平滑な歩行誘導床材に関する基礎的研究

A BASIC STUDY OF FLAT-TOPPED TACTILE WALKING SURFACE INDICATORS ON FLOORS

山田崇史 ——— * 1 山崎達也 ——— * 2

Takashi YAMADA ——— * 1 Tatsuya YAMAZAKI ——— * 2

キーワード：
視覚障害、屋内誘導、バリアフリー、視覚障害者誘導用ブロック

Keywords:
Visual impairment, Indoor Guidance, Barrier-free, Tactile walking surface indicators

The purpose of this study was to develop tactile walking surface indicators for floors with fewer barriers for visually and non-visually impaired people. First, an elasticity test was conducted with 16 different materials. Second, three products with different thicknesses were produced, and interview surveys were conducted with blind and sighted people using four test products: the three that were produced and one ready-made product. The results confirmed that the products having thicknesses of 1 mm, 4 mm, and 7 mm were evaluated as having “easy walkability” and “easy recognition of end point” when compared to the ready-made product.

1. はじめに

視覚障害者誘導用ブロックは、視覚障害者を安全に誘導するために敷設される床材であり、1960年代に我が国において開発され、現在では多くの国々で利用されている。2001年には、日本工業規格 JIS T 9251:2001（視覚障害者誘導用ブロック等の突起の形状・寸法及びその配列に関する規定）として規定された。

バリアフリー法¹⁾や福祉のまちづくり条例²⁾で該当する通路には、JIS型の視覚障害者誘導用ブロックが敷設される例が多い。視覚障害者誘導用ブロックは、視覚障害者の安全確保、誘導に重要な役を果たすシステムである一方、視覚障害者誘導用ブロックの非利用者にとっては通行上の支障となるケースも見受けられる。水野ら³⁾は、車いす使用者、高齢者、ベビーカー使用者、幼児は視覚障害者誘導用ブロックをバリアとして感じている傾向が強いことを確認している。また小林ら⁴⁾は、晴眼者の歩行においても視覚障害者誘導用ブロック上では、ブロックが無い場所と異なる歩行動作を行うことを述べている。そして、病院や福祉施設では、車椅子や台車、医療機器が通過するため、視覚障害者誘導用ブロックの突起部分による衝撃があり、設置にあたり非利用者への障壁となっている場合もある。

視覚障害者用誘導ブロックの突起部に関する研究も行われている。JIS型は突起部分の高さが5mmあるが、中村ら⁵⁾の研究では、誘導ブロック（線状ブロック）の突起部分を2.4mmとしても足裏で検知可能としており、利用者以外に対する影響を軽減した線状ブロックの開発が可能であることを示唆している。また、柳原ら⁶⁾は、突起高さ2mmと1mmの警告ブロック（点状ブロック）を用いて視覚障害者を対象とした白杖を用いた歩行調査を行っており、突起高さ2mm、1mm共に被験者の検知率は100%であったと述べている。

さらに床仕上げ材を変えて床面の違いを知覚できるか検討した研究も見られる。岩田⁷⁾は、異なる床材について歩行調査を行い、触覚的な対比のわかりやすさ評価を求めている。原ら⁸⁾は、摩擦の異なる床仕上げ材を組み合わせた歩行調査を行っており、摩擦の異なる

床材による歩行空間の提示の可能性を示唆している。さらに、これまでの視覚障害者誘導用ブロックに関する研究として、高井ら^{9), 10)}は、弱視者を被験者として、視覚障害者用誘導ブロックの視認性に関する官能評価試験を行い、床材の視認性は輝度比が高くなるにしたがって高くなると述べている。三上ら¹¹⁾は、様々な形状の凸部を有する床試料を用いて歩行実験を行っており、誘導用ブロックは、線状の凸部の長さが十分長いものが望ましいと述べている。横山ら¹²⁾は、白杖と足裏による床の変化の認知度合を調査しており、白杖と足裏では、床面からの刺激が大きく異なる傾向にあることを述べている。

