

生活道路における交通安全施設による 視覚障害者の移動支援可能性の考察

稲垣 具志¹・佐山 英明²・濱井 正洋²・大倉 元宏³

¹正会員 成蹊大学助教 理工学部システムデザイン学科 (〒180-8633 東京都武蔵野市吉祥寺北町3-3-1)

E-mail:gushiina@st.seikei.ac.jp

²成蹊大学 理工学部システムデザイン学科 (〒180-8633 東京都武蔵野市吉祥寺北町3-3-1)

³成蹊大学教授 理工学部システムデザイン学科 (〒180-8633 東京都武蔵野市吉祥寺北町3-3-1)

E-mail:ohkura@st.seikei.ac.jp

本稿では、視覚障害者が生活道路内の単独歩行で特に困難と言われる交差点横断時に着目し、歩行実態を歩行速度、歩行軌跡、主観的評価の視点から考察し、ドットラインとカラー舗装の移動支援面における有用性について検討することを目的とした。その結果、ロービジョン者に対する支援としてドットラインの有用性が見えたが、カラー舗装は視認性が低いために実用性に欠けること、全盲者にとっては両者ともに現在の仕様のままでは支援性は低いことが分かった。ただし、視覚的、触覚的コントラストの改善により、視覚障害者の交差点横断における支援性を高める可能性があることが導き出された。

Key Words : *the visually impaired, community road, road safety facilities, possibility of guiding*

1. はじめに

屋外での移動の際に必要な情報の獲得が著しく困難な視覚障害者に対し安全な移動を確保するための手法として、盲導犬やガイドヘルパーのように対象者個人を専属的に支援するものや、視覚障害者誘導用ブロック、エスコートゾーンのように不特定多数の視覚障害者の歩行を支援するものが挙げられる。しかし、後者については、幹線道路に囲まれた地区内部における幅員の狭い生活道路全体に設置することは、設置コストや維持管理などを考慮すると現実的でなく、設置対象が視覚障害者の利用ニーズが多く見込まれる駅前広場や公共施設、一部の幹線道路など限られた場所に留まっているのが現状である。したがって、生活道路には視覚障害者の移動支援対策が十分行き届いているとは言い難い状況にある。

一方で、生活道路における交通安全に関する議論が近年多くなされるようになった。2011年3月に策定された第9次交通安全基本計画では「生活道路等における人優先の安全・安心な歩行空間の整備」が重点施策及び新規施策として掲げられており、生活道路における交通安全の重要性が指摘されている¹⁾。これに伴い、生活道路における安全性の確保のために数多くの対策が実施され、

多方面から効果が検証されている²⁾。ここでこれら交通安全施設が、その副次的な効果として視覚障害者の移動支援の可能性を有するのであれば、現状の生活道路における視覚障害者のモビリティを大きく向上させることが期待できる。

視覚障害者の視覚機能や歩行について、柳原ら³⁾は視覚障害者の歩行環境整備全般にわたって、視覚及びほかの感覚機能をどのように使って歩行しているのか、またどのような困難が生じているのかの関係がまだ明確に把握できていない現状を指摘している。また、伊藤⁴⁾は、重度の視覚障害者を対象に、日常よく行く場所に到着するために手がかりとしている情報について面接調査をした結果、路面の材質や点字ブロックなどの触覚により得られる情報を手がかりにしている人が全体の3割を超えていると述べている。しかし、これら先行研究はインタビュー形式による実態調査や、実験室のような限られた環境での実験であり、視覚障害者の屋外における歩行について特性や問題点を実際の歩行状況に基づいて十分に明らかにした研究事例は少ない。

上述の背景を踏まえ、本稿では生活道路における視覚障害者の移動支援のあり方を考察するための基礎的なアプローチとして、生活道路内の単独歩行で特に困難であ

ると言われる交差点横断時に着目し、歩行実態を歩行速度、歩行軌跡、主観的評価の視点から考察し、交通安全施設の移動支援面における有用性について検討することを目的とした。

