

令和 4 年 6 月 1 日現在

機関番号：34517

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K20331

研究課題名（和文）歩行支援のための視野狭窄時視覚機能可視化システムの開発

研究課題名（英文）Development of visual function visualization system during narrowed visual field for walking support

研究代表者

榎並 直子（Enami, Naoko）

武庫川女子大学・生活環境学部・講師

研究者番号：80628925

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：スマートフォンなどのIoTデバイスを歩行中に利用し、有効視野が狭窄することで重大事故を誘発する「ながら歩き」が社会問題となっている。さらに、高齢化にともない疾患による視野狭窄者も増加している。申請研究では、安全な歩行を支援する仕組みを構築するため、2つに取り組んだ。2019年度は、視野狭窄時の歩行と視覚機能の働きを明らかにするため、大規模VR装置を用いた被験者実験を行った。2020年度は、産休取得のため、研究を中断した。2021年度は被験者の空間把握機能を可視化するため、実験結果に対してX²乗検定を用いて比較し直立時、歩行時ともに課題を行っている結果に対して、有意な差あることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

IoT時代が到来するといわれる現代において、情報提示をどのように行うかは重要な課題である。画面を見る必要のあるデバイスを利用する場合、周囲に対する注意が低下することは自明ではあるが、その注意がどのように低下するのか、またどのような危険性があるのかは明らかではない。本研究はそれらを明らかにする最初の事例となる。さらに、既存の歩きスマホを対象とした歩行機能や知覚機能を計測するシステムは足元知覚を考慮していない。これは、足元や任意の場所に知覚対象を提示することが困難であったためである。本研究では国内外でも類を見ない大規模な没入型VR装置を用いることで、歩行中の足元への仮想刺激の提示を実現する。

研究成果の概要（英文）：Walking while using a smartphone narrows the field of vision, causing a serious accident. In addition, the number of people with narrowed visual field due to diseases is increasing with the aging of the population.

In this study, we worked on two things to build a mechanism to support safe walking. In 2019, we conducted a subject experiment using a large-scale VR device to clarify the functions of walking and visual function when the visual field is narrowed. In 2020, the research was suspended due to taking maternity leave. In 2021, in order to visualize the spatial grasping function of the subjects, it was clarified that there was a significant difference between walking and normal times while comparing the experimental results using the X-square test.

研究分野：画像認識

キーワード：視野狭窄 歩行実験 ながら歩き

1. 研究開始当初の背景

モノのインターネット IoT への期待が高まる中、スマートフォンなどの IoT デバイスを歩行中に利用する「ながら歩き」が増加し、社会問題となっている。また、デジタルサイネージや AR や VR など歩行者に対して何らかの情報提示を行う状況は増加している。そのようなながら歩きでは画面を注視し操作を行うため、有効視野が狭窄し周囲や足元への注意が低下する。その結果、駅のホームからの落下や車道への飛び出しといった重大事故を引き起こす。また、有効視野が狭窄するのはながら歩きだけが原因ではない。緑内障や網膜疾患などの疾患により視野狭窄が生じる。高齢化の進む現代において、視野狭窄疾患を抱える視覚障害者の数は増加傾向にある。現在、階段などにながら歩きに対する注意喚起の表示があるが、足元や周囲への注意が低下している状態ではそれらの注意喚起や誘導が認識されにくく、問題解決に至っていない。また、視覚障害者や通常の歩行者に対しても点字ブロックや音声ガイダンスで段差などに対する注意喚起や誘導が行われているが、転落事故は減少していない。海外では道路を横断中のながら歩きを法律で禁止する動きもあるが、危険は道路横断中のみに限定されない。しかしながら、IoT の発展と共に歩行者への情報提示のニーズの増加が予想されるため、ながら歩きを一律に法律のみで規制するのは限界がある。さらに、超高齢化社会となる現代では交通弱者となる視野狭窄患者への歩行支援は重要な課題である。視野狭窄状態の歩行者に対して効果的な注意喚起や誘導を行うためには、2つの問題を解決する必要がある。1つ目が、視野狭窄が生じているときの視覚機能の働きが明らかではない点である。どこを注視しているかを計測する視線計測機は存在する。また、着席時の視野の範囲を計測する方法もあるが、歩行中の視覚機能を外部から正確に計測する方法は存在しない。ながら歩きや疾患により視野狭窄が起きている時の視覚機能の働きが不明なため、どこにどのような方法で注意喚起や誘導を表示すればよいのか明らかではない。2つめが、視野狭窄がどのように歩行動作に影響しているのか明らかではない点である。視野狭窄により歩行がどのように変化しているのか、どのような危険が生じているのかが明らかでなければ、有効な注意喚起や誘導が行えない。例えば、段差や階段の位置を知らせる誘導が多いが、その他にどのような情報が安全な歩行の支援につながるのかが明らかではない。認知心理学や医学の観点から、周辺視野と歩行の関係が重要であることは多くの研究からも示されている。視野制限ゴーグルを装着した歩行実験では、偏心度 10 度より視野が狭くなると、歩行速度が急激に低下することや、下視野制限によって階段の下り歩行が困難になることが明らかになっている。さらに、実際にスマホを用いた研究では、画面注視時よりメール作成時の方が、対象に気づく周辺視野の範囲が狭くなることが示されている。しかし、工学的なアプローチによって実際にそれらの知見を計測・可視化し、歩行支援を行う試みは存在しない。