本研究では、視覚障害者および視覚障害者以外にとっても通路を利用する上で障壁とならない、可能な限り凹凸が無い視覚障害者用の歩行誘導床材の構築を目的とし、歩行誘導床材の製作と視覚障害者および晴眼者を対象とした歩行調査を行い、歩行誘導床材を評価した。本研究の歩行誘導床材は、視覚障害者誘導用ブロックの中でも誘導ブロック（線状ブロック）とし、屋内で利用する床材を対象とする。研究の手順として、はじめに厚さと硬度の異なる歩行誘導床材を複数製作し、床材の弾力性を計測して歩行調査に用いる床材を選定した。つぎに歩行誘導床材を用いて、視覚障害者および晴眼者を対象とした歩行調査を行い、歩行誘導床材を評価した。

2. 歩行誘導床材の弾力性試験

歩行調査用の床材を製作するにあたり、厚さと硬度（JIS K 6253:2012）が異なる16種類の床材を製作し、（社）日本道路協会が定める弾力性試験方法¹³⁾を用いて、製作物を評価した。本測定方法は、床面素材評価⁸⁾や路面評価¹⁴⁾の研究などにおいても用いられている試験方法である。弾力性試験は、図1に示す測定器具を用いて行った。製作物の厚さと硬度の水準を表1に示す。JIS規格による視覚障害者誘導用ブロックの厚さは7mm前後である製品が多いため、製作物は7mmを基準として、3mmずつ変更して製作した。硬度については、床材と異なる歩行感覚を得られるように4種類の部材を製作

¹⁾ 近畿大学生物理工学部人間環境デザイン工学科 助教・博士（工学）
（〒649-6493 和歌山県紀の川市西三谷930）

²⁾ 錦城護謨(株)工業品事業本部

¹⁾ Assistant Prof., Kindai Univ., Dr. Eng.

²⁾ Kinjo Rubber Co., Ltd.

した。なお、本研究で製作した誘導床材の主成分は、EPDM（エチレン・プロピレン・ジエンゴム）である。弾力性試験の手順は、室内において、30cm×30cm×6cm のコンクリート平板上に試験材料を設置し、試験材料を養生テープで留めた。次に、硬球を 100cm の高さから自然落下させた様子をビデオカメラで記録した。弾力性試験方法¹³⁾ による反発係数の算出方法により、5 回の落下試験を行い、2 つの反発係数（GB 係数と SB 係数）を求めた。GB 係数は衝撃吸収性を、SB 係数は反発弾性を表すといわれている。5 回の落下試験のうち、ほぼ一定の値を示す 3 回の数値を算術平均値とした。算術平均値を式（1）により計算して反発係数を求めた。

表 1 歩行誘導床材の要因と水準

要因	水準
厚さ	1mm, 4mm, 7mm, 10mm
硬度	30°, 45°, 57°, 67°

※硬度の測定は、硬度計 TECLOCK GS-719N による。

反発係数 (%) = $\frac{H_0}{H} \times 100$ (1)

H_0 : ほぼ一定の値を示す 3 回の反発高さの算術平均値 (cm)

H : 硬球を落とす高さ (100cm)

16 種類の試験材料の弾力性試験の結果を図 2 と図 3 に示す。図 2 は SB 係数、図 3 は GB 係数である。さらに SB 係数と GB 係数の関係を図 4 に示す。試験材料の比較として、塩ビタイル（東リ PST789）、コンクリート平板についても弾力性試験を行った。SB 係数の結果の方が GB 係数の結果に比べ、試験材料の反発特性の違いが分かりやすい結果となった。SB 係数は、どの硬度においても材料が厚い程、高い値となった。GB 係数は、材料の厚みによる違いよりも、材料の硬度による違いが顕著に見られた。反発係数は、SB 係数も GB 係数も 57° の反発係数が高く、30° が低い傾向にある。この理由として、57° の材料は、主成分である EPDM の割合が他硬度の材料より多いためと考えられる。また厚さ 1mm の試験結果は、下地材料の影響が考えられ、他の厚さと異なる結果になった。すべての硬度において、厚さ 1mm の試験材料は試験後、材料にヘコミが見られたことから下地材による影響があると考えられる。

3. 歩行調査

3. 1. 調査方法

2. の結果を踏まえ、被験者歩行調査の歩行誘導床材を製作するにあたり、厚さの異なる材料 3 種類を製作した。被験者歩行調査において製作した床材の断面図を表 2 に示す。「7mm」および「4mm」の誘導床材は、端部にスロープがある形状とし、中央部には平滑面がある。「1mm」の誘導床材は、端部と中央部ともに平滑面となっている。硬度は 57°、寸法は 300mm 角である。表 3 に調査概要を示す。歩行誘導床材 4 種類について評価するため、視覚障害者 43 名および晴眼者 41 名を対象に被験者調査（行動観察調査および聞き取り調査）を行った。視覚障害者は、日常、誘導ブロックを歩き慣れているため、本研究において製作した歩行誘導床材より、誘導ブロックの評価が高くなる可能性が考えられる。そこで普段、誘導ブロックに頼って歩行していない晴眼者も被験者に選定し、歩行調査を行った。