2. 実験の概要

(1) 実験箇所・実験参加者

東京都武蔵野市内の4箇所の生活道路交差点（A, B, C, D）において、ロービジョン者と全盲者を対象とした交差点横断実験を実施した。本実験で対象とする交通安全施設は、交差点横断の評価という研究目的に鑑み、交差点部におけるドットライン（図-1）とカラー舗装（図-2）とする。各交差点の状況を表-1に示す。交差点Bにはドットラインが設置されており、施設部は7.06m（横断部と同じ）である。交差点Dには、カラー舗装（ベンガラ色）が設置されており、横断部6.72mのうちカラー部分は3.42mである。施設整備交差点における横断を評価するための比較対象として、横断部に至るまでの交差点流入部条件（外側線、側溝の状況）が同様である交差点を選定した。交差点AとBを比較することによりドットライン、交差点CとDを比較することによりカラー舗装の有用性について検討した。実験参加者は29～65歳の日頃より生活道路における単独歩行に慣れている視覚障害者9人で、うち4人がロービジョン者、5人が全盲者であった。



図-1 ドットライン



図-2 カラー舗装

表-1 実験対象交差点

交差点名	A	B	C	D
ドットライン	—	○	—	—
カラー舗装	—	—	—	○
外側線	○	○	—	—
側溝	○	○	○	○
交差点横断部	7.36m	7.06m	8.34m	6.72m

※○は有り、—は無しを示す。

(2) 実験手順と歩行軌跡データの取得方法

各施設の横断歩行を評価するために、交通安全施設の無い交差点で1回、交通安全施設の有る交差点で3回の計4回の試行とした。対象施設はドットラインとカラー舗装の2種であるので、実験参加者1人あたりの試行数は8回である。ここで、交通安全施設の有る交差点で3試行と設定したのは、交通安全施設に関する情報提示による歩行実態への影響を検討するためである。表-2に情報提示内容と歩行課題を示す。交通安全施設有りの1試行目では何も提示せず、純粋に交通安全施設の有無による違いについて検討する。続いて、2試行目では交通安全施設の有無を提示し、存在の認知のみの効果について検討する。さらに、3試行目では交通安全施設の有無だけでなく、横断支援としての利用方法を提示し、視覚、触覚を意識的に使うことによる影響を検討する。

まず、実験前に歩行軌跡を取得するために必要な靴底の長さ（つま先からかかと）を測定した。次に、歩行開始位置に実験参加者を誘導し、周辺状況について説明し、安全上の配慮、歩行課題に関するコメントをした。その後、実験参加者は実験者の合図で歩行（白杖使用）

表-2 情報提示内容と歩行課題

	提示情報	歩行課題
交通安全施設の無い交差点 (交差点A, 交差点C)	なし	外側線（交差点A）側溝（交差点C）に沿って、今向っている方向（進行方向）にまっすぐ歩行。交差点横断後も合図があるまでまっすぐ歩行。
交通安全施設の有る交差点の1試行目 (交差点B, 交差点D)	なし	外側線（交差点B）側溝（交差点D）に沿って、今向っている方向にまっすぐ歩行。交差点横断後も合図があるまでまっすぐ歩行。
交通安全施設の有る交差点の2試行目 (交差点B, 交差点D)	交通安全施設の有無を伝える	
交通安全施設の有る交差点の3試行目 (交差点B, 交差点D)	交通安全施設の利用方法を伝える	

を開始、交差点を横断し、実験者の合図で歩行を終了した。実験交差点付近の概図を図-3に示す。歩行距離は交差点流入部が10m、交差点流出部が5mとした。歩行が終了した後に安全な場所で、施設の存在確認、視覚の手がかりとしての利用、触覚の手がかりとしての利用、困難度、安心度、手がかりの利用場面、有用性、今後の利用意志、自由意見についてインタビューを行った。

実験参加者の歩行軌跡は横断歩行経路前後に設置した2台のビデオカメラの画像からDIPP-MOTION PRO 2D（ディテクト社）により求めた。なお、2次射影変換の誤差の範囲は0.05mで、映像の時間分解能は29.97fps、空間分解能は1pixel \approx 2mm \sim 36mmであった。

