ロービジョン者の注視傾向に関する研究

ー室内における事例研究ー

A STUDY ON THE EYE MOVEMENT OF LOW VISION PERSONS

Case study in an eye clinic

松田雄二*, 原 利明**, 柏瀬光寿***, 西出和彦****

*Yuji MATSUDA, Toshiaki HARA, Mitsutoshi KASHIWASE
and Kazuhiko NISHIDE*

In this research, we tried to clarify how low vision people walk and use their visual ability, as well as environmental elements which specially used by low vision people. Eight low-vision persons and eight persons with no visual impairment are asked to walk through an eye-clinic, wearing eye-mark recorder. Their walking behavior and eye movement are recorded and compared. The results are as follows:

1) Low vision people walk longer distance and with slower walking speed. 2) Low vision people tend to see edges on the floor with high contrast. 3) People with normal vision tend to look at what are at the destination using peripheral visual field, whereas low vision people see closer place. 4) Environment with high contrast is useful for low vision people. 5) Surfaces which make up edges should have certain width for perceive for both tunnel-visioned and low eyesighted people.

Keywords: Low vision, Eye movement, Eye-mark recorder, Interior environment, Visual field impairment, Impaired eyesight

ロービジョン、注視傾向、アイマークレコーダ、室内環境、視野障害、視力障害

1. 研究の背景と目的

1-1. 研究の背景

厚生労働省により 2006 年に行われた身体障害児・者実態調査によれば、日本に在住する視覚障害者数は約 31 万人であり、2001 年に行われた前回調査（約 30 万人）と比べ微増している。年齢別構成を見ると、70 歳以上が 51.0% と半数以上を超え、極めて高齢化した状況である。これは高齢化の進展とともに、緑内障や糖尿病網膜症の増加を反映していると考えられる。また、必ずしも加齢によらず、網膜色素変性症などによって視機能が低下する人も多い^{注1)}。障害程度を見ると 1 級が約 11 万人と 35.5% を占めるが、2 級から 4 級までの総数も約 13 万人（42%）であり、ある程度視覚情報を利用できる視覚障害者が多いことがわかる^{注2)}。

制度的な背景を見ると、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、2000 年には交通バリアフリー法が制定され、2001 年には「道路の移動円滑化整備ガイドライン」が作成された。しかしこの中には、全盲の視覚障害者を想定した視覚障害者誘導用ブロック以外の視覚障害者に関する整備項目はほとんどみられない。一方で 1994 年には建築に関わる諸基準を定めたハートビル法が策定され、障害者

自立支援法が成立した 2006 年には、ハートビル法と交通バリアフリー法が統合する形でバリアフリー新法が成立した。このバリアフリー新法はある一定規模以上の公共交通機関（旅客施設・車両等）・道路・路外駐車場・都市公園・建築物を新築する際には、一定のバリアフリー基準に適合させなければならないことを定めたもので、これを受け 2007 年には「公共交通機関の旅客施設に関する移動等円滑化整備ガイドライン」が策定された。ここでは全盲だけでなく弱視・色覚障害の視覚障害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については、具体的な方策はほとんど示されていない^{注3)}。

1-2. 研究の目的

本研究では、視力によってものを識別することがほとんどできない人々を「全盲」、それ以外で視覚に何らかの障害をもつ人々を「ロービジョン^{注4)}」、また視覚に何らかの障害を持たない人々を「晴眼者」と呼ぶ。本研究は、ロービジョン者の構築環境内における歩行状況と、視線の運び方や視覚的な手がかりなどの注視状況、並びに歩行時の問題点を分析し、ロービジョン者の歩行様態の特徴と、その際に使用される視覚的な手がかり、並びにロービジョン者が歩行しやすい環境に関する基礎的な知見を収集することを目的とする。

※本論文は、日本建築学会大会学術講演梗概集¹⁶⁻¹⁸⁾で発表した内容を修正・加筆したものである。

* 東京理科大学理工学部建築学科 助教・博士(工学)

** 鹿島建設㈱建築設計本部品質技術統括グループ
環境・性能グループ

*** 柏瀬眼科

**** 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻
教授・博士(工学)

Assistant Prof., Dept. of Architecture, School of Engineering, Tokyo University of Science, Dr. Eng.

KAJIMA Corporation, Architectural Design Div., Quality Management Dept., Design Technology Group

Kashiwase Eye Clinic

Prof., Dept. of Architecture, Graduate School of Engineering, University of Tokyo, Dr. Eng.

1-3. 既往の研究

ロービジョン者の歩行様態についての研究は、今までにも様々な方法で行われ、ある程度の研究の蓄積が見られる。以下にいくつかの代表的と思われる研究を概観すると、まず小林他(2000)¹⁾はロービジョンに近い状態を再現するシミュレーション眼鏡を装着させた被験者に、段鼻に様々な形状・色彩のテープを貼付した階段を歩かせ、歩行パフォーマンス(歩行速度)の差を検討した。結果、白内障と求心性視野狭窄の場合、段鼻にコントラストを付けることが有効であるとしている。また、炭谷他(2000)²⁾は5人の求心性視野狭窄を持つロービジョン者と5人の対照群に盲学校の廊下と階段を歩行させ、アイマークレコーダによって注視運動を記録し、比較検討した。結果、ロービジョン者では境界部と近距離(5m以内)での注視が多いことが報告されている。市原他(2003)³⁾はアンケートと実験により、ロービジョン者の夜間歩行における視認特性と適切な歩道照明について調査した。結果、夜間時には水平面照度で20 lx程度確保することが望ましいこと、視野障害の有無が道路状態の認知に大きな影響を与えることなどが示されている。中西他(2005)⁴⁾は、視野狭窄を持つロービジョン者と持たないロービジョン者に対し屋外での単独歩行についてアンケート調査を行った。結果、いずれの状態でも歩行に困難を覚える状況があることが確認されたが、下り階段の一段目が発見しづらいなど、視野狭窄のロービジョン者においてより顕著に困難と感じられている項目も見られたと報告している。田中他(2007)⁵⁾は夜間におけるロービジョン者の歩行に関しアンケート調査と現地歩行調査を行い、障害物や有用な対象事物を特定している。この研究では、路面照度10 lx以下、対象物輝度1 cd/m²以下においてロービジョン者の評価が悪くなることなどが示されている。