図 1 弾力性試験の測定器具

図 2 SB 係数

図 3 GB 係数

図 4 SB 係数と GB 係数の関係

視覚障害者の被験者は、障害等級が1級および2級を対象とした。視覚障害者は、全盲から弱視までを含むさまざまな見え方が存在するが、日常における歩行を再現するためアイマスクを着用していない。晴眼者は、試験室への入室前にアイマスクを着用して歩行した。なお、歩行誘導床材を設置する床面は、病院や福祉施設を想定し、これらの施設で多く用いられる塩化ビニル系床材（Pタイルまたは長尺シート）とした。

表4に調査内容を示す。回答者属性は、年齢、性別、履物の種類である。履物の種類は、屋内で日常において履き慣れているかどうかを確認した。視覚障害者の被験者には、視覚障害の等級・見え方、白杖の石突種類^{注1)}を確認した。なお、晴眼者の石突種類はすべてスタンダード型である。晴眼者は、歩行調査前に白杖を使用したことがある経験者から使い方についてレクチャーを受けた後、調査に参加した。行動観察調査の内容は、各歩行誘導床材の歩行時間、歩き方、終点認識である。調査方法は、聞き取り調査および録画による記録であり、評価対象は4種類である。

図5に試験室における歩行誘導床材の配置図を示す。図6に被験者調査の様子を示す。歩行調査の際、被験者は試験室とは別の部屋で待機し、歩行を補助する係員が被験者を別室から試験室の各歩行誘導床材の始点（警告ブロック）まで誘導して調査を実施した。また被験者は、試験室内を事前に確認していない。各歩行誘導床材は、長さ4.5m、幅0.3mである。被験者の歩行時には、係員が後方に付き添い歩行誘導床材や終点を見失った際に被験者の補助をした。被験者が各歩行誘導床材の終点まで行った際、聞き取り調査の内容を質問して回答してもらった。

表2 歩行調査で用いた歩行誘導床材の断面形状

厚さ	形状 (mm)
誘導ブロック (既製品)	
誘導床材 「7mm」	
誘導床材 「4mm」	
誘導床材 「1mm」	

3. 2. 調査結果

調査結果を図7から図15に示す。被験者の「性別」について、晴眼者および視覚障害者共に男性が約6割、女性が約4割である（図7）。「年代」について、晴眼者は20代と30代で約6割であり、視覚障害者は50代以上で約6割を占めている（図8）。「石突の種類」について、晴眼者はすべてスタンダード（貸出）であり、視覚障害者は約半数がスタンダードである（図9）。以下、誘導ブロックを含めて歩行誘導床材と記載する。「歩行誘導床材の歩き方」について、晴眼者および視覚障害者の約9割以上が歩行誘導床材の上を歩いていた。

表3 調査概要

調査形式	行動観察調査・聞き取り調査				
調査場所	近畿大学 生物理工 学部	大阪市立 社会福祉 センター	大阪府立 大阪南視 覚支援学 校	大阪府 盲人福祉 センター	大阪府立 大阪北視 覚支援学 校
調査場所の床材	Pタイル	Pタイル	長尺シート	Pタイル	長尺シート
調査日 (2018年)	1月24日	2月10日	3月1日	3月2日	3月6日
時間	12:30- 16:00	9:30- 15:30	12:00- 17:00	12:30- 14:30	9:00- 16:00
被験者数	晴眼者	12名	0名	9名	0名
	視覚障害者 (1級・2級)	0名	18名	10名	8名
	合計	12名	18名	19名	8名

