、視覚機能には良眼視力が最も影響していた。

## 5. 結論

本研究はロービジョン者のための歩行支援や環境整備・計画のための基礎研究と位置づけ、ロービジョン者の視覚機能が歩行時の利用情報に与える影響について調査した。その結果を以下に示す。

①ロービジョン者の各感覚機能から得られる情報の割合について

視機能が低下したロービジョン者においても、約5割程度、視覚から情報を得ていることがわかった。また、視覚機能が低下することにより、その割合は減少し、特に視力、コントラスト感度が低下すると、視覚情報の利用割合が低下し、聴覚・触覚情報の利用割合が増加する。視力では、0.01未満というかなりの低視力者においても、約3割程度視覚から情報を得ており、ロービジョン者にとっては、視覚情報が非常に重要であることがわかる。

②ロービジョン者の各感覚機能から得られる情報の利用について

視覚から得られる情報について、白線と点字ブロックがロービジョン者特有の利用している情報であることがわかった。また、歩車道境界や照明なども視覚情報としてよく用いられている。

聴覚情報は、全盲者よりもやや利用割合は少ないものの、音響信号機や車の音などはよく利用されている。しかし、歩行支援として設置されているはずの屋内・屋外での誘導鈴の利用しないという回答も多い。このことは、永幡<sup>22)</sup>が公共空間で提供されている音情報が役に立たない場合もあることを指摘しているように、今後の音による歩行支援整備の課題と言える。聴覚情報の利用目的は、全盲者とはやや違い、位置確認および危険回避に用いられている。全盲者が音情報を方向確認として用いているのに対し、ロービジョン者は方向を視覚により確認していると考えられる。

触覚情報も全盲者よりもやや利用割合が少ないものの、点字ブロックや段差を触覚情報としてあまり利用しないと回答した人は約2割程度であり、多くの人が触覚からも情報を得ていることがわかった。聴覚情報の利用目的は、主に位置確認で用いられるという回答が多いことから、ロービジョン者も白杖や足裏から、自己位置を確認

していることがわかった。

### ③ロービジョン者の視覚機能と情報の利用について

視覚機能と利用情報等のモデル化より、視覚機能の低下が歩行訓練、白杖利用、聴覚・触覚情報の利用に影響を与えていることがわかった。特に、触覚情報のパス係数が大きく、触覚情報の利用には視覚機能の低下が大きく影響していることがわかった。また、モデル1とモデル2（修正モデル）の関係より、視覚機能の低下が視覚情報の利用にあまり影響していないことがわかった。このことより、ロービジョン者にとって視覚情報は視覚機能に関わらず重要な情報であると考えられ、今後の歩行支援や環境整備・計画においても、色や光を用いた視覚情報の提供が重要となる。

また、モデル2（修正モデル）では、視力が最も視覚機能に影響していた。視覚機能と歩行パフォーマンスを扱った既往研究<sup>14)~18)</sup>では、歩行パフォーマンスには視野とコントラスト感度が影響しているとし、視力の影響はほとんどないと述べられている。しかし、これらの研究での歩行パフォーマンスは障害物回避や歩行速度が指標として用いられているため、視野とコントラスト感度が影響していると考えられる。筆者ら（2008）<sup>13)</sup>の研究では、視力0.1以下の人は信号機を眼で確認できていない人が多く、信号灯器状態を確認するには視力が影響していた。つまり、視覚情報を利用するためには、視野内に捉えた対象物を認知（確認・理解・判断）する必要があり、情報の利用には視力の影響が大きいと考えられる。

以上より、ロービジョン者への歩行支援や環境整備・計画においては、視覚情報の提供は有効であり、情報内容を認知できるような提供方法を考慮する必要がある。また、視覚情報を補完するための聴覚・触覚情報との体系的な情報提供技術を構築する必要がある。