これらの研究は、調査環境が実際の環境か否か、調査協力者が実際のロービジョン者か否か、またデータが調査協力者の内観報告によるものか、または外部的に計測されたものかという軸で分類することができる。このような分類で見た場合、実際の環境でロービジョン者を調査協力者とし、外部的に計測されたデータを扱う研究は未だ少なく、特に日常的に使用される施設内での研究は少ない。また、視野狭窄と低視力など、ロービジョン者の特性に注目した実験的な研究はほとんど存在しない。本研究では、実際の眼科クリニックの内部を、その環境を熟知した状態のロービジョン者と晴眼者が歩行する際の歩行様態と注視傾向を分析し、ロービジョン者の歩行様態の特徴と使用される視覚的手がかり、並びに歩行しやすい環境に関する基礎的な知見の収集を試みる。

2. 調査の概要

2-1. 調査対象施設の概要

調査対象とした眼科クリニックは、鉄骨造一部2階建て、建築面積538.54 m²、延床面積518.32 m²である。平面計画的には、患者が使用する部分は事務室に面した待合と、一体的に設けられた測定・検査室、診察室に分けられる(図1)。本施設のインテリアは、安全に歩行できる部分とそれ以外の部分をはっきりと区別したいという、医師の要望が反映されたものである。床面に関しては、通路部分はベージュ色の塩ビタイル仕上げとされ、壁際から110mmまでの部分や測定機器、家具等が置かれた部分は、濃紺のタイル

カーペットとなっている。また壁面については、基本的には高さ1300mmのレベルで分割され、上部は白色の珪藻土塗り、下部は褐色の杉羽目板仕上げとされている(図2, 3)。サインに関しては、床から天井まで、幅300mmの診察室や受付などを示す濃紺のサインが、また一カ所のみ常時開放の扉にA3サイズの受付方向を示す膾脂のサインが設置されている(図4, 5)。

図1 調査対象施設の平面図

図2 待合室

図3 測定・検査室

図4 濃紺サイン(左:診察室、中:トイレ、右:受付)

図5 膾脂サイン

2-2. 調査方法

調査は、2007年7月19日から10月30日にかけて、計12回行った。1回の調査で1人または2人の調査協力者について、クリニックが昼休みの午後1時から3時の間に、調査環境を無人とした上で行った。本調査で歩行したルートは、患者がクリニックに来院して診療を受け、会計を済ませ退出するまでに、一般的に通ると思われるルートとした(図6)。

調査協力者は調査の趣旨と概要について説明を受けた後、上記の調査ルートを調査者とともに30分程度歩行し、ルートと室内環境を完全に把握した。この際、床の仕上げの色分けの趣旨についても説明を行った。この後、調査協力者はアイマークレコーダを装着した。本実験ではnac社製のEMR-8B(レンズ視野角92°)を使用した。続いてキャリブレーションを行った後、調査協力者は上述の歩行ルートに従い歩行した。アイマークレコーダの本体とバッテリーを

収納したリュックを背負った調査者は、その後を追って移動しながら、デジタルビデオカメラで調査協力者の位置や足下の状況、体の向きなどを記録した。歩行終了後ただちにアイマークレコーダを解除し、各ルートの安心感や視力の状況、クリニック利用状況に関するヒアリングを行い、調査終了とした。調査者はその後クリニック内のいくつかの部分について、輝度と照度を測定した。待合室の平均照度は 1006.3lx、測定・検査室の平均照度は 802.5lx であった。

図6 調査ルートの概要

2-3. 調査協力者の概要

本調査ではロービジョン者 10 名、晴眼者 9 名、計 19 名を調査協力者としたが、ロービジョン者 2 名、晴眼者 1 名において、アイマークレコーダがアイマーク（視点の滞留点）を検出することができず、データの取得ができなかった。このため、本調査の最終的な調査協力者数は、ロービジョン者 8 名、晴眼者 8 名の、計 16 名である。

視機能について、晴眼者は全員が視野に障害を持たず、視力に関しては両眼 0.8 である一人を除いた全員が 1.0 以上の視力であった。以下にロービジョンの調査協力者の属性を示す（表 1）。これらの視力・視野のデータより、ロービジョンの調査協力者を以下のように分類した。まず視野について、鼻下と下方の視野のあるもの、並びにどちらかの目に正常の視野を持つものを広視野とし、それ以外を狭視野とする。次に視力について、どちらかの目の視力が 0.1 以上あるものを高視力、それ以外を低視力とする^{注5)}。分析・考察では、ロービジョンであることと同時に、これらの視力・視野の分類が、歩行状況並びに注視傾向に与える影響も検討する。

表 1 ロービジョンの調査協力者の概要

年齢	疾患	視力		視野		分類	
		右	左	右	左	視力	視野
50 代	網膜色変性症	0.9	0.7	5 度	6 度	高視力	狭視野
50 代	網膜色変性症	1	0.5	10 度	10 度	高視力	狭視野
30 代	網膜色変性症	0.6	0.4	3 度	3 度	高視力	狭視野
60 代	網膜色変性症	1	1	8 度 + 鼻下	10 度 + 下	高視力	広視野
70 代	網膜色変性症	1.0	1.0	正常	正常	高視力	広視野
40 代	網膜色変性症	手動弁	0.04	0 度	3 度	低視力	狭視野
30 代	全色盲	0.02	0.02	正常	正常	低視力	広視野
50 代	糖尿病網膜症	0.01	0	正常	0 度	低視力	広視野

2-4. 注視点の定義

以下、本調査における注視点の定義について議論する。本調査で使用したアイマークレコーダは、1 秒間に 60 回の頻度で眼球運動を測定し、調査協力者の眉間に取り付けられた極小のビデオカメラから撮影された映像の中にアイマークとして表示し記録するのものと

である。このデータより視対象を特定する場合、一般的には注視点のパラメータとして使用される。この注視点は、ある視対象へのアイマークの停留範囲と停留時間で規定される。

本調査では、アイマークが停留範囲で視角 5° 以内、停留時間で 0.1 秒以上の場所を注視点として定めた。これは以下の理由による。まず停留範囲について、足立他（1992）⁶⁾ は距離 16m の廊下の端部に赤色円形のターゲットを設置し、そのターゲットに向けてアイマークレコーダを装着した被験者に中心を凝視しながら歩行させ、注視点の分布を調査した。結果、視視角 5° の範囲で停留点は収束した。本調査でも足立他の調査結果を踏襲し、視視角 5° の範囲を注視点の停留範囲とした。停留時間については、既往の研究では 0.25 秒から 0 秒とするものまで、様々な定義が見られる。これは主にサッカー抑制^{注6)}の持続時間をどのように捉えるかという事に起因すると思われる。ここでは、0.1 秒以下の停留では注視と見なすべきでないとする研究（Maltz, M. and Shinar, D. 1999）⁷⁾ に従い、停留時間を 0.1 秒とした。