表4 調査内容

回答者属性	・年代、性別、履物の種類 ・視覚障害者のみ：視覚障害の等級・見え方 白杖の石突種類
行動観察調査	・スタート地点から終点までの時間（歩行時間） ・歩き方（マット上・マット横・混在） ・終点を認識できたか（はい・いいえ）
聞き取り調査	・誘導床材の認識しやすさ（5段階評価） ・誘導床材上の歩きやすさ（5段階評価） ・音・聴覚からの情報（5段階評価）
調査方法	・聞き取り調査および録画による記録 a. 晴眼者：白杖およびアイマスク着用で歩行 b. 視覚障害者：白杖を用いて歩行
評価対象	1. 誘導ブロック（塩ビ製の既製品） 2. 誘導床材 硬度57°、厚み7mm 3. 誘導床材 硬度57°、厚み4mm 4. 誘導床材 硬度57°、厚み1mm

※石突：白杖の地面に当たる側の先端部の名称である。

図5 試験室における歩行誘導床材の配置図

図6 被験者調査の様子

図 7 性別

図 8 年代

図 9 石突の種類^{※1)}

片足でも歩行誘導床材に乗って歩行していた場合「床材上」とする。

図 10 歩行誘導床材の歩き方

図 11 歩行誘導床材の終点を認識できたか

(図 10)。「誘導ブロック」は表面に凹凸があるため、床材横を歩行する被験者がいたが、「7mm」、「4mm」、「1mm」については表面が平滑のため、ほぼすべての被験者が床材上を歩行したと考えられる。

「歩行誘導床材の終点を認識できたか」について、晴眼者および視覚障害者共に「1mm」と「4mm」では、終点を認識できなかった被験者が少数いるが、「7mm」と「誘導ブロック」では、全員が認識している(図 11)。視覚障害者で終点を認識できなかった被験者は、歩行時に白杖を用いて歩行しておらず、足の感覚だけで歩行していたため終点を認識できなかった。白杖を用いれば、「1mm」と「4mm」の誘導床材であっても認識は可能であると考えられる。一方、晴眼者の被験者は、白杖を用いていても「1mm」と「4mm」の終点を認識することができない者もいた。

「歩行時間」については、晴眼者と視覚障害者の間で違いが見られる(図 12)。この差が生じたのは、視覚障害者は、視覚障害者誘導用ブロックを歩き慣れているためだと考えられる。視覚障害者は、ほぼすべての被験者が「10 秒以下」から「11-20 秒以下」であるが、晴眼者は、「10 秒以下」から「21 秒以上」まで分布しており、個人差が大きい結果となった。

「聞き取り調査：質問 1 (認識しやすさ)」について、晴眼者および視覚障害者共に、「誘導ブロック」の評価が高く、その他の評価が

図 12 歩行時間

図 13 聞き取り調査：質問 1 (認識しやすさ)

図 14 聞き取り調査：質問 2 (歩きやすさ)

図 15 聞き取り調査：質問 3 (音・聴覚からの情報)

低い結果である(図 13)。「聞き取り調査：質問 2 (歩きやすさ)」について、晴眼者および視覚障害者共に、「誘導ブロック」、「7mm」、「4mm」、「1mm」は、いずれも「普通」から「とてもよい」の評価で 6 割以上である(図 14)。「聞き取り調査：質問 3 (音・聴覚からの情報)」について、晴眼者および視覚障害者共に、「誘導ブロック」の評価が高く、その他の評価が低い傾向である(図 15)。また、一定数は音・聴覚に頼らず歩行していることが確認された。

聞き取り調査の結果、「誘導ブロック」は、「7mm」、「4mm」、「1mm」より認識しやすく、音・聴覚からの情報の評価は高く、歩きやすさの評価は同程度であることがわかった。また、歩行誘導床材の厚さが薄くなるほど低評価が多くなる傾向が見られた。視覚障害者は、「誘導ブロック」、「7mm」、「4mm」、「1mm」の歩行誘導床材において終点を認

識して歩行可能であり、歩行時間に大きな差がみられないことから、「7mm」、「4mm」、「1mm」の歩行誘導床材であっても屋内において誘導の役割を果たすことが可能であることが示唆される。ただし、晴眼者の被験者は、白杖を用いても「4mm」、「1mm」の終点を認識できない者もいるため、視覚に頼らない歩行の慣れが必要であると考える。

