

NO. 343 若年者の障害物乗り越え時の視線解析

高齢者の転倒リスク低減に向けた基礎的研究

川野研究室（建築・住居分野） A22AB072 末武瑚雪

1. 研究の概要

1-1. 研究の背景と目的

転倒には視覚機能の変化が関わるとされ¹⁾、歩行中の視線の向きや動きを分析することは、転倒予防に寄与すると考えられる。本研究の目的は、若年者被験者が障害物を乗り越える際の視線を計測・解析する方法を提示した上で、障害物を乗り越える際の視線の動きを色と高さに着目して明らかにする。本研究の成果は、今後、高齢者を被験者として、転倒リスクの低減に向けた研究を行う際の基礎的な知見となる。

1-2. 用語の定義：視線

デジタル大辞泉には、「目の向きや目で見ている方向」と記されている。本研究においては、目の位置（視点）と注視点を結ぶ線として定義する。

1-3. 本研究の位置づけ及び構成

既往研究には、本研究と同様に、学生を被験者として段鼻の色の印象評価を行った研究²⁾や、アイカメラを使用して室内の明るさと注視点及び瞳孔径を計測している研究³⁾がある。本研究の特徴は、障害物の色と高さを変化させ、視線の動きを分析している点である。（図表 1）

2. 測定・分析方法の検討

2-1. 実験条件・使用機器

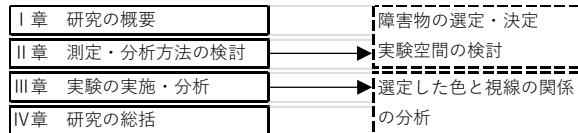
本実験の概要を図表 2 に示す。また、使用する機器は図表 3 にまとめている。歩行空間は、図表 4 のように、G2（グレー）の色の 5m のシートを敷き、3m の位置に障害物を置き、視線の先には白のスクリーンを設置する。本実験にて使用する障害物は、横 1000mm、奥行き 100mm、高さ 25mm と 100mm のものを各 7 色作成した（図表 5）。分光測色計とマンセル値での各 7 色の測色の結果を図表 7 に示す。

2-2. 実験の手順

実験の手順は以下の通りである。

- ①視力測定：ランドルト環を使用して視力計測を行い、眼鏡やコンタクトを着用している人は、矯正視力を測定する。
- ②障害物の設置：被験者が後ろに向いている間に置く。
- ③計測開始：HoloLens 2 のスタートを押し、振り返ってスクリーン上の高さ 1600mm の印を 3 秒見る。
- ④視線計測：③の後、図表 4 のシート中央を歩行する。
- ⑤印象評価アンケート：図表 6 の 4 つの尺度について 5 段階で回答する。

以上の②～⑤を繰り返し実施した（7 色 × 高さ 2 種）。



図表 1 研究の構成

実験日	2025 年 10 月 8 日・9 日・15 日
照度（障害物上）	LM-777(8日:2102lx 9日:2072lx 15日:2084lx)
場所	クリプトメリヤ館 1 階 108 室
被験者	福山女子大学の学生 16 名

図表 2 実験の概要と対象

使用機器・システム	品番・性能	目的
HoloLens 2	GazeSpaceMeasure	視線空間情報の計測
計測アプリケーション		空間メッシュの作成
Unity 用 PC	Windows11/CPU: Intel Core i7 メモリ 16GB 以上	Unity 上でのデータの統合
Unity アプリケーション	Unity バージョン 2022.3.34f1	収集データの統合
HeatmapViewer		Unity 上での動作プロジェクト
再生アプリケーション		
コニカミノルタ製 分光測色計	CM-600d	障害物・床の色情報
ランドルト環		視力測定