3. 調査結果

3-1. ヒアリング結果

現地訪問回数・訪問頻度・歩行時の安心感について、晴眼者では全ての調査協力者が現地を 10 回以上訪問し、訪問頻度は週 1 回以上、歩行時の安心感については「自信あり安心」という答えであった。次に、ロービジョン者についての結果を示す（表 2）。必ずしも全員が事前に施設内を熟知しているわけではないが、全員の調査協力者が安心して歩けると答えている。次に、それぞれのルートごとの歩行時の安心感を「非常に安心：1、やや安心：2、やや不安：3、非常に不安：4」として、その平均を示す（表 3）。これより、ロービジョン者がやや晴眼者より不安を感じているものの、全般的にはどちらもある程度以上の安心感を持って歩行していることがわかる。また各ルートの回答を集計しウィルコクソンの順位と検定を行った結果、2 つのグループの回答の間に有意差はみられなかった。

表 2 訪問回数・頻度、安心感についてのヒアリング結果

訪問回数		訪問頻度		安心感	
初めて	2 人	定期利用無し	3 人	自信なく不安	0 人
2～4 回	1 人	3 ヶ月に 1～2 回	0 人	やや自信なく不安	0 人
5～10 回	2 人	月 1～3 回	5 人	やや自信ないが安心	4 人
10 回～	3 人	週 1 回以上	0 人	自信あり安心	4 人

表 3 各ルートの安心感についてのアンケート結果

	ルート 1・2	ルート 3	ルート 4・5	ルート 6	ルート 7・8	平均
晴眼者	1.63	1.13	1.00	1.25	1.13	1.225
ロービジョン	2.00	1.13	1.38	1.50	1.63	1.525

3-2. 歩行状況

歩行の状況に関して、全ての調査協力者の歩行距離と歩行時間、歩行速度の平均^{注7)}を算出し、晴眼者とロービジョン者の間で t 検定を行ったところ、全ての項目について有意差がみられた（表 4）。

次に、視野と視力が歩行状況に与える影響をみるため、視野・視力別に調査協力者を分類し、晴眼者との差をクラスカル・ウォリス検定によって比較し、有意差がみられた項目についてシェッフエの多重比較を行った（表 5～8）。結果、視野に関して、狭視野の調査協力者は晴眼者に比べ有意に歩行時間が長く、また有意に歩行速度が遅い。次いで視力に関して、低視力の調査協力者は晴眼者に比

べ有意に歩行時間が長く、歩行速度が遅い。

表 4 歩行状況に関する t 検定結果

	晴眼者		ロービジョン者		t 値
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
歩行距離	61.08	1.03	62.17	0.96	2.20 *
歩行時間	70.16	6.18	89.55	14.95	3.39 **
歩行速度	0.88	0.09	0.71	0.10	10.23 **

*: p<0.05、**: p<0.01

表 5 視野別クラスカル・ウォリス検定結果

	晴眼者		広視野		狭視野		χ^2 値
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
歩行距離	61.08	1.03	62.11	1.00	62.24	1.06	3.19
歩行時間	70.16	6.18	80.28	7.35	98.83	15.44	10.06 **
歩行速度	0.88	0.09	0.78	0.07	0.64	0.09	10.07 **

*: p<0.05、**: p<0.01

表 6 視野別多重比較結果

	歩行時間			歩行速度		
	晴眼者	広視野	狭視野	晴眼者	広視野	狭視野
晴眼者	—	2.941	9.529 **	—	2.941	9.529 **
高視野		—	1.412		—	1.412
低視野			—			—

*: p<0.05、**: p<0.01

表 7 視力別クラスカル・ウォリス検定結果

	晴眼者		高視力		低視力		χ^2 値
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
歩行距離	61.08	1.03	62.04	1.04	62.38	0.97	3.417
歩行時間	70.16	6.18	85.92	11.56	95.60	20.68	9.024 *
歩行速度	0.88	0.09	0.73	0.10	0.67	0.12	9.037 *

*: p<0.05、**: p<0.01

表 8 視力別多重比較結果

	歩行時間			歩行速度		
	晴眼者	高視力	低視力	晴眼者	高視力	低視力
晴眼者	—	5.218	6.684 *	—	5.218	6.684 *
高視力		—	0.376		—	0.376
低視力			—			—

*: p<0.05、**: p<0.01

3-3. 注視状況

注視対象の注視回数、注視時間、注視対象までの距離、角度^(注8)、注視高さに関し、ロービジョン者と晴眼者との間で t 検定により比較した (表 9)。結果、ロービジョン者は有意に注視回数が多く、距離が短いことが判明した。次に、同様の比較をクラスカル・ウォリス検定により視野・視力別に行い、有意差が見られた項目についてシェッフェの多重比較を行った (表 10～13)。結果、視野に関し狭視野の調査協力者は晴眼者に比べ有意に注視回数が多く、距離が短く、角度が大きい。視力に関しては、低視力の調査協力者は晴眼者に比べ有意に距離が短いことが明らかになった。

表 9 注視状況の比較

	晴眼者		ロービジョン者		t 値
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
注視回数	155.9	23.3	199.4	38.9	-2.712 *
時間	50.0	13.1	56.9	12.2	-1.099
平均時間	0.32	0.06	0.29	0.04	1.169
距離	4167.0	423.1	3092.6	552.7	4.366 **
角度	-16.27	4.05	-23.86	11.97	1.698
高さ	665.3	121.6	587.7	288.5	0.702

*: p<0.05、**: p<0.01

表 10 視野別クラスカル・ウォリス検定結果

	晴眼者		高視野		低視野		χ^2 値
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
注視回数	155.9	23.3	170.5	23.2	228.3	27.8	8.884 *
時間	50.0	13.1	52.5	6.4	61.3	15.9	0.971
平均時間	0.32	0.06	0.31	0.03	0.27	0.04	3.161
距離	4167.0	423.1	3420.8	596.3	2764.3	264.4	10.208 **
角度	-16.27	4.05	-16.16	12.31	-31.56	4.93	8.471 *
高さ	665.3	121.6	779.1	299.1	396.3	83.7	5.981