4. 分析方法

被験者調査をさらに詳しく分析するため、統計的検定を行う。統計的検定は、以下 a. ～e. に示す手順とする。

- a. 歩行誘導床材の歩行調査は、床材が 2 種類（P タイル、長尺シート）の条件で行ったため、床材によって被験者の評価に違いが生じていないか分析する。2 種類の床材間で評価に違いがあれば、床材ごとに以後の分析を行い、評価に違いが見られなければ、以後の分析は 2 種類の床材を合わせて分析する。
- b. 被験者間（晴眼者と視覚障害者）における誘導床材評価の違いを分析する。被験者間で歩行誘導床材の評価に違いがあれば、晴眼者と視覚障害者それぞれで分析を行い、評価に違いがなければ、晴眼者と視覚障害者を合わせて分析する。
- c. 歩行誘導床材間（誘導ブロック、7mm、4mm、1mm）における評価の違いを分析する。歩行時間、認識しやすさ、歩きやすさ、音・聴覚からの情報について、歩行誘導床材間で有意な差がみられるか否かを分析する。
- d. 歩行誘導床材間における終点認識（見失わずに最後まで歩けたか）の違いに有意な差がみられるか否かを分析する。
- e. 年代間（20 代以下、30-40 代、50 代以上）で比較して、歩行誘導床材の評価に違いがみられるか分析する。

なお、分析で用いるデータ区分は、歩行時間の区分（3 段階）および歩行誘導床材評価の区分（5 段階）は、調査集計時と同じである。

5. 分析結果

a. 床材間における評価の違い

はじめに、Kolmogorov-Smirnov 検定^{注 2)}により床材間（P タイル、長尺シート）での評価の違いを分析した。その結果、「歩行時間」、「認識しやすさ」、「歩きやすさ」、「音・聴覚からの情報」の評価は、床材が異なっても有意差は見られなかった（表 5）。これにより、以後の分析では、P タイルと長尺シートの調査結果を合わせて分析する。

表 5 床材間における評価の違い

	歩行時間	認識しやすさ	歩きやすさ	音・聴覚からの情報
1（誘導ブロック）	—	—	—	—
2（7mm）	—	—	—	—
3（4mm）	—	—	—	—
4（1mm）	—	—	—	—

***：0.1%有意，**：1%有意，*：5%有意，—：有意差なし

b. 被験者間における評価の違い

晴眼者と視覚障害者の被験者間で歩行誘導床材の評価に違いが見られるか Kolmogorov-Smirnov 検定により分析した。その結果、「歩行時間」以外では、晴眼者と視覚障害者の間で各誘導床材の評価に差は見られなかった（表 6）。これにより、「認識しやすさ」、「歩きやすさ」、「音・聴覚からの情報」は、晴眼者と視覚障害者を合わせて分析する。

表 6 被験者間における評価の違い

	歩行時間	認識しやすさ	歩きやすさ	音・聴覚からの情報
1（誘導ブロック）	***	—	—	—
2（7mm）	***	—	—	—
3（4mm）	***	—	—	—
4（1mm）	***	—	—	—

***：0.1%有意，**：1%有意，*：5%有意，—：有意差なし

c. 歩行誘導床材間における評価の違い

4 種類の誘導床材間について、「認識しやすさ」、「歩きやすさ」、「音・聴覚からの情報」の評価に違いが見られるか Friedman 検定^{注 3)}により分析した。その結果、「認識しやすさ」と「音・聴覚からの情報」の評価は、歩行誘導床材間で有意な差が見られた。「歩きやすさ」の評価は、歩行誘導床材間で有意な差が見られなかった（表 7）。

「認識しやすさ」と「音・聴覚からの情報」の評価の違いについて多重比較を行った。多重比較は、どの歩行誘導床材間で評価に違いがあるかを示す。誘導床材間での評価違いを表 8 に示す。

表 7 歩行誘導床材間における評価の違い

	認識しやすさ	歩きやすさ	音・聴覚からの情報
全体（晴眼 + 視覚障害者）	***	—	***

***：0.1%有意，**：1%有意，*：5%有意，—：有意差なし

表 8 歩行誘導床材間における評価の違い（多重比較）

	認識しやすさ	音・聴覚からの情報
1（誘導ブロック）－2（7mm）	***	***
1（誘導ブロック）－3（4mm）	***	***
1（誘導ブロック）－4（1mm）	***	***
2（7mm）－3（4mm）	*	—
2（7mm）－4（1mm）	***	—
3（4mm）－4（1mm）	—	—