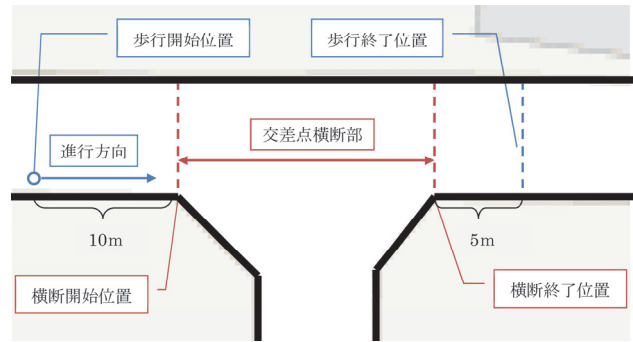


図-3 実験交差点付近の概図

(3) 対象交差点における路面輝度

実験地点の路面輝度について、10測定値の平均と、輝度比、輝度コントラストを表-3に示す。これより、交差点横断時に輝度コントラストの変化は見られない。輝度比については視覚障害者誘導用ブロックの設置基準として2.0という指針⁹⁾が示されているが、ドットラインは、この基準より輝度比が高く、カラー舗装は低い。視覚障害者の視認性の目安である輝度比1.5という基準⁶⁾からも、カラー舗装の視認性はあまり高くないことが分かる。

表-3 路面輝度

		ドットライン	外側線	アスファルト	輝度 コントラスト	輝度比
交差点A	横断開始位置		7496	1019	0.8	74
	横断終了位置		7188	891	0.8	81
交差点B	横断開始位置		16675	2496	0.7	67
	横断途中	19965		3238	0.7	62
	横断終了位置		17870	2816	0.7	63
		カラー舗装	側溝	アスファルト	輝度 コントラスト	輝度比
交差点C	横断開始位置		31.1	157	0.3	20
	横断終了位置		37.4	209	0.3	1.8
交差点D	横断開始位置		1270	88.1	0.2	1.4
	横断途中	546		73.9	0.2	1.4
	横断終了位置		60.5	49.3	0.1	1.2

3. 歩行パフォーマンスに基づく支援性の考察

(1) 歩行速度

各交通安全施設について、施設の有無、試行内容でロービジョン者4人の交差点横断部における平均歩行速度を比較したものを図-4に示す。施設別で比較すると、カラー舗装の方がやや遅くなっている。輝度比が低く、カラー一部の視認性が低いため、確認に時間がかかったものと考えられるが、施設の種類と試行内容を要因とした2元配置分散分析の結果、有意差はみられなかった。

全盲者5人の交差点横断部における平均歩行速度を図-5に示す。ドットライン、カラー舗装ともに情報の提示（施設有り1試行目～施設有り3試行目）によって速度が低下している。また、ロービジョン者と比較するとその傾向がより顕著にみられる。ロービジョン者に可能な歩行の視覚の手がかりが、全盲者には適用できないため、交通安全施設を触覚により探索する行為が歩行速度に大きく影響した可能性がある。施設の種類と試行内容を要因とした2元配置分散分析の結果、試行内容に統計的な有意差が認められた。ここで、Tukey法により多重比較を行ったところ、交通安全施設有りの1試行目と3試行目の間に統計的な有意差があった ($p < 0.05$)。よって、全盲者へ交通安全施設の存在だけでなく使い方について情報提供することで、歩行速度に影響することが分かった。

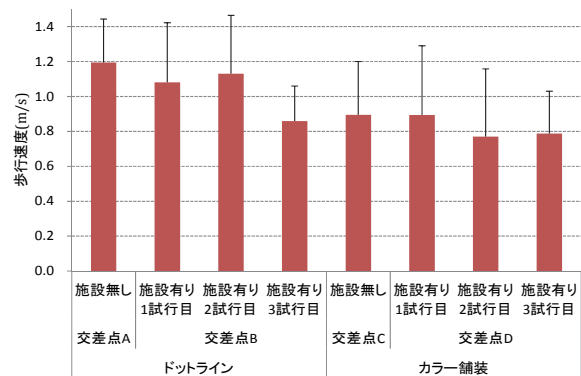
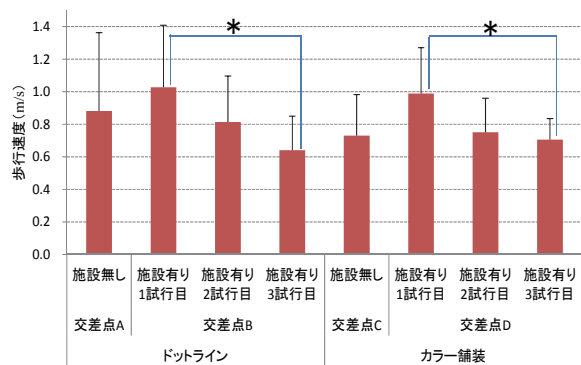


