

《様式B》

研究テーマ 「 眼球運動を指標とした認知機能評価手法の開発 」

研究責任者 所属機関名 愛知工科大学

官職又は役職 助教

氏 名 山本 雅也 メールアドレス yamamoto-masaya@aut.ac.jp

共同研究者 所属機関名

官職又は役職

氏 名

(平成 30 年度募集) 第 31 回 助成研究 完了報告書

上記様式記載後

1. 実施内容および成果ならびに今後予想される効果の概要（1, 0 0 0 字程度）

高齢者の視覚的な認知機能低下を定量的に評価する手法を開発し、春日井市の高齢者約30名を対象に評価を実施。歩行速度との相関を示し交通事故への注意喚起を成果として残した。本研究は特許性としては乏しいものの、地域の活動として実用化は成功したと考える。今後、評価手法のブラッシュアップと活動範囲の拡大を行うことで、交通事故の抑止と予防医療への発展が効果として予想される。

■以下に、成果の要約を記す。

- ・査読あり論文：1報 産業応用工学会論文誌, Vol.8, No.1, pp.137-139(Mar.2020)
- ・査読なし論文：1報 ITE Technical Report Vol.43, No.37 HI2019-80
- ・研究会報告：1件 HI, VRSPY 研究会, 2019.11.09
- ・他研究報告：1件 あいち ITS ワールド 2019 「あいち発! 大学生 ITS 研究ライブ 2019」

■以下に、成果の詳細を記す。

◆視覚的認知機能評価のためのコンテンツ作成

- ・“VR を用いた道路横断タスク” に用いるシーンを検討するため、一

一般的な道路を走行する車両のビデオを何度か撮影し、VR映像に変換した映像をVRゴーグルにて確認することで実験条件を決定。

- ・設計した実験条件に合う映像を撮影するため、実車を用いて一般道を走行する様子を撮影しVR空間上での距離知覚を確認。
- ・実空間上での知覚とVR空間内での知覚を参考にしながら、走行させる車の距離を調整しながら実験の主旨に沿った映像を作り上げた。

#### ◆視覚的認知機能評価の実施

予備評価を実施後、中部大学の生命健康科学部と連携し、春日井市の高齢者約30名を対象に体力測定会を計画。体力測定会では参加を希望した高齢者に対し、高次脳機能障害スクリーニングテスト、運動機能評価としてロコモティブシンドローム度テストなどのテストから、身体・体力・感覚に関する13項目以上の測定を行う。この測定項目の1つに本評価を組み込み、動画5シーンに対してそれぞれ自身が走行する車の隙間を縫って道路横断可能かの判断を促した。

#### ◆視覚的認知機能評価結果の解析

解析した結果、次のような結果を得た。VR中で横断の判断を行う道幅6mの歩行時間の平均値は通常歩行で $5.09 \pm 0.62$ 秒、速歩で $3.87 \pm 0.40$ 秒であった。試行1と5では共に25名が横断可能と判断した。残り3名が横断不可と回答をした理由は、事故の経験や疾病により走行車両が視認できるうちは道路の横断を行わないという内省報告であった。試行2と4では16名が少なくとも1つの試行を渡れると判断した。しかし、安全に横断可能なレベルを後続車両が到達するまでの時間4.36秒に1秒足した4.46秒と仮定した場合、歩行時間から判断した場合、安全に横断可能できる参加者は2名に限られる。試行3では2名が横断可能と判断した。しかし、歩行時間から判断した場合、横断可能な参加者は居ない。特にこの2名については視覚的な認知機能と歩行能力の乖離があると考えられる。

2. 実施内容および成果の説明（A4で、5ページ以内）

論文添付致します。

## VR を用いた道路横断タスクによる視覚的認知機能評価の試み

山本 雅也<sup>a,\*</sup> 矢澤 浩成<sup>b</sup> 戸田 香<sup>b</sup>

## A trial of visual cognitive function evaluation by simulated road crossing task.

Masaya Yamamoto<sup>a,\*</sup>, Hironari Yazawa<sup>b</sup>, Kaoru Toda<sup>b</sup>

(Received Month XX, 201X; revised Month XX, 201X; accepted Month xx, 201X)

## Abstract

The Metropolitan Police Department reported that the majority of traffic fatalities were elderly. It is show that there are many traffic accidents while walking. In this study, we evaluated the visual cognitive function of 28 elderly people using a simulated road crossing task using a head-mounted display for the purpose of preventing accidents that occurred while the elderly were walking. In addition, walking speed and locomotive syndrome were also used for physical function evaluation. As a result, 18 subjects (64.3%) were able to cross safely when estimated based on walking speed. We believe that this approach can contribute to traffic safety.