***：0.1%有意，**：1%有意，*：5%有意，—：有意差なし

d. 歩行誘導床材間における終点認識の違い

誘導床材間における終点認識の違いを Cochran の Q 検定^{注 4)}により分析した。その結果、歩行誘導床材間において有意差は見られなかった（表 9）。このことから、被験者は「誘導ブロック」同様に歩行誘導床材「7mm」、「4mm」、「1mm」も認識して歩行可能であるといえる。

表 9 歩行誘導床材間における終点認識の違い

	終点認識
全体（晴眼 + 視覚障害者）	—

***：0.1%有意，**：1%有意，*：5%有意，—：有意差なし

e. 年代間における評価の違い

年代間（20 代以下、30-40 代、50 代以上）において、歩行誘導床材の評価に違いがみられるか Kruskal-Wallis 検定^{注 5)}により分析した。その結果、「歩行時間」および「7mm」の「音・聴覚からの情報」のみ、年代間で評価に差がみられた（表 10）。多重比較の結果、「歩行時間」は、20 代以下と 30-40 代、または、20 代以下と 50 代以上で差が見られた。また 30-40 代と 50 代以上では、すべての歩行誘導床材で有意な差は見られなかった。「音・聴覚からの情報」は、20 代以下と 50 代以上で差が見られた。なお、性別では、有意な差は見られ

なかった。

表 10 年代間における評価の違い

	歩行 時間	認識 しやすさ	歩き やすさ	音・聴覚 からの情報
1 (誘導ブロック)	**	—	—	—
2 (7mm)	**	—	—	*
3 (4mm)	*	—	—	—
4 (1mm)	*	—	—	—

***: 0.1%有意, **: 1%有意, *: 5%有意, —: 有意差なし

6. まとめと今後の課題

本研究では、視覚障害者用の歩行誘導床材について形状および硬度の検討を行い、既製の誘導ブロックを含む計 4 種類の歩行誘導床材を用いて、視覚障害者および晴眼者を被験者として歩行調査を行った。本研究により得られた知見を以下にまとめる。

歩行誘導床材の歩行時間は、晴眼者と視覚障害者で大きな違いが見られたが、白杖を用いた場合、9 割の晴眼者とすべての視覚障害者は 4 種類の歩行誘導床材を歩行時に見失わず、終点まで歩行することができた。また歩行時における歩行誘導床材の「認識しやすさ」、「歩きやすさ」、「音・聴覚からの情報」の評価については、晴眼者と視覚障害者の間で有意な差は見られなかった。

誘導ブロックは、「認識しやすさ」および「音・聴覚からの情報」において本研究で製作した「7mm」、「4mm」、「1mm」の歩行誘導床材と比べて評価が有意に高いことが確認された。一方、「歩きやすさ」は誘導ブロックと製作した歩行誘導床材で評価に有意な差は見られなかった。さらに終点認識についても誘導ブロックと製作した歩行誘導床材で評価に有意な差は見られなかった。以上より、本研究で製作した歩行誘導床材は、誘導ブロックと比べて認識しやすさに課題があるものの、屋内空間において歩行者を誘導する機能を果たすことが可能であると考えられる。誘導ブロックと同等の機能を持つ歩行誘導床材を製作できることは、利用者の選択の幅を広げることにつながる。

今後の課題として、誘導床材の認識しやすさの向上が挙げられるが、認識しやすさを向上させると歩きやすさが損なわれる可能性があるため、さらなる検討を要する。本研究の歩行調査では、被験者に誘導ブロック、歩行誘導床材「7mm」、「4mm」、「1mm」の順に歩行してもらったが、調査する順番によっても評価が変わる可能性があるため、順番によって評価が変わらない方法についても検討が必要である。

謝辞

本研究を行うにあたり調査に協力頂いた、大阪府視覚障害者福祉協会、大阪市視覚障害者福祉協会、大阪府立大阪北視覚支援学校、大阪府立大阪南視覚支援学校、その他、協力いただいた視覚障害の方々に感謝申し上げます。

補注

1) スタンダード：別名はペンシル型と呼ばれ、鉛筆キャップのような形状であり、小さな段差や境界線の検知には優れている。ローラーチップ：先端部がコマ状に回転し、路面からの振動が伝わりやすい。バームチップ：キノコのような形状をしており、路面の凹凸に突っかかりにくい。マシュマロチップ：丸い形状（マシュマロ型）の石突である。