図-4 ロービジョン者4人の平均歩行速度（交差点横断部）



* : $p < 0.05$

図-5 全盲者5人の平均歩行速度（交差点横断部）

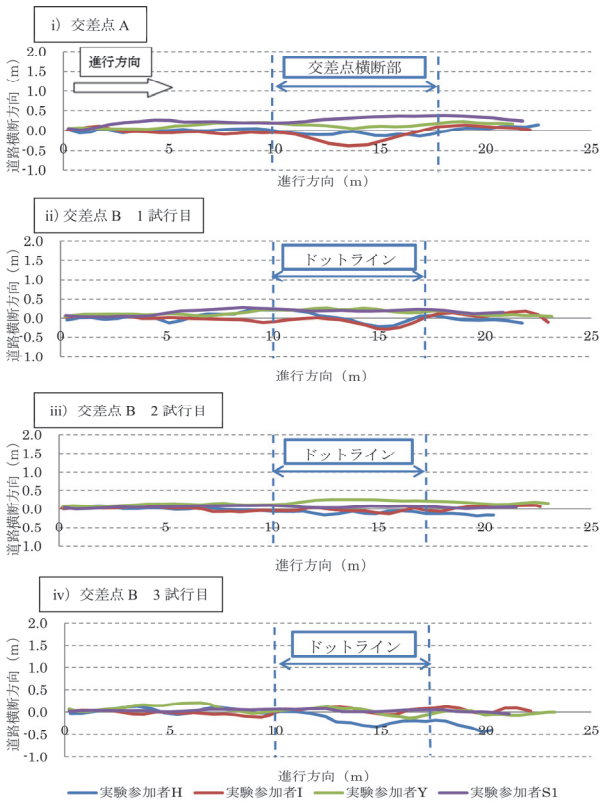


図6 ロービジョン者4人の歩行軌跡 (交差点A、交差点B)

(2) 歩行軌跡

ロービジョン者4人の交差点A (ドットライン無し) , 交差点B (ドットライン有り) の各試行における歩行軌跡を図-6に示す. ドットラインの有無, 教示内容によって, 交差点横断部における歩行軌跡が基準線 (歩行開始位置と歩行終了位置を結んだ直線) に集約し安定する傾向がみられる. ロービジョン者4人の交差点C (カラー舗装無し) , 交差点D (カラー舗装有り) の各試行における歩行軌跡を図-7に示す. 施設別で比較するとドットラインの方が歩行軌跡が安定している. ここで, 歩行軌跡と基準線で囲まれた面積を歩行時のずれの程度を表す指標として「偏軌度」(図-8の斜線部)と定義する. ロービジョン者4人の平均偏軌度を施設部分の歩行距離で割り (単位歩行距離あたりの偏軌度) , 交通安全施設の有無, 試行内容で, 比較したものを図-9に示す. これより, カラー舗装に比べてドットラインの方が偏軌度の平均値が低い. このことから, 輝度比の高いドットラインの方が軌跡を安定させる効果があると言える. 施設の種類と試行内容を要因とした2元配置分散分析の結果, 施設の種類, 試行内容の双方に統計的な有意差が認められた. 次にTukey法により多重比較を行ったところ, 施設有り1試行目と施設有り3試行目の間に統計的な有意差があった ($p<0.05$). よって交通安全施設の存在に併せて, 使い方も情報提供することで, より安定した横断が可能になると言える. 以上より, ロービジョン者にとってドットラインは視認性が高く有用となる可能性がある.