注1) 日本眼科医会では、アメリカのロービジョン者の定義（ロービジョンは良い方の視力0.1以上0.5未満、失明を良い方の視力0.1未満）を用いて、推計している。しかし、本研究では、障害者手帳の有無に限らず医学的失明である視力0を全盲者、それ以外（上限は良い方の視力0.5未満）の人をロービジョン者として扱う。

注2) 視覚機能とは広義的に視力、眼球運動、調節機能などの入力機能と脳の中で視覚情報を認知・記憶・イメージする処理機能の2つを総合した機能として扱われるが、本研究では、前者の入力機能を意味している。また、本研究の分析には、一般的な視機能検査項目であり、既往研究で検査項目として挙げられている視力、視野、コントラスト感度、色覚を総称して視覚機能と呼ぶ。

注3) 「コントラスト」という語は一般的にはなじみの

ない言葉であるが、視覚障害リハビリテーションの分野では、視認性と大きく関わる「コントラスト」という言葉は、日常的に使用されている言葉であるため、アンケート調査に「コントラスト」という言葉を用いても、影響はないと考えた。

注4) 視覚・聴覚・触覚から得る情報に関するアンケート調査の設問項目の選定は、人により情報の利用方法等は大きく異なるであろうと予測されるため、情報として一般的に利用されるであろう項目（既往研究等を参考に作成）を選定し、ロービジョン数名への予備調査を実施し、項目を決定した。また、本調査では「聴覚情報」、「触覚情報」の利用目的について調査を行っているが、「視覚情報」の利用目的に関して、質問を行っていない。これらの理由は、一般的に「視覚」は、「聴覚」・「触覚」に比べ、情報処理量が多く、意識的に情報を得ている可能性は低く、漠然と得ているケースが多い。視覚活用が可能なロービジョン者においても同様の傾向があり、予備調査においても、「緒各情報」・「触覚情報」に比べ、「視覚情報」の利用目的が明確に特定できず、多岐にわたる傾向が見られ、回答の信頼性を確保するために、「視覚情報」の利用目的の質問は除外した。

### 参考文献

- 1) 総理府：障害者白書，平成21年版，2009
- 2) 日本眼科医会ホームページ：  
[http://www.gankaikai.or.jp/info/20091115\\_soci\\_alcost.pdf](http://www.gankaikai.or.jp/info/20091115_soci_alcost.pdf)（最終訪問日2010年2月25日）
- 3) 国土交通省：道路の移動等円滑化整備ガイドライン：財団法人国土技術研究センター（編集・発行），株式会社大成，2006
- 4) 国土交通省：公共交通機関の旅客施設に関する移動塩化整備ガイドライン（旅客施設編），2007
- 5) 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，PP.32-37，1999
- 6) 伊藤精英：重度視覚障害者のナビゲーションに関する研究Ⅰ—歩行時に使用される情報の分析—，日本特殊教育学会第32回大会発表論文集，PP.18-19，1994
- 7) Passini, R and Proul, G :Wayfinding without vision an experiment with congenitally totally blind people, Environment and Behavior, Vol.20 No.2 pp227-252 1998
- 8) 横山勝樹，野村みどり：視覚障害者の空間表象に関する研究—経路口述におけるスキーマの抽出—，日本建築学会計画論文集第522号，195-200，1999
- 9) 山本利和，芝田祐一，増井幸恵：白杖歩行者が求める空間情報に関する調査 視覚障害リハビリテーション第40号 pp.11-32 1994