キーワード：高齢者，交通事故，視覚的認知機能，運動器症候群，仮想現実

Keywords : Elderly people, Traffic accident, Visual cognitive function, Locomotive syndrome, Virtual reality.

## 1. はじめに

警視庁の調査によると交通死亡事故の当事者は高齢者が過半数<sup>(1)</sup>を占め、死亡事故が発生するシチュエーションは歩行中が多いことがわかる。一般的に高齢者が事故を引き起こす要因は、加齢に伴う認知・判断・操作（行動）の機能低下<sup>(2)</sup>であることが言われている。道路交通法では 75 歳以上の運転免許更新時に認知機能検査の実施と、高齢者講習において暗順応検査、動体視力検査、視野検査の 3 種類を義務付けている。さらに保有している免許によっては 1960 年から「三桿法(さんかんほう)」という手法により奥行知覚の検査が実施されており、運転に必要と考えられる視覚的能力は多岐に渡ることがわかる。そこで、本研究では簡易かつ好奇心に訴える方法で高齢者の視覚的能力を評価し、必要に応じて注意喚起をすることで高齢者の交通死亡事故防止を目的とする。

\* Corresponding author. E-mail: yamamoto-masaya@aut.ac.jp

a 愛知工科大学工学部電子制御・ロボット工学科  
〒443-0047 愛知県蒲郡市西迫町馬乗 50-2Department of Electronic Control and Robot Engineering, Aichi  
University of Technology  
50-2, Manori, Nishihasama-cho, Gamagori-city, Aichi, Japan  
443-0037

b 中部大学生命健康科学部

〒487-8501 愛知県春日井市松本町 1200

Department of Physical therapy, College of Life and Health  
Sciences, Chubu University  
1200 Matsumoto-cho, Kasugai-shi, Aichi, Japan 487-8501

さらに、本研究の発展的な展望として注意喚起が必要な高齢者のスクリーニングは医療機器による検査や治療の促進に繋がり、高齢者の健康増進に留まらず医療機器産業に繋がる形での応用を検討している。

## 2. 視覚的認知機能評価

文部科学省「地(知)の拠点整備事業」(COC 事業: Center of Community)の一環で中部大学では平成 26 年度から年に 1 回、高齢者と大学生の世代間交流による地域融合型の健康増進活動<sup>(3)</sup> (以下、体力測定会)を現在まで継続している。体力測定会では参加を希望した高齢者に対し、高次脳機能障害スクリーニングテスト<sup>(4)</sup> (以下、HDS-R)、運動機能評価としてロコモティブシンドローム度テスト<sup>(5)</sup> (以下、ロコモ 25)などのテストから、身体・体力・感覚に関する 13 項目以上の測定を行なっている。

本研究では、従来の体力測定会では測定項目に含まれていなかった視覚的能力の測定を組み込み、HDS-R やロコモ 25 の評価結果やその他の測定結果を総合的な解析 (以下、視覚的認知機能評価)を試みた。

視覚的認知機能評価は参加する高齢者にとって簡易的な評価設計とする必要がある。しかし、心理学実験で行われるような視覚刺激に対して反応を求める評価は、簡易的ではあるが、高齢者にとって評価内容の理解が困難であり、結果的に評価の統制が困難になってしまう。そ

ここで、バーチャル・リアリティ（以下、VR）を用いた道路横断タスクを設計し、評価参加者が普段から道路横断をする際に行なっている判断を VR 中の道路状況から判断する方法とした。この評価設計により、高齢者は評価内容を理解し易くなり、目新しい技術である VR を体験できたことで好奇心が刺激されたという参加者の声も得た。取得したデータの解析は、Rizzo ら<sup>(6)</sup>、堀川ら<sup>(7-8)</sup>が提案した運転行動モデルを参考に道路横断の行動モデルを構築し(図 1)、認知・判断・操作に加え、過去経験、学習記憶、疾患などの要因と事故発生との関係を考察した。

### 3. 評価方法

実際の道路横断は危険を伴うことから、評価参加者は市販のヘッドマウントディスプレイ（以下、HMD）に呈示される動画を見て歩行可否判断の主観評価を行った。HMD に呈示する動画は、横断歩道がない片側 1 車線の道路を歩行者が横断するシーンを想定し、2 台の車が通過する動画を準備した。評価参加者は呈示された動画を参考に先行車が通り去った後、後続車が到達するまでに道路横断可能かを判断した。通常の道路横断はこの先、操作（歩行）が行われるが、評価中の転倒を懸念し別途測定した歩行能力の結果を判断の基準とした。