- 2) 2 つの分布（本研究の場合、P タイルまたは長尺シートの評価の分布）に違いがあるかどうかの検定に用いる¹⁵⁾。
- 3) 順序尺度（誘導マットを 5 段階評価）であること、評価対象を同一人物が評価していることから、対応のある 3 つ以上の群の中心位置の違いを検定するのに用いる¹⁵⁾。
- 4) 二値データ（本研究の場合、終点認識の有・無）であること、評価対象を同一人物が評価しているため、対応のある 3 種類以上の割合の違いを検定するのに用いる¹⁵⁾。
- 5) 順序尺度（本研究の場合、誘導マットを 5 段階評価）であること、また、各群は別々にサンプリングされた被験者（年代別）であることから、独立した 3 つの群の中心位置の違いを検定するのに用いる¹⁵⁾。

参考文献

- 1) 国土交通省：バリアフリー法施行令、第 21 条 2 項 視覚障害者移動等円滑化経路、国土交通省ホームページ、<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/barrierfree/index.html>（最終閲覧日 2018.08.25）
- 2) 東京都：福祉のまちづくり条例、別表第 3 建築物（共同住宅等を除く。）に関する整備基準（都市施設）、16 案内設備までの経路、東京都ホームページ、http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/kiban/machizukuri/jourei_kisoku/kisoku.html（最終閲覧日 2018.08.25）
- 3) 水野智美、徳田克己：点字ブロックが車いす使用者、高齢者、幼児の移動にどの程度のバリアになっているか、厚生労働省、厚生労働統計協会 編、Vol. 57, No. 1, pp. 15-20, 2010.1
- 4) 小林吉之、高嶋孝倫、林美恵子、藤本浩志：視覚障害者誘導用ブロックが晴眼者の歩行に与える影響に関する研究、日本機械学会論文集、Vol. 69, No. 681, pp. 1274-1280, 2003.5
- 5) 中村孝文、西岡厚美、末光のどか、岸哲志、田内雅規：視覚障害者誘導用線上突起の検出と方向判別に及ぼす高さや形状の影響、日本ロービジョン学会誌、Vol. 9, pp. 69-75, 2009
- 6) 柳原崇男、原良昭、桑波田謙：白杖による分岐点案内等の点状突起形状の検出に関する研究 視覚障害者のための屋内誘導システムに関する研究（その 1）、日本建築学会計画系論文集、Vol. 76, No. 661, pp. 551-557, 2011.3
- 7) 岩田三千子：床仕上げ材料の触覚的対比 福祉のまちづくりにおける視覚障害者用サインの検討、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 355-356, 2000.9
- 8) 原利明、小林吉之、蔵重由貴子、藤本浩志：摩擦の異なる床仕上げ材間の識別容易性に関する研究、日本機械学会論文集、Vol. 75, No. 754, pp. 1705-1711, 2009.6
- 9) 高井智代、石田秀輝：視覚障害者誘導用ブロックの視認性：公共空間における視覚障害者の歩行安全性に関する研究 その 1、日本建築学会計画系論文集、Vol. 64, No. 520, pp. 153-158, 1999.6
- 10) 高井智代、石田秀輝：視覚障害者誘導用ブロックの視認性：公共空間における視覚障害者の歩行安全性に関する研究 その 2、日本建築学会計画系論文集、Vol. 65, No. 531, pp. 141-148, 2000.5
- 11) 三上貴正、天野真二、渡会奈由香、坂井映二：点字ブロックおよびその敷設状態の触覚的認知性に関する基礎的研究、日本建築学会構造系論文集、Vol. 65, No. 528, pp. 47-52, 2000.2
- 12) 横山裕、馬場峰雄、横井健：白杖による床の変化の認知に関する基礎的検討：白杖による床の変化の認知度合の表示方法（その 1）、日本建築学会構造系論文集、Vol. 72, No. 617, pp. 23-30, 2007.7
- 13) 公益社団法人 日本道路協会：舗装路面の弾力性試験方法、舗装調査・試験法便覧、126-129, 2007
- 14) 鬼塚信弘、金井太一、桂久恵、福士小百合：ウォーキングに適した路面の評価方法の検討、土木学会年次学術講演会講演概要集、Vol. 59, No. 2, pp. 1185-1186, 2004.9
- 15) 内田治：SPSS によるノンパラメトリック検定、オーム社、2014

【2018 年 10 月 2 日原稿受理 2018 年 11 月 26 日採用決定】