*: p<0.05、**: p<0.01

表 11 視野別多重比較結果

	注視回数			距離			角度		
	晴眼者	広視野	狭視野	晴眼者	広視野	狭視野	晴眼者	広視野	狭視野
晴眼者	—	0.414	8.752 *	—	3.722	9.267 **	—	0	7.529 *
広視野		—	4.020		—	0.932		—	5.647
狭視野			—			—			—

*: p<0.05、**: p<0.01

表 12 視力別クラスカル・ウォリス検定結果

	晴眼者		高視力		低視力		χ^2 値
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
注視回数	155.9	23.3	189.8	36.3	215.3	45.4	5.367
時間	49.95	13.1	52.18	3.6	64.77	18.5	1.024
平均時間	0.32	.06	0.28	.05	0.30	.03	1.809
距離	4167.0	423.1	3296.0	599.7	2753.4	271.8	10.020 **
角度	-16.27	4.05	-19.79	12.93	-30.63	7.61	4.147
高さ	665.3	121.6	659.8	321.0	467.4	224.7	2.989

*: p<0.05、**: p<0.01

表 13 視力別多重比較結果

	距離		
	晴眼者	高視力	低視力
晴眼者	—	5.093	8.015 *
高視力		—	0.744
低視力			—

*: p<0.05、**: p<0.01

3-4. 進行方向に対する視対象の平面的振れ角

ロービジョン者と晴眼者の間で、視対象から視対象へと注視点が移り変わる平面的な角度の違いを把握するため、調査協力者ごとに一つの視対象から次の視対象へ注視点に移る際の、進行方向に対する平面的な角度の差 (図 7、以下「振れ角」とする) を注視点ごとに求め、調査ルート全体における平均を算出した。その平均を晴眼者とロービジョン者で t 検定により比較した結果、ロービジョン者は有意に振れ角が大きいことが判明した (表 14)。

加えて、振れ角に対する視野と視力の影響を見るため、それぞれの平均をクラスカル・ウォリス検定によって比較し、有意差の見られた項目についてシェッフェの多重比較を行った。結果、視野に関し、狭視野の調査協力者は晴眼者に比べ有意に振れ角が大きいことが明らかになった (表 15、16)。また、視力別の検定では有意差は認められなかった。

図 7 振れ角の算定方法

表 14 振れ角の比較結果

	晴眼者		ロービジョン者		t 値
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
振れ角	11.52	1.71	14.70	3.42	-2.345 *

*: p<0.05、**: p<0.01

表 15 振れ角の視野別クラスカル・ウォリス検定結果

	晴眼者		広視野		狭視野		χ^2 値
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
振れ角	11.52	1.71	12.14	2.29	17.26	2.15050	0.014 **

*: p<0.05、**: p<0.01

表 16 振れ角の視野多重比較結果

	晴眼者	広視野	狭視野
晴眼者	—	0.066	8.007 **
広視野		—	4.963
狭視野			—

*: p<.05、**: p<.01

3-5. 注視対象

注視対象に関し、調査データより壁面（壁^{注9)}、腰壁、扉、サイン、窓、壁エッジ^{注10)}を含む)、床面（塩ビタイル、カーペット、床エッジを含む)、壁/床エッジ（壁と床の境界部)、家具、その他（扉の取っ手や自動扉のセンサー、時計、写真、額など、壁面や床面から浮き出ている要素で、家具ではないもの全て)に分類・集計した。これをもとに、分類別注視回数の全体に対する割合に関して、ロービジョン者と晴眼者の間でt検定により比較した（表 17)。壁面と床面に関しては、さらに上記の小分類についても同様に比較した。結果、ロービジョン者は有意に床面・床エッジを注視する割合が高く、家具・その他の要素を注視する割合が低いことが明らかになった。

次に、同様の比較をクラスカル・ウォリス検定により視野・視力別に行い、有意差が見られた項目についてシェッフェの多重比較を行った（表 18～21)。結果、視野別に関して狭視野の調査協力者は晴眼者に比べ有意に床面と床エッジを注視する割合が高い。また広視野の調査協力者は晴眼者に比べ有意に壁を注視する割合が高く、家具を注視する割合が低い。加えて狭視野の調査協力者は広視野の調査協力者に比べ有意にサインと壁を注視する割合が低い。視力別に関しては、低視力の調査協力者は晴眼者に比べ有意にその他の要素を注視する割合が低く、高視力の調査協力者は晴眼者に比べ有意に家具を注視する割合が低い。

表 17 注視対象比較結果

		晴眼者		ロービジョン者		t 値
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	
壁面		33.90	11.16	37.75	20.53	-0.466
	壁	3.61	2.08	7.00	5.40	-1.655
	腰壁	7.60	4.01	7.00	3.17	0.332
	扉	5.35	2.57	6.63	4.79	-0.664
	サイン	4.15	2.55	3.18	2.78	0.731
	窓	1.13	1.27	1.89	3.26	-0.617
	壁エッジ	12.09	4.52	12.06	6.48	0.009
床面		16.49	8.92	31.59	17.32	-2.192 *
	塩ビタイル	9.09	6.08	16.55	10.21	-1.777
	カーペット	2.33	3.16	4.03	2.24	-1.242
	床エッジ	5.05	2.05	11.00	5.91	-2.690 *
	壁床エッジ	1.20	1.09	1.63	1.44	-0.667
家具		41.61	8.08	25.59	6.60	4.345 **
その他		6.79	2.60	3.44	2.61	2.573 *

*: p<.05、**: p<.01

表 18 視野別クラスカル・ウォリス検定結果

		晴眼者		広視野		狭視野		χ^2 値
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
壁面		33.90	11.16	50.33	22.01	25.18	8.78	3.458
	壁	3.61	2.08	11.08	3.96	2.93	2.86	8.670 *
	腰壁	7.60	4.01	7.28	2.83	6.73	3.91	0.243
	扉	5.35	2.57	9.03	5.90	4.23	1.83	1.352
	サイン	4.15	2.55	5.40	2.07	0.95	0.74	7.205 *
	窓	1.13	1.27	3.55	4.17	0.23	0.26	2.221
	壁エッジ	12.09	4.52	13.98	8.18	10.15	4.61	0.458
床面		16.49	8.92	21.80	18.55	41.38	10.04	6.760 *
	塩ビタイル	9.09	6.08	11.70	12.05	21.40	5.92	4.788
	カーペット	2.33	3.16	3.13	2.73	4.93	1.47	4.631
	床エッジ	5.05	2.05	6.95	4.75	15.05	3.89	7.588 *
	壁床エッジ	1.20	1.09	1.30	1.45	1.95	1.55	1.206
家具		41.61	8.08	22.65	8.30	28.53	3.14	8.708 *
その他		6.79	2.60	3.93	3.63	2.95	1.44	5.972