図表 3 使用機器・システム・アプリケーションリスト



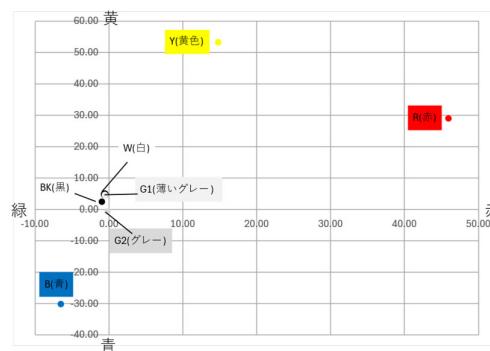
図表 4 歩行空間の平面

項目	評価段階 5 段階にて回答	
	床の色と区別しやすい	床の色と区別しにくい
安全だと感じる	危険だと感じる	
高く見える	低く見える	
目立っていると感じた	目立っていないと感じた	

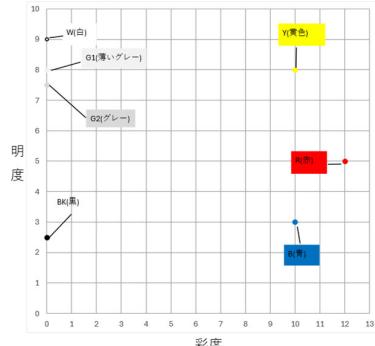
図表 6 印象評価尺度

障害物の寸法	1000mm × 100mm × 25mm · 1000mm × 100mm × 100mm						
	W(白)	G1(薄いグレー)	G2(グレー)	BK(黒)	R(赤)	Y(黄色)	B(青)
マンセル値 (視感色)	N9.0	N8.0	N7.5	N2.5	10R5/12	2.5Y8/10	5PB3/10
無彩色							有彩色

図表 5 障害物の寸法・色



図表 7
測色結果
(上: 分光測色計
下: マンセル値)



2-3. 障害物のクラスター分析

印象評価アンケートの結果を基に、クラスター個数を3個、ユークリッド距離を使用してウォード法を用いたクラスター分析を行なった(図表8)。このクラスター分析の結果と、視感測色でのマンセル値、分光測色計の結果を、視線解析のデータと照合し、視線を分析する色をW・G2・BK・Yの4色に決定した(図表5グレー部分)。

3. 視線の分析

3-1. 視線分析の方法

2-3で決定した4色と2種類の高さの障害物を使用する。歩行距離500mmおきに、スクリーン上の視線の高さを50mm単位で計測した(図表9)。

どの程度床面を見ているかをポイント化し、視線の「高い」層(6名)、「中間」の層(7名)、「低い」層(3名)に分類した。^{注)}

3-2. 視線の高さの変化の平均値の比較

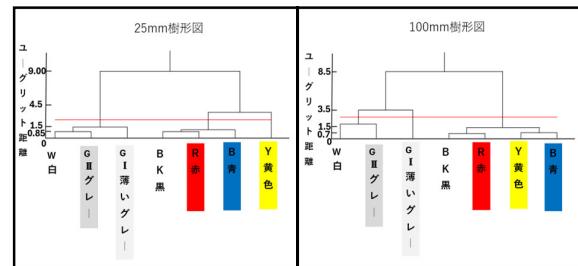
25mmの障害物よりも100mmの方が色による視線のばらつきが顕著である。さらに、100mmでは全体に視線の高さの振れ幅が大きくなっている。

クラスター分析ではBKとYは近い関係にあるが、100mmのBKの視線は低く、Yは高い。したがって、印象評価とは異なる結果となった。(図表10)

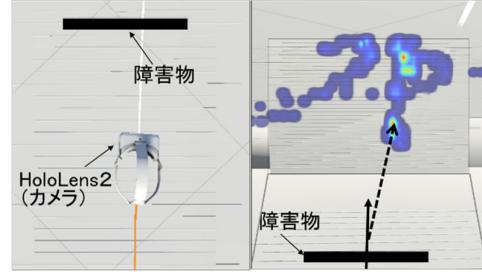
3-3. 視線の高さの3分類による比較

3-2より、視線の高さが異なるBKとYについて考察を行う。「高い」の層は、どの障害物でも、視線を上げたまま歩行していることが分かる。特に、Yの100mmでは視線の位置が高くなっている。

100mmでは、YはBKの方が床を見ている人が多いが、これは「中間」の層がBKでは下を見ている人が多いためである。Yの100mmでは、低い位置を見る人は下を見て歩



