

# N0.343 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<sup>1)</sup>、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<sup>2)</sup>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<sup>3)</sup>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

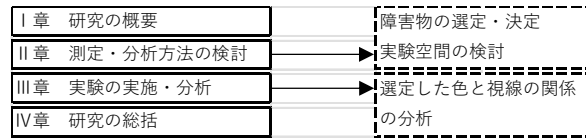
本実験の概要を図表2に示す。また、使用する機器は図表3にまとめている。歩行空間は、図表4のように、G2（グレー）の色の5mのシートを敷き、3mの位置に障害物を置き、視線の先には白のスクリーンを設置する。本実験にて使用する障害物は、横1000mm、奥行き100mm、高さ25mmと100mmのものを各7色作成した（図表5）。分光測色計とマンセル値での各7色の測色の結果を図表7に示す。

#### 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：被験者が後ろを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）。



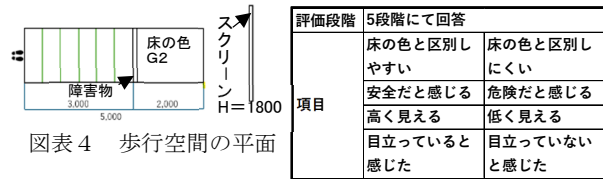
図表1 研究の構成

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	クリプトメリア館1階 108室
被験者	椋山女学園大学の学生 16名
被験者の年齢・性別	21～26歳・女性のみ

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 再生アプリケーション		Unity上での動作プロジェクト
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



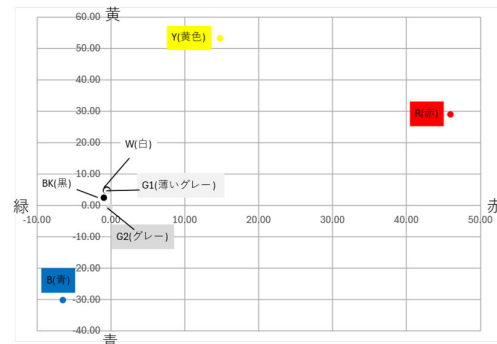
図表4 歩行空間の平面

項目	評価段階	5段階にて回答
床の色と区別し やすい 安全だと感じる 高く見えると 感じた	1	床の色と区別し にくい
	2	危険だと感じる
	3	危険だと感じる
	4	危険だと感じる
目立っていると 感じた	1	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						
色	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 (視感測色)	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。<sup>注)</sup>

#### 3-2. 視線の高さの変化の平均値の比較

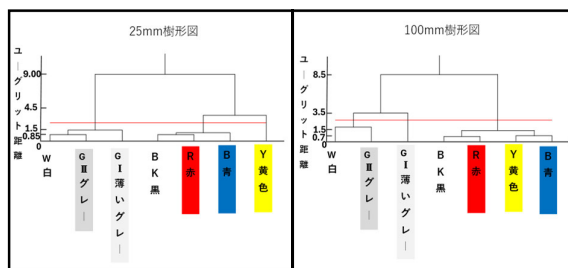
25mmの障害物よりも100mmの方が色による視線のばらつきが顕著である。さらに、100mmでは全体に視線の高さの振れ幅が大きくなっている。

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)

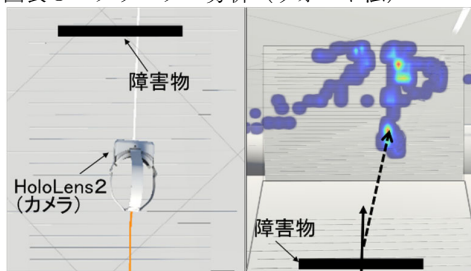
#### 3-3. 視線の高さの3分類による比較

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)

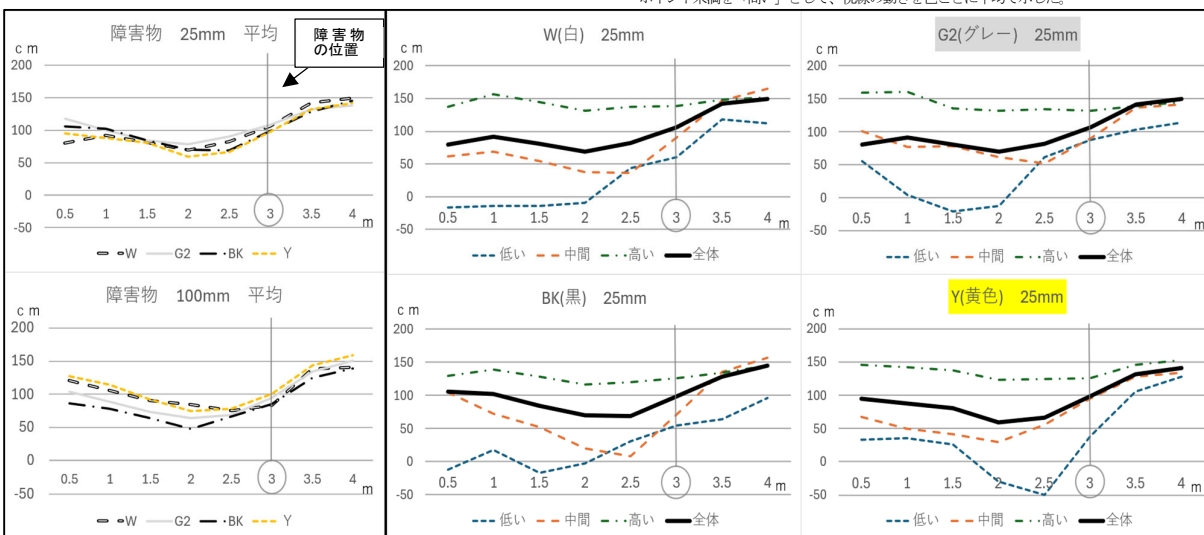
### 4. 研究の総括

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

- 1) Jignasa Mehtal, Gabriela Czanner, Simon Harding, David Newsham and Jude Robinson (2022年2月 第22巻 記事番号134) 「Visual risk factors for falls in older adults: a case-control study」 BMC Geriatrics
- 2) 松田徳波 太田篤史 田中稲子「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に与える影響」 日本建築学会大会学術講演梗概集 2014年9月 pp471-472
- 3) 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「低い」、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「高い」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