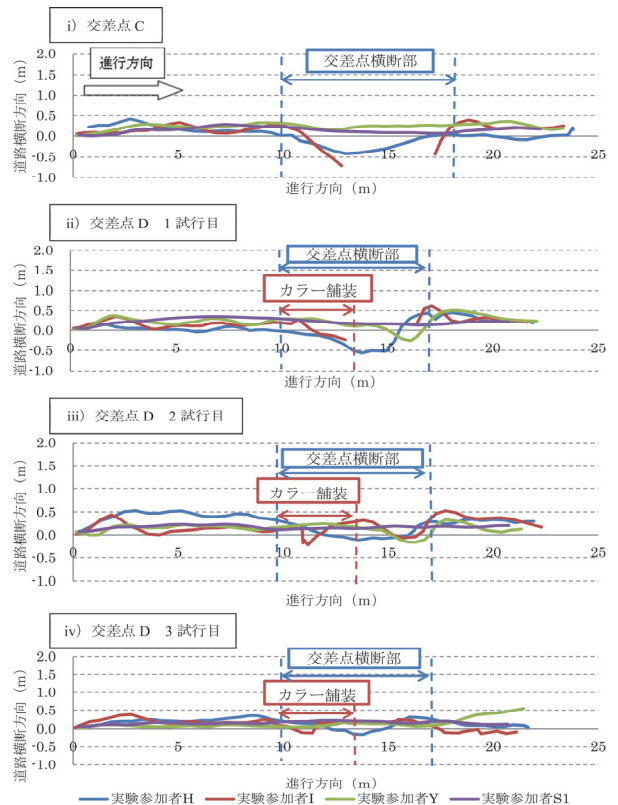


図7 ロービジョン者4人の歩行軌跡 (交差点C、交差点D)

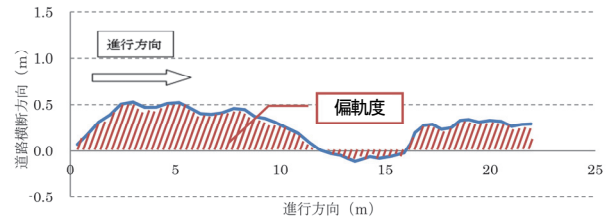


図-8 偏軌度の概念

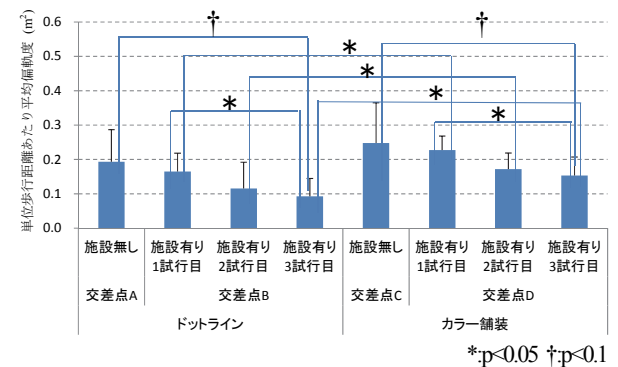


図-9 ロービジョン者4人の平均偏軌度 (施設部)

カラー舗装は輝度比が低いいため視認性が低く, ロービジョン者にとって当該仕様のままでは実用性が期待できない.

全盲者の歩行軌跡からは, 交通安全施設の種類の, 試行内容による明確な傾向の差は確認できなかった. つまり, 全盲者にとって, ドットライン, カラー舗装ともに現在の仕様のままでは触覚的コントラストの面で実用レベルには達していないものと判断できる.

4. 利用者の主観的評価に基づく支援性の考察

(1) ロービジョン者による評価

ロービジョン者4人のインタビュー結果を表4～表10に示す。表4より、交通安全施設有り1試行目において、全員がドットラインに気づいたことが分かる。しかし、カラー舗装では、全員気づかなかった。表5より、カラー舗装を意識して歩行することで、1試行目でカラー舗装の存在に気付かなかった4人のうち3人が存在を確認できたことが分かる。ドットラインは存在情報を提供しなくとも気づけるが、カラー舗装では提供する必要がある。しかし、カラー舗装を意識したにもかかわらず、存在を確認できなかった実験参加者もいた。これはカラー舗装の輝度比が低く、視認性が低いためと考えられる。表6より、ドットラインは横断方向を定めるとき（開始方向）、横断時の方向を維持するとき（方向維持）に手がかりとなると回答した人が多い。これは、外側線の延長線上にドットラインが付設されているため横断方向を確定しやすいためと推測できる。