図表8 クラスター分析(ウォード法)



図表9 視点の位置(左)と視線(注視点)の位置(右)行している。

YとBKを比較すると、Yは「中間」の層と「低い」層が分かれているが、BKでは25mmでは歩行距離2~3m、100mmでは1~3mの地点で、「低い」層と「中間」の層の視線の高さの差が少ない。(図表11)

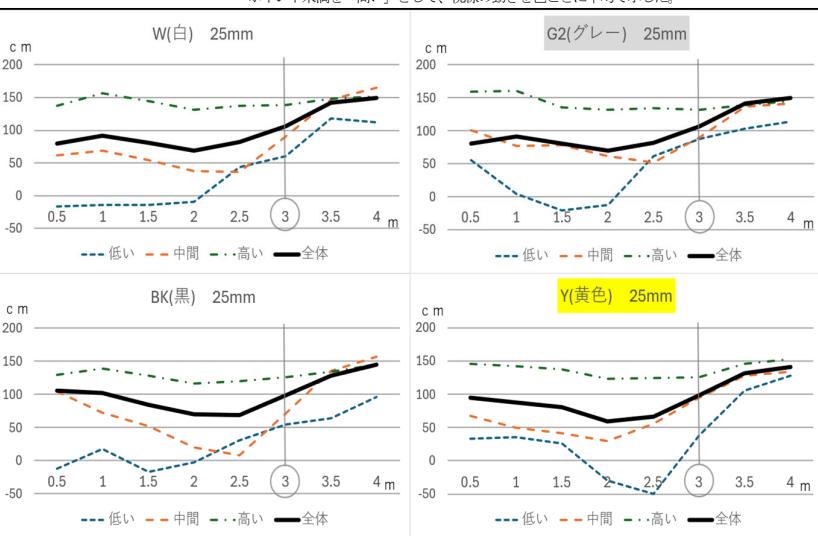
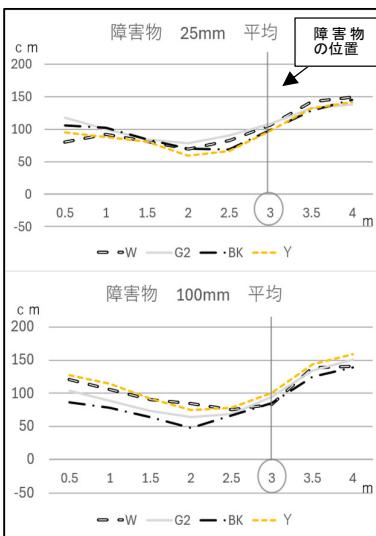
4. 研究の総括

本研究では、障害物を乗り越える際の視線を計測・解析する方法を提示した。次に障害物の高さの違いと視線の関係を考察した。さらに視線の高さにより被検者を3層に分け、層ごとに色や高さの違いによる視線を分析した。

参考文献

- Jignasa Mehta1, Gabriela Czanner, Simon Harding, David Newsham1 and Jude Robinson /Visual risk factors for falls in older adults: a case-control study/ BMC Geriatrics 2022年2月 第22巻 記事番号134
- 松田穂波 太田篤史 田中裕子「薄暗がりにおける段鼻ラインの色が階段の見えやすさと印象を与える影響」 日本建築学会大会学術講演梗概集 2014年9月 pp471-472
- 梅宮典子 皆見智之 「高齢者の廊下歩行時における瞳孔径と注視点の時間変化特性」 日本建築学会大会学術講演梗概集 2021年9月 pp455-456

^{注)}床を見ている回数を1ポイント、スクリーン下部(100mm以下)を見ている場合を0.5ポイントとし、合計30ポイント以上の人を「高い」、10ポイント以上30ポイント未満を「中間」、10ポイント未満を「低い」として、視線の動きを色ごとに平均で示した。



図表10 視線の高さの変化(平均) 図表11 障害物の種別ごとの視線の位置の平均 ※横軸は歩行開始を0とした歩行距離