*: p<.05、**: p<.01

表 19 視野別多重比較結果

	壁			サイン			床全体		
	晴眼者	広視野	狭視野	晴眼者	広視野	狭視野	晴眼者	広視野	狭視野
晴眼者	—	7.066 *	0.066	—	0.811	4.414	—	0.265	6.618 *
広視野		—	6.375 *		—	6.756 *		—	3.176
狭視野			—			—			—

	床エッジ			家具		
	晴眼者	広視野	狭視野	晴眼者	広視野	狭視野
晴眼者	—	0.471	7.529 *	—	7.767 *	3.399
広視野		—	3.176		—	0.667
狭視野			—			—

*: p<.05、**: p<.01

表 20 視力別クラスカル・ウォリス検定結果

		晴眼者		高視力		低視力		χ^2 値
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
壁面		33.90	11.16	44.46	21.48	26.57	15.85	1.970
	壁	3.61	2.08	6.96	5.21	7.07	6.91	1.920
	腰壁	7.60	4.01	7.80	3.91	5.67	0.67	0.222
	扉	5.35	2.57	8.24	5.36	3.93	2.34	2.180
	サイン	4.15	2.55	3.30	3.38	2.97	2.01	0.623
	窓	1.13	1.27	2.92	3.87	0.17	0.29	2.014
	壁エッジ	12.09	4.52	15.28	5.25	6.70	4.77	4.706
床面		16.49	8.92	25.56	15.53	41.63	18.06	4.994
	塩ビタイル	9.09	6.08	12.28	9.55	23.67	7.79	3.873
	カーペット	2.33	3.16	3.20	1.83	5.40	2.52	3.427
	床エッジ	5.05	2.05	10.06	5.14	12.57	7.96	4.506
	壁床エッジ	1.20	1.09	1.02	0.78	2.63	1.89	1.828
家具		41.61	8.08	24.20	7.62	27.90	4.87	8.103 *
その他		6.79	2.60	4.74	2.42	1.27	0.86	8.617 *

*: p<.05、**: p<.01

表 21 視力別多重比較結果

	家具			その他		
	晴眼者	高視力	低視力	晴眼者	高視力	低視力
晴眼者	—	6.796 *	3.710	—	1.735	8.460 *
高視力		—	0.062		—	2.783
低視力			—			—

*: p<.05、**: p<.01

4. 考察

4-1. ロービジョン者と晴眼者の歩行・注視傾向比較

本調査では、調査開始前に調査協力者に充分環境を説明し、また約 30 分間調査環境を歩くことで、環境を熟知した状況とした。アンケート結果より、ロービジョン者と晴眼者では歩行の安心感に差がないことが示されている。すなわち、本調査結果はいずれの調査対象者も歩き慣れた環境を、安心して歩いた結果として理解することができる。

盲学校の直線廊下と階段を用いて本研究と同様の実験を行った炭谷他²⁾は、受傷期間が長く環境に慣れた場合は歩行速度は変化しないと述べている。本調査結果では、慣れた場所であってもロービジョン者の歩行速度は晴眼者に比べ有意に遅い。これは眼科医院というある程度の複雑な構成を持った場所では、視力・視野が低下すると歩行速度が遅くなることを示唆している。注視回数と注視距離に関しては、晴眼者に比べそれぞれ頻繁に、また近距離になることが示され、炭谷他²⁾の報告を裏付けけるものとなった。

注視対象については、ロービジョン者は有意に床面を、特にエッジ部分（塩ビタイルとカーペットの境界部）を注視している。本調査環境には、壁床エッジ・壁エッジの二つのエッジが存在したが、これらに対する注視傾向には差が見られなかった。これは、エッジ部分のコントラストと高さが影響していると考えられる。調査環境の3カ所（待合、検査室入り口、検査室内部）で計測した輝度の平均より、各エッジ部分に関して算出したコントラスト^{注11)}を以下に

示す（表 22）。壁床エッジはにコントラストが低いため、またある程度のコントラストが確保されている壁エッジは高さ 1300mm とロービジョンの平均注視高さである 589mm よりも高いため、注視されにくかったと考えることができる。

表 22 エッジ部分のコントラスト

	床エッジ	壁床エッジ	壁エッジ
コントラスト	84.0	39.4	74.8

4-2. 狭視野のロービジョン者の歩行・注視傾向

川嶋他（2003）⁸⁾ は、周辺視野欠損を持つロービジョン者の歩行パフォーマンスは著しく低下するとしている。本調査結果でも、狭視野のロービジョン者はそれ以外の調査協力者に比べ著しく歩行速度が遅い。Blades et. al（2002）⁹⁾ は、ロービジョン者の屋外における歩行パフォーマンスを調査し、ルートに対する知識によって歩行パフォーマンスが向上するとしているが、今回の結果は例え慣れた場所であっても、有意な差が残存する可能性を示している。注視状況に関して、狭視野のロービジョン者はロービジョン者全般と同じく平均注視回数の増加と注視距離の減少が見られたが、同時に俯角が大きくなることも明らかになった。また、視点の振れ角に関しても有意な差が見られ、視点を左右に振りながら歩いていることが示された。中西他⁴⁾ は屋外での歩行状況に関しアンケート調査を行い、視野狭窄のロービジョン者は視野狭窄のないロービジョン者に比べ、有意に顔を左右や上下に振りながら歩くと答えたと報告しているが、本調査結果により歩き慣れた室内環境においても、実際にそのような歩行が行われていることが確認できた。

注視対象に関し、狭視野のロービジョン者は床面の要素を注視する傾向がもっとも高いが、特に床エッジを注視している。頻繁に視点を振りながら歩行する中で、コントラストの強い面の境界が、歩行の手がかりとして利用されやすいことを示していると考えられる。また、狭視野のロービジョン者は広視野のロービジョン者に比べ有意にサインを使用していない。これは、サインと背景とのコントラストに関係していると思われる。以下に、濃紺と臙脂二つのサインとその背景とのコントラストを示す（表 23）。濃紺サインの場合、床から 1300mm 以上の部分はコントラストが高いが、下方を注視する狭視野のロービジョン者には視界に入らず、また下方の壁やカーペットを背景とする部分ではコントラストが確保できていないため、利用されていないと考えられる。臙脂サインに関してはコントラストが低く設置位置が高いため、利用されていないと考えられる。限られた視野では、床面に近い位置で強いコントラストを持つことが、サインが発見・利用される必要条件であると考えられる。