表7より、施設の無い交差点Aと交差点Cの困難度に違いがみられた。交差点Aと交差点Cは、外側線を辿るか、側溝を辿るかの違いであり、ロービジョン者にとって視認性の高い外側線が直進歩行の手がかりとなる可能性が高いものと考えられる。また、施設情報の提示により困難度の低下がみられた。表8より、ドットラインについては、情報を教示することにより、「とても安心した」と回答する人が増えている。困難度、安心度の観点からドットラインについては、情報提供の必要性が確認できたと言える。

施設の有用性を尋ねたところ（表9）、ドットラインでは「やや有用」を含めると4人中3人が有用な手がかりになると回答している。カラー舗装については、「あまり有用でない」を含めると、全員が有用な手がかりとならないと回答した。施設の利用意志では（表10）、ドットラインで4人中2人が「ややあり」と回答し利用意志がみられたが、カラー舗装では「あまりない」を含めると4人中3人が利用しようと思わないと回答し、利用意志がみられなかった。

以上より、ロービジョン者にとってドットラインは視認性が高いため手がかりとしやすく、情報提供によって、困難度が低下し、安心度が高まることが分かった。また、有用性と今後の利用意志についても評価が高かった。つまり、利用者としての主観的評価の面からもドットラインはロービジョン者にとって交差点横断の手がかりとなる可能性が高い。カラー舗装については、視認性が低いため存在を確認すらできない人もいた。情報提供しても評価は低いままであり、カラー舗装は当該仕様のままではロービジョン者の横断支援の面において実用性はない。

表4 交通安全施設の存在（施設有り1試行目 ロービジョン者）

施設種類	気づいた	気づかなかった
ドットライン	4	
カラー舗装		4

表5 交通安全施設の確認（施設有り2試行目 ロービジョン者）

施設種類	確認できた	確認できなかった
ドットライン	4	
カラー舗装	3	1

表6 手がかりとなった場面（施設有り3試行目 ロービジョン者）

施設種類	場面	手がかり		
		とても手がかりとなった	少し手がかりとなった	手がかりとはならなかった
ドットライン	開始位置	1	1	2
	開始方向	2	1	1
	方向維持	2	1	1
	終了位置	1		3
カラー舗装	開始位置			3
	開始方向			3
	方向維持		1	2
	終了位置			3

表7 困難度（ロービジョン者）

交差点	試行順番	容易	あまり困難でない	どちらとも	やや困難	困難
A	0試行	3		1		
B	1試行	1		3		
	2試行	1	3			
	3試行	2	2		1	
C	0試行	1		2	1	
D	1試行	1		2		
	2試行	1		3		
	3試行	1	1	2		

表8 安心度（ロービジョン者）

交差点	試行順番	とても安心	やや安心	どちらとも	あまり安心でない	安心しない
A	0試行	1	2	1		
B	1試行	1	2	1		
	2試行	1	2	1		
	3試行	3	1			
C	0試行		1	2	1	
D	1試行		1	2	1	
	2試行		1	3		
	3試行		1	3		

表9 交通安全施設の有用性（ロービジョン者）

施設種類	有用	やや有用	どちらとも	あまり有用でない	有用でない
ドットライン	1	2			1
カラー舗装				1	3

表10 交通安全施設の利用意志（ロービジョン者）

施設種類	あり	ややあり	どちらとも	あまりない	ない
ドットライン		2	2		
カラー舗装			1	1	2

(2) 全盲者による評価

全盲者5人のインタビュー結果を表-11～表-14に示す。表-11より、ドットラインでは5人中4人が、カラー舗装では全員が存在に気づかなかったと回答した。また表-12より、交通安全施設の存在を知り意識をしたにもかかわらず、ドットラインは全員、カラー舗装は5人中3人が存在を確認できなかった。ドットラインよりカラー舗装の方が触覚で感知しやすいことが推測されるが、ドットライン、カラー舗装の微小な段差を感知することは難しいことが分かった。施設の有用性を尋ねたところ(表-13)、「あまり有用でない」を含めると、ドットラインでは5人中4人が、カラー舗装では全員が有用性がないと評価した。施設の利用意志では(表-14)、ドットライン、カラー舗装ともに、1人が「ややあり」と回答したが、「ない」と回答した人の方が多い。