#### 3.1 歩行能力計測

10m の直線を提示し、通常歩行と速歩の所用時間を計測した。歩行は計測点の約 2m 手前から開始し、計測点に差し掛かった時点から時間を計測した。本評価における道路横断距離は 6m であることから、この 10m 歩行の結果をもとに 6m 歩行能力を算出した。

#### 3.2 呈示動画の撮影

上下左右全方位 360° を最大 5.7K(30fps)で動画撮影可能な全天球カメラ Insta360™ EVO を用い公道を走行する車両の動画を撮影した（図 2）。先行車両と後続車両の 2

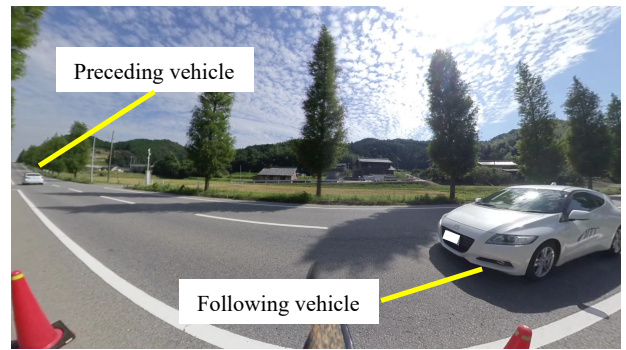


Fig. 2. Video recording scene.

台に評価者が乗車し一定車速（50km/h）で車間を保ちながら走行したものを 1 試行とした。車間を変更した動画をいくつか撮影し、呈示する動画を選定した。評価参加者の歩行能力から判断する限り、試行 1 と 5 は全参加者が余裕を持って横断可能な条件、試行 2 と 4 はほとんどの参加者が余裕を持った横断が不可能な条件、試行 3 は全参加者が横断不可能な条件とした（表 1）。通過時間はある点を基準に先行車両が通り過ぎてから後続車両が到達するまでの時間(s)を車速から算出した。

撮影した動画はメーカーが無償で提供している動画編集ソフト Insta360™ STUDIO2019 を用い、非圧縮で VR 用 HMD (Facebook 社製 OculusGo. 解像度 2560×1440pixel, リフレッシュレート 70Hz) で呈示可能なフォーマット (.mp4) に変換し呈示動画とした。

#### 3.3 評価プロトコル

評価参加者にはまず、床に貼られた白いテープ（図 3）により横断する道路のサイズ（距離 6m、幅 3m）を実空間で確認させ、HMD を装着した後 VR 中で横断する道路のサイズを確認させることで、実空間上の距離感覚と VR 中の距離感覚の差を縮めるよう促した。

次に評価者は参加者に呈示している動画をモニタしながら、参加者の視認状態に合わせて評価方法の説明を行った。参加者が評価を理解したことを確認した後、評価を行った。評価は呈示順序を固定した動画を参加者へ呈示し、主観評価の結果と内省報告を確認した。

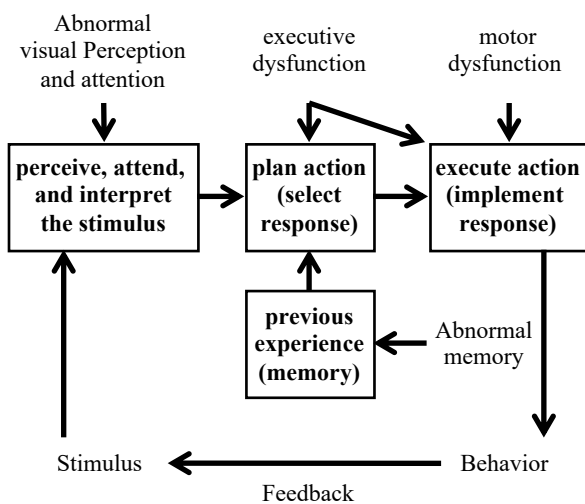


Fig. 1. Information-processing model for understanding driver error.

Table 1. Experimental conditions.

Trial	Inter-vehicle distance	Time to pass
[times]	[meter]	[second]
1	11.56	8.26
2	6.11	4.36
3	4.05	2.89
4	6.11	4.36
5	11.98	8.56

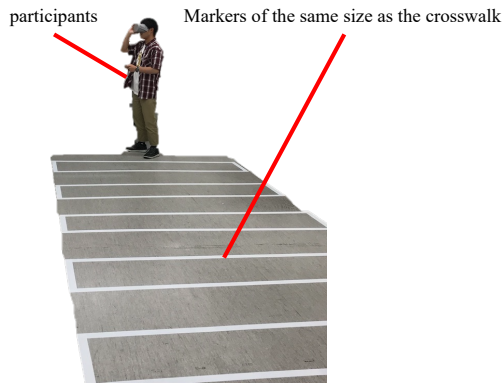


Fig. 3. Experimental environment.