表 23 サインと背景とのコントラスト

コントラスト	濃紺サイン		臙脂サイン	
	壁	腰壁	カーペット	扉
	81.6	19.7	24.5	24.7

4-3. 低視力のロービジョン者の歩行・注視傾向

低視力のロービジョン者においては、狭視野のロービジョン者と同じく晴眼者に比べゆっくと、長い時間をかけて歩行していることが確認された。一方で晴眼者に比べ注視回数の増加や俯角の増加は認められず、また視対象までの距離が晴眼者に比べ有意に短い。これは、周辺視野を利用しながら晴眼者と同程度同じように歩行

しているものの、直前の歩行環境を確認するため中心視で視認できる範囲を確認しながら歩行しているためと考えられる。

注視対象に関し、低視力のロービジョン者は晴眼者に比べ有意に家具とその他の要素を注視していないことが確認された。これは、面的な要素の中に配置された細かなものは発見自体が難しく、歩行の手がかりとして利用が難しいことを示していると考えられる。一方でサインの注視に関しては、他の調査協力者との有意な差は見られなかった。またサインの注視距離に関し平均を比較したところ、晴眼者に比べ低視力のロービジョン者は有意に注視距離が短い（表 24）。今回の実験環境では、同じく注視距離の短い狭視野のロービジョン者とは異なり、低視力のロービジョン者は近づくことでサインを利用しているものと考えられる。

表 24 視力別サインの注視距離比較

サインの注視距離	晴眼者		高視力		低視力		χ^2 値
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
	3932.7	1320.4	3500.3	1592.6	2662.5	2075.8	6.298 *

	晴眼者		高視力	低視力
	—		0.827	6.292 *
	晴眼者	高視力	—	2.483
	高視力	低視力	—	—

*: p<0.05, **: p<0.01

4-4. 歩行の目標物

注視対象の分析より、ロービジョン者は有意に家具を注視していない一方で、晴眼者がもっとも注視した対象は家具であり、注視対象の実に 41% を占めている。家具には、受付カウンターや検査室の検査椅子、中待のベンチなど、各ルートの目的地となる要素が多く含まれる。このた、調査データより各ルートの目的地に存在する要素（表 25、以下「目標物」とする）とそれ以外を分け、注視対象物全体に対する目標物の割合を算出し、ロービジョンと晴眼者で t 検定を行ったところ、晴眼者は有意に高い割合で目標物を注視していることが判明した（表 26）。これより、晴眼者は主に目標物を注視しながら周辺視野を活用して歩行するのに対し、ロービジョン者はそのような歩行動作を取ることができないと言える。

加えて、視野・視力別に目標物の割合をクラスカル・ウォリス検定によって比較し、有意差が見られた項目についてシェッフェの多重比較を行ったところ、視力別に関して、晴眼者と低視力者の間に有意差が見られた（表 27）。これは、視野が狭い状態も場合によっては目標物を捉えることができる一方で、視力が弱いとそもそも目標物を補足できないためであると考えられる。

表 25 ルートごとの目標物

ルート 1	ルート 2	ルート 3	ルート 4	ルート 5	ルート 6	ルート 7	ルート 8
カウンター	待合い椅子	検査の椅子	中待ち椅子	診察室扉、 診察室椅子	待合い椅子	カウンター	出入口扉

表 26 注視対象全体に対する目標物の割合比較

目標物割合	晴眼者		ロービジョン者		t 値
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
	40.08	9.45	26.95	4.94	3.481 **

*: p<0.05, **: p<0.01

表 27 目標物の割合に関する多重比較結果（視力別）

	晴眼者	高視力	低視力
晴眼者	—	6.323	2.695 *
高視力		—	0.194
低視力			—

*: p<0.05, **: p<0.01

5. ロービジョン者が歩行しやすい環境

5-1. ロービジョン者の環境認知の枠組み

本章ではロービジョン者の歩行しやすい環境について考察を行うが、まず本節ではこれまでの考察を基に見え方と歩行様態の関係を議論する。

山本（1993）¹⁰⁾ は、J. Gibson の提案した、移動に伴い生じる光学的流動が身体運動感覚、つまり自己の移動として経験されることになるというアイデアをもとに、環境流動と人間の移動との間をつなぐ「心理的ゴム紐」を提唱している。山本によれば、人間は移動する際、様々な感覚を用い環境の対象物に複数の「心理的なゴム紐」を引っかけている。環境流動は、移動に伴う身体を中心としたゴム紐の方向の変化として人間に与えられる。山本がここで「ゴム紐」という比喩を使う理由は、ゴム紐の方向を持ち、伸び縮みするという性質にある。

このゴム紐理論をそれぞれの見え方に当てはめて考えた場合、まず晴眼者は、中心視で目標物に、周辺視野でその周辺の環境にゴム紐を引っかけることで、移動方向を確認するとともに移動感覚（周辺視野による環境流動）を環境から受け取っている。視野が狭い状態は、ゴム紐を引っかけることのできる範囲が狭くなることを意味する。結果として、流動変化率の多い近傍に注視点はシフトするが、その場合移動に伴うゴム紐の移動（注視点の移動）も大きくなり、頻繁に次の箇所へゴム紐を引っ掛けなくてはならない。加えて中心視野によるゴム紐の引っ掛けが中心になり、床エッジのようなはっきりとした環境の対象物が利用される。一方で視力が低下した状態は、ゴム紐を引っかけるべき環境の対象物が特定しにくい状況にあると言える。そのため周辺視野へのゴム紐の引っ掛けも可能な近傍へ注視点がシフトする。同時に中心視野でのゴム紐のひっかけも行われるので、近傍でのサインや壁・床面が利用される。

5-2. 室内デザインへの示唆

以上の議論を基に、それぞれの見え方の状態における望ましい室内のデザインを議論する。

まず狭視野のロービジョン者に対しては、コントラストの高いエッジ状の部分を、床面に目的地へ向けて連続的に配置することが有効であると言える。また、狭視野のロービジョン者は視点を左右に振りながら歩くため、通路の中央に細いラインを設置するよりは、ある程度の幅の歩行空間を確保し、その両側にコントラストの高い面を作ることが有効であると考えられる。上記の事柄は低視力のロービジョン者に対しても当てはまるが、低視力の場合は面の境界部分が、特に距離が離れるほどぼやけ、移動方向を与える環境流動が得にくいことが予想される。そのため、コントラストの高い境界を構成する面にある程度の面積を与え、境界部分の特定を容易にすることが重要である。