- 10) 柳原崇男, 三星昭宏: 地下街における視覚障害者への情報提供に関する基礎的研究, 第23回交通工学研究発表会論文報告集, pp. 197-200, 2003年
- 11) 中西勉, 梁島謙次他: ロービジョン者の屋外歩行に関するアンケート結果—視野狭窄のロービジョン者と視野狭窄のないロービジョン者の比較—, 日本眼科紀要, 第56巻, pp. 599-604, 2005
- 12) 中西勉, 梁島謙次: ロービジョン者に対する屋外歩行に関するアンケート結果—網膜色素変性症患者の視野の状態による比較—, 日本眼科紀要, 第57巻, pp. 541-547, 2006
- 13) 柳原崇男, 北川博巳, 齋藤圭亮, 三星昭宏: ロービジョン者の視覚機能と外出時の歩行問題の関係に関する研究, 土木計画学研究・論文集No. 25, PP. 525-533, 2008
- 14) HAYMES, SHARON; GUEST, DARYL; HEYES, ANTHONY; JOHNSTON, ALAN: Mobility of People with Retinitis Pigmentosa as a Function of Vision and Psychological Variables, Optometry & Vision Science. 73(10):621-637, October 1996.
- 15) Alex Blak, Jan E Lovie-Kitchin, Nicole Arnold, Jane Murrish: Mobility performance with retinitis pigmentosa, Clinical and Experimental Optometry 80. 1, 1997, pp. 1-12
- 16) GERUSCHAT. D. R., TURANO. K. A., STAHL. J. W.: Traditional measures of mobility performance and retinitis pigmentosa, Optometry and vision science, 199
- 17) Thomas Kuyk, and Jeffrey L. Elliott: Visual factors and mobility in persons with age-related macular degeneration, Journal of Rehabilitation Research and Development Vol. 36 No. 4, October 1999
- 18) Shirin E. Hassan, Jan E. Lovie-Kitchin, Russell L: Vision and mobility performance of subjects with age-related macular degeneration, Optometry and vision science, 2002, vol. 79, no11, pp. 697-707
- 19) 松田雄二, 原利明, 柏瀬光寿, 西出和彦: ロービジョン者の注視傾向に関する研究, 日本建築学会計画論文集第641号, 1531-1538, 2009
- 20) 教育機器編集委員会編: 産業教育機器システム便覧, 日科技連出版社, 1972
- 21) 豊田秀樹, 竹内啓 (監修): SASによる共分散構造分析, 東大出版会, 1992
- 22) 永幡幸司: 視覚障害者には役に立たない視覚障害者のための音のバリアフリーデザイン, 騒音制御, Vol. 29-No. 5, pp. 390-396, 2005

謝辞: 本研究は、平成21年度～22年度科学研究費補助若手研究 (B) (課題番号21760412) を受けて行った。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、きんきビジョンサポート、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。本研究遂行には、当時近畿大学学生の木下博樹氏の協力を得て行ったものであり、ここに感謝の意を表します。

---

## ロービジョン者の視覚機能が歩行時の利用情報に与える影響の分析\*

柳原崇男\*\*・齋藤圭亮\*\*\*・北川博巳\*\*\*\*・三星昭宏\*\*\*\*\*

ロービジョン者の移動問題を考える上では、その「見え方」を考慮する必要がある。しかし、ロービジョン者の歩行環境整備全般にわたって、視覚および他の感覚機能からどのような情報を入手して歩行しているのかは十分に把握できていない。本研究では、ロービジョン者の視覚機能が歩行時の利用情報に与える影響について明らかにした。その結果、視覚機能の低下が、聴覚情報、触覚情報の利用に大きく影響を与えているが、視覚情報利用に大きく影響していない。このことより、ロービジョン者には視覚情報は重要であり、認知できる視覚情報を提示することが歩行環境整備では有効である。

---

### *An Impact analysis of visual performance to information for mobility in people with low vision \**

*By Takao Yanagihara\*\*・Keisuke Saito \*\*\*・Hiroshi Kitagawa \*\*\*\*・Akihiro Mihoshi \*\*\*\*\**

*It is necessary to consider the visual performance and mobility problems of people with low vision . But it is not clear that the way people with low vision receives mobility information from vision and other sensation. In this paper, we analyzed impacts of visual performance to information for mobility in people with low vision . It is cleared that visual performance has influenced use of auditory and tactile information ,and has not influenced use of visual information. Visual information is important for people with low vision, it is effective to offer visual information at developing pedestrian environments.*

---