#### 4. 評価結果

高齢者 28 名が評価に参加した。VR 中で横断の判断を行う道幅 6m の歩行時間の平均値は通常歩行で  $5.09 \pm 0.62$  秒、速歩で  $3.87 \pm 0.40$  秒であった。

試行 1 と 5 では共に 25 名が横断可能と判断した。残り 3 名が横断不可と回答をした理由は、事故の経験や疾病により走行車両が視認できるうちは道路の横断を行わないという内省報告であった。試行 2 と 4 では 16 名が少なくとも 1 つの試行を渡れると判断した。しかし、安全に横断可能なレベルを後続車両が到達するまでの時間 4.36 秒に 1 秒足した 4.46 秒と仮定した場合、歩行時間から判断した場合、安全に横断可能できる参加者は 2 名に限られる。試行 3 では 2 名が横断可能と判断した。しかし、歩行時間から判断した場合、横断可能な参加者は居ない。

#### 5. おわりに

本研究では、視覚的認知機能の評価、及び、身体的機能評価として歩行時間、さらに運動器症候群の判定を併用した。判定結果として、自身の歩行時間を基準とした際に安全な横断が可能な評価参加者は 6 割程度であった。また、運動器症候群の判定との相関は強くないことを確認した。実際の道路場面では慎重な判断が行われる可能性は高いが、特に試行 3 の結果に現れているように自己の身体機能を過信している評価参加者が存在する事実から、本研究が高齢者へ交通安全の注意喚起を促す活動となることが期待される。今後、評価タスク改良と解析手法の検討を進めていく。

本研究は中部大学倫理審査委員会、愛知工科大学工科大学倫理審査委員会の承認を得て実施された。

#### 謝 辞

本研究の一部は東海産業技術振興財団の研究助成による支援を得て行われた。

- (1) 内閣府:「高齢者に係る交通事故防止」,交通安全白書,平成 29 年,最終閲覧日 2019.10.14,  
[https://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/h29kou\\_haku/gaiyo/features/feature01.htm](https://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/h29kou_haku/gaiyo/features/feature01.htm)
- (2) 鈴木春男:「高齢ドライバー事故の実態と対策」,(社)日本損害保険協会 予防時報,228 号,pp.14-19,2007
- (3) 戸田香,矢澤浩成,堀文子,野田明子,長島万弓,岡川敏郎:「アンケート調査による中部大学 COC 事業とその教育効果の検討」,中部大学生命健康科学研究所紀要,Vol.15,pp.31-38,2019
- (4) 加藤伸司,下垣光,小野寺敦志,植田宏樹,老川賢三,池田一彦,小坂敦二,今井幸充,長谷川和夫:「改訂長谷川式簡易知能評価スケール(HDS-R)の作成」,老年精神医学雑誌,2 巻,11 号,pp.1339-1347,1991
- (5) 大江隆史,葛谷雅文,星野雄一,中村耕三,田中栄:「ロコモティブシンドロームのすべて」,日本医師会雑誌,第 144 巻特別号(1),2015.6
- (6) M. Rizzo, and I. L. Kellison: “Brain on the road.” ,chapter7,pp.168-208,2010
- (7) 堀川悦夫:「精神・神経疾患と運転可否判断」,認知神経科学,vol.17, No.3-4, pp.164-171, 2015
- (8) 池田学,上村直人:「臨床医のための!高齢者と認知症の自動車運転」,中外医学社,pp.3,2018



山本 雅也

2008 年 3 月中部大学大学院博士後期課程単位取得後退学。同年 4 月(株)東海理化入社。2010 年中部大学大学院博士(工学)取得。2018 年愛知工科大学工学部電子制御・ロボット工学科助教,現在に至る。眼球運動を指標としたヒトの運動制御,視線計測,人間工学の研究に従事。



矢澤 浩成

2019 年 3 月中部大学生命健康科学研究科卒業。2011 年 4 月中部大学生命健康科学部理学療法学科講師,現在に至る。地域理学療法学的研究に従事。



戸田 香

1988 年 3 月名古屋大学医療技術短期大学部理学療法学科卒業。2008 年 9 月医学博士学位取得。2009 年中部大学生命健康科学部准教授,現在に至る。体性感覚の加齢変化の研究に従事。