壁面のデザインについては、今回はその有効性が強調される結果とはなっていない。一方で、ロービジョン者は晴眼者より壁面を注視する割合が高い。これは、壁面も適切にデザインすれば、歩行の大きな助けとなる可能性があることを示唆している。今回の調査では明らかにならなかったが、壁面にもコントラストの強い境界面を作ること、またその境界面は遠方から周辺視によって利用されることを考慮し、ロービジョンの平均注視高さである 600mm 程度の高さに設置することの有効性が示唆され、今後の検討課題と言える。

サインに関しては、背景とのコントラストを充分につけることが重要である。また、低視力状態でも遠方から識別出来るように十分な幅を持たせ、狭視野で床面に視点がシフトした場合でも見つけやすいよう、床からある程度の高さまで設置されることが有効であると考えられる。

6. まとめ

本研究では、眼科クリニックという実際の環境の中を歩行した、8 人の晴眼者と 8 人のロービジョン者の歩行状況と注視傾向を比較することにより、ロービジョン者の歩行様態と注視特性を明らかにすることを試みた。結果として、以下の知見を得た。

- 1) ロービジョン者は晴眼者に比べ、ゆっくりと、多くの箇所を注視しながら歩く傾向がある。
- 2) ロービジョン者は床面、特に床面のエッジ状の部分を注視する傾向があり、またこの傾向は狭視野のロービジョン者において顕著である。
- 3) 晴眼者は行く先の目標物に視点を向け、周辺視野を活用しながら歩行するが、ロービジョン者はより近傍の要素を注視しながら歩行している。この傾向は、低視力のロービジョン者に顕著である。
- 4) ロービジョン者が歩行しやすい室内環境には、コントラストが高く、歩行の方向性を与える連続的な境界面が有効である。
- 5) 狭視野・低視力両方のロービジョン者にとって、境界を構成する面はある程度の幅を持ち、捕捉しやすいことが有効性を高めると予測される。

今後の課題としては、今回の実験では歩き慣れた、規模の比較的小さい室内環境を調査対象としたが、例えば駅のホームなど、初めての場所や広がりのある場所で、同種の検討を行い、結果を比較することが挙げられる。また、今回は調査協力者を募る際、眼疾患に関しては統制を行わなかったが、結果として網膜色素変性症の調査協力者が大半であった。今後、緑内障や白内障、また中心視野を欠損した状況の人など、様々な状況に関し同様の調査を行うことも、今後の課題である。加えて、今回の調査環境は歩行する箇所に障害物が無く、足元が安全な状態であった。歩き慣れない外部環境では多くの障害物が足元に予想され、その場合歩行状況や注視傾向に変化があることが予想される。このような条件を加味した場合についても、今後の課題と言える。

謝辞

末筆になりましたが、調査にご協力頂き、視力など個人的な情報のご提供をお許し下さいました調査協力者の皆様、また調査対象施設のスタッフ・関係者の皆様に、厚く御礼申し上げます。

本研究は科学研究費・基盤研究 B（課題名：様々な「見え方」を備えた視覚障害者の移動実態に関する研究、課題番号 18360281）の助成を受けたものである。

注

注 1) 視覚障害の原因疾患について、中江他 (2006)¹¹⁾ は最近 1 年間の視覚障害新規認定者について、全国を 6 ブロックに分けた上で 18 歳以上の 2034 名に関し調査を行った。結果、原因疾患の 1 位は緑内障 (20.7%)、2 位は糖尿病網膜症 (19.0%)、3 位は網膜色素変性症 (13.7%) であり、以下黄斑変性症、高度近視、白内障と続く。

注2) 視覚障害者手帳の認定基準を以下に示す。視力・視野のどちらかの基準を満たしていれば、該当等級と認められる。

	視力	視野
1 級	両眼の視力の和が 0.01 以下のもの	
2 級	両眼の視力の和が 0.02 以上 0.04 以下のもの	両眼の視野がそれぞれ 10 度以内でかつ両眼による視野について視能率による損失率が 95 パーセント以上のもの
3 級	両眼の視力の和が 0.05 以上 0.08 以下のもの	両眼の視野がそれぞれ 10 度以内でかつ両眼による視野について視能率による損失率が 90 パーセント以上のもの
4 級	両眼の視力の和が 0.09 以上 0.12 以下のもの	両眼の視野がそれぞれ 10 度以内のもの
5 級	両眼の視力の和が 0.13 以上 0.2 以下のもの	両眼による視野の二分の一以上が欠けているもの
6 級	一眼の視力が 0.02 以下、他眼の視力が 0.6 以下のもので、両眼の視力の和が 0.2 を越えるもの	

注3) 例えば同ガイドラインの「移動経路に関するガイドライン」と題された章における「4. 通路」では、考え方として「高齢者、障害者等すべての人が旅客施設を円滑に移動できるよう、連続性のある移動動線の確保に努めることが必要である。動線は可能な限り明快で簡潔なものとし、複雑な曲がり角や壁、柱、付帯設備などが突出しないよう配慮する。」とされ、弱視者に対する具体的なガイドラインとしては「通路の明るさ」に「コンコースや通路は、高齢者や弱視者の移動等円滑化に配慮し、充分な明るさを確保するよう、採光や照明に配慮する。」と示されているにとどまっている。またこの節に付記されたコラムには、「床面、壁面への配慮事項」として床や壁面の彩色に関し誤認せず明確に認識できることを推奨しているが、いずれも具体的な指標でなく「配慮」にとどまる。

注4)「ロービジョン」とは厳密な定義の定まった言葉ではなく、現在各方面において様々な定義が提唱されている。守本他(2000)¹²⁾は、「ロービジョン」の定義が記載された国内外 68 編の文献を調査した結果、「ロービジョン」の定義は文献によって異なり、「ロービジョン」に含まれる視機能あるいは視覚の範囲は年々拡大する傾向があったとしている。結論として、守山他は「ロービジョン」の定義として「成長・発達あるいは日常生活および社会生活に何らかの支障を来す視機能または視覚」を提案している。本研究では、「ロービジョン」という言葉を上記の定義に従い使用することとする。また、ロービジョンのうち視力・視野をほとんど持たない者を「全盲」と呼び、区別する。ロービジョン以外のいわゆる正常な見え方をする人々に関しては、多くの研究では「晴眼者」と呼び慣わすことが一般的であることを踏まえ、本研究でも「晴眼者」と呼称する。