以上より、全盲者にとっては、カラー舗装、ドットラインともに評価が低く当該仕様では実用性はない。交通安全施設の存在すら確認できない人が多くいることから、触覚で感知できるようなコントラストが求められる。

5. まとめと今後の課題

(1) まとめ

本稿では、生活道路における視覚障害者の交差点横断に着目し、交通安全施設の移動支援の有用性について検討するため、交差点横断を歩行速度、歩行軌跡、主観的評価の視点から評価し、改善点を抽出した。その結果、生活道路におけるロービジョン者の移動支援としてドットラインの可能性が見えたが、カラー舗装は、視認性が低く、当該仕様では実用性に欠けることが分かった。全盲者にとってはドットライン、カラー舗装ともに、意識して歩行しても存在すら確認できない場合や、確認行為のために交差点横断がむしろ困難と感じていると思われる参加者もいた。本実験で対象としたドットライン、カラー舗装は、全盲者にとって触覚的コントラストが乏しいため、交差点横断の手がかりとするには難しいことが分かった。実験参加者の自由意見より、色の変更、施設全体の起伏化、表面加工の変更、施設境界部への段差(2~3mm)の取り付けなどの改善点が指摘された。つまり、施設の視覚的、触覚的コントラストを改善することができれば、視覚障害者の交差点横断における支援性を高める可能性がある。

(2) 今後の課題

視覚障害者の交差点横断を支援する交通安全施設として、ドットラインとカラー舗装に着目したが、それらを複合した交差点や、他の交通安全施設でも移動支援の有

表-11 交通安全施設の存在 (施設有り1試行目 全盲者)

施設種類	気づいた	気づかなかった
ドットライン	1	4
カラー舗装		5

表-12 交通安全施設の確認 (施設有り2試行目 全盲者)

施設種類	確認できた	確認できなかった
ドットライン		5
カラー舗装	2	3

表-13 交通安全施設の有用性 (全盲者)

施設種類	有用	やや有用	どちらとも	あまり有用でない	有用でない
ドットライン			1	1	3
カラー舗装				2	3

表-14 交通安全施設の利用意志 (全盲者)

施設種類	あり	ややあり	どちらとも	あまりない	ない
ドットライン		1			4
カラー舗装		1	2		2

用性の検討を行うことが必要と考える。また、自由意見より、ドットライン、カラー舗装の整備仕様に関する改善点が多く得られた。これらを活かし、本来の施設整備の目的である安全性を損わない範囲内において、どの程度の仕様の変更が最も適切であるか、視覚障害者とその他不特定多数の道路利用者の側面から変更内容を検証する必要がある。特に触覚的コントラストの面では、段差を付けることで高齢者や自転車などに影響を及ぼすおそれがあるため、様々な視点から検討することが今後の課題である。

謝辞: 実験参加者としてご協力頂いた視覚障害者の方々に深く感謝申し上げる次第である。なお本研究は、科学研究費補助金若手研究(B) (課題番号24760419) の助成を受けて実施したものである。

参考文献

- 1) 中央交通安全対策会議：第9次交通安全基本計画, pp.17-19, 2011.
- 2) 一般社団法人交通工学研究会：生活道路のゾーン対策マニュアル, 丸善出版株式会社, 2011.
- 3) 柳原崇男, 北川博己, 斉藤圭亮, 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, Vol.25, No.2, pp.525-533, 2008.
- 4) 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.
- 5) 岩崎聖司, 坂口睦男, 秋山哲男：視覚障害者誘導用舗装の現況に関する調査例, 舗装, Vol.29, No.4, 1994.
- 6) 坂口睦男, 久下晴己, 坂田耕一, 秋山哲男：視覚障害者用誘導ブロックの視認性と景観性に関する検討, 第15回交通工学研究発表会論文報告集, pp.133-136, 1995.

A STUDY ON THE POSSIBILITY OF GUIDING THE VISUALLY IMPAIRED
BY ROAD SAFETY FACILITIES ON COMMUNITY ROAD

Tomoyuki INAGAKI, Hideaki SAYAMA, Masahiro HAMAI and Motohiro OHKURA