注5) 視野に関して、Pelli (1986)¹⁴⁾は室内の迷路状の実験ルートでは 10°、規模の大きいショッピングモールでは 4°より視野が狭くなると歩行が急激に困難になることを示した。本研究では調査環境の規模より、視野角 10°を一つの分岐点と考え分類した。視力に関しては、梁島他(2003)¹⁵⁾の「歩行行動において必要と思われる行動視力は、いずれかの一方の眼の視力が 0.1 以上あることであり、そのため視力 0.1 で視野が残っていれば、ほとんどの人は自転車や三輪車をのりまわしている」との記述から、視力 0.1 の有無に大きな差があると考え分類した。

注6) サッカードとは注視転換高速眼球運動とも呼ばれ、ある点から他の点へ注視点が移動するときに生じる、高速の眼球運動のことを指す。このサッカードの前後においては網膜像が大きく変化するにも関わらず、その間に生じていると考えられる不鮮明な網膜像は知覚されない。これは、サッカード中の網膜像に対する感度の低下が生じているためだとされ、この感度の低下をサッカード抑制と呼ぶ¹³⁾。このサッカード抑制は、サッカードの前後に生じるとされている。サッカード抑制が働いている間は視対象は正しく認識されていないと考えられるため、ある一定時間以上アイマークが停留した地点のみを注視点とする必要があると考えられる。

注7) 実験での歩行は、ベンチや検査椅子への着座や立ち上がり動作を伴っている。本研究では歩行時の速度や注視傾向に着目したため、座り始め(身体が椅子に対して回転し始める瞬間)から立ち上がった一歩目まではデータから除き、それ以外の歩行時のデータを分析に用いた。

注8)「角度」とは、視点から注視対象物を結んだ線分の水平面に対する角度であり、俯角を正とした。

注9)「壁」とは、壁面の 1300mm 以上の白色の珪藻土で塗られた部分を示す。

注10)「壁エッジ」とは、腰壁と壁との境界部や、サインと壁との境界部を示す。

注11) 本稿ではコントラストの定義として、以下の式で表される Michelson のコントラストを用いた。

$$C = (I_{\max} - I_{\min}) / (I_{\max} + I_{\min})$$

(C= コントラスト、I_{max}= 最大輝度、I_{min}= 最小輝度)

参考文献

1) 小林章、村上美樹、望月保男、小田浩一：ロービジョン者に配慮した移動環境に関する研究 一段鼻に貼付したテープによる階段の視認性改善一、国立身体障害者リハビリテーションセンター研究紀要、第 20 号、pp. 55-59、2000

2) 炭谷長彦、田淵昭雄、菊入昭：視覚障害者における歩行時の固視運動、日本眼科紀要、Vol. 51、No. 12、pp.1140-1147、2000.12

3) 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 ーロービジョン者の夜間歩行に関する研究ー、平成 15 年度版兵庫県立福祉のまちづくり工学研究所報告集、pp. 69-78、2003

4) 中西勉、梁島謙次、石田みさ子、吉井大、清水里美、大平文、菅野和子、三輪まり枝、林弘美、小林美貴恵：ロービジョン者の屋外での歩行状況に関するアンケート調査 ー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ー、日本眼科紀要、Vol. 56、No. 8、pp.599-604、2005.8

5) 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、第 613 号、pp.89-94、2007.3

6) 足立啓、荒木兵一郎：屋内歩行時の視覚誘導情報への痴呆性老人と精神薄弱者の注視に関する実験的研究、日本建築学会計画系論文集、第 439 号、pp.55-63、1992.9

7) Maltz, M. and Shinar, D.：Eye Movements of Younger and Older Drivers、Human Factors、Vol. 41、No. 1、pp. 15-25、1999.3

8) 川嶋英嗣、小林章、小田浩一：視覚機能の低下した成人歩行者の抱える問題と支援、国際交通安全学会誌、Vol. 28、No. 1、pp. 14-24、2003.5

9) Blades, M., Lippa, Y., Golledge, R. G., Jacobson, R. D. and Kitchin, R. M.: The Effect of Spatial Tasks on Visually Impaired Peoples' Wayfinding Abilities, Journal of visual impairment & Blindness, pp.407-419, 2002

10) 山本利和：環境認知と目的地への移動：原寸大の環境認知と対象化による環境認知、MERA ジャーナル、Vol. 1、No. 2、pp. 47-54、1993.9

11) 中江公裕、増田寛次郎、妹尾正、小暮文雄、澤充、金井淳、石橋達朗：わが国における視覚障害の現状、網膜脈絡膜・視神経萎縮症に関する研究 平成 17 年度総括・分担研究報告書、pp. 263-267、2006

12) 守本典子、大月洋：「ロービジョン」の定義確立に向けての提言、日本眼科紀要、Vol.51、No.12、pp. 1115-1120、2000

13) 芦阪良二、中澤幸夫、古賀一男編：眼球運動の実験心理学、pp. 102-105、名古屋大学出版、1993

14) Pelli, D. G.：The visual requirements of mobility. In G. C. Woo (Ed.). Low vision: Principles and applications. New York: Springer-Verlag, pp. 134-146.1986

15) 梁島謙次編：ロービジョンケア コンパクト眼科学 18、金原出版、2003

16) 柏瀬光寿、原利明、松田雄二、西出和彦：ロービジョン者に配慮した施設設計画と検証 ロービジョン者の歩行環境と歩行様態に関する研究 その 1、日本建築学会大会学術講演梗概集、E-1 分冊、pp. 697-698、2008

17) 原利明、柏瀬光寿、松田雄二、西出和彦：ロービジョン者の屋内における歩行様態 ロービジョン者の歩行環境と歩行様態に関する研究 その 2、日本建築学会大会学術講演梗概集、E-1 分冊、pp. 699-700、2008

18) 松田雄二、柏瀬光寿、原利明、西出和彦：ロービジョン者の屋内歩行時における注視傾向 ロービジョン者の歩行環境と歩行様態に関する研究 その 3、日本建築学会大会学術講演梗概集、E-1 分冊、pp. 701-702、2008

(2009年2月10日原稿受理、2009年3月24日採用決定)