2. 研究の目的

利便性を損なわずにながら歩きを規制し、視野狭窄疾患の歩行支援を行うには、ながら歩きや視覚障害が原因で有効視野が狭窄している状態でも、認識可能な効果的な注意喚起や誘導方法が必要となる。そこで、申請研究では視野狭窄者の歩行支援を目的とし次の 3 つの課題に取り組む。はじめに没入型バーチャルリアリティ(以下、VR)により歩行環境のイメージングを行い、歩行時の視覚機能のさまざまな働きを計測する。次にカメラなどの非接触センサーにより視野狭窄が歩行にどのような影響を与えるのかを可視化する。最後に視覚機能の働きに考慮した歩行支援の検討を VR によって検証する。本研究は「計測」、「可視化」、「検証」のフェーズに対応する。可視化は一般に「見れば誰でもわかること」と解されがちである。これに対し本研究は、「ながら歩き」などの視野狭窄状態を対象とすることにより、可視化の有効性が及ぶ範囲を広げることにより意義を有する。歩行中の知覚機能を明らかにするだけでなく、社会問題となっているながら歩きの問題に拡張することで問題の可視化と検証を行い、その危険性を明らかにする。

3. 研究の方法

【課題 1】没入型バーチャルリアリティによる歩行環境のイメージングを行う。本研究で用いる没入型 VR 装置の -CAVE は、最長辺が 7.8m あり、装置内で観察者が歩行できる。また、天井に 2 か所、壁面に 3 か所の投影機がある。この装置を用いて、歩行中の観察者の足元や進行方向、移動に合わせて映像を提示するシステムを構築する(図 1 参照)。本 VR 実験においては、足元知覚だけではなく、段差や他の通行人などの三次元の障害物に対する知覚機能についても明らかにする必要がある。本 VR 装置は立体視が可能であるため通行人を模した立体的な動く障害物や段差を投影することで、観察者の空間把握機能も計測することが可能となる。

次に、ながら歩きの認知負荷を再現するために、観察者に行わせる計算課題などのスマホアプリを開発する。以上により、歩行時の知覚機能を計測する VR システムの構築を行う。

【課題 2】眼科学的視覚機能検査と歩行機能計測の対応と歩行機能の可視化

眼科の検査室では、観察者が立位や座位で体を静止した状態で 2 次元の図形を刺激として提示し視力や視野を計測している。これに対し、課題 1 により構築した歩行環境 VR システムによって、視野狭窄状態で歩行している観察者の移動に応じて足元や周辺に映像を提示して、対象を知覚可能な視野を偏心度ごとに測定することで見え方を調べ、視覚機能と歩行機能の関係を計測する。さらに 3 次元の刺激を提示によって空間把握機能の計測も可能となる。具体的には静的視

野計測法を用いて、視線の中心部から垂直水平傾斜方向に偏心度 20 度ずつランダムに変化させた位置に、視角 10 度の光点を 0.5 秒間瞬間提示する。観察者は、光点が知覚できた場合、その方位を応答する。この正答率を偏心度と方位ごとに算出し、知覚可能な視野範囲を決定する。直立条件・歩行条件・スマホ注視条件・認知負荷条件、外界対象の静止条件と移動条件においてこの視対象の検出実験を行い、歩行者が視野のどの範囲まで認識できているかを偏心度と視方向ごとに示す。さらに、正答率を用いて各要因による分散分析を行い、有意差検定の結果を踏まえて、各条件による視野の差異を検討する。

4. 研究成果

2019 年度は、視野狭窄時の歩行と視覚機能の働きを明らかにするための、大規模 VR 装置を用いた被験者実験について研究を行った。実施した研究内容を以下に述べる。

a) 大規模 VR 装置を用いて被験者の歩行開始に合わせて二本の円柱をランダムな位置に三次元刺激として提示し、その間を通過する歩行実験をおこなった。仮想刺激の円柱に被験者の体が触れたかを赤外線カメラによって取得した被験者の位置と肩幅により判定する。円柱間の距離を正確に把握できるかを計測することで被験者の空間把握機能を計測するものである。評価実験により、スマートフォンで課題を与えられたながら歩き中の被験者においては、ながら歩きをしていない被験者と比較して空間把握機能に有意な差異がみられた。

2021 年度は、2019 年度に実施した被験者実験をもとに、(2) 視野狭窄が歩行動作に与える影響を可視化する方法と(3) 人の視覚機能の働きを考慮した安全な歩行支援について検討した。

(2) では、被験者の空間把握機能の結果に対して被験者に対してスマートフォンの操作を伴う課題をかした状態での歩行時と、直立時。課題のない状態での歩行時と直立時でのながら歩き時と通常の歩行時とで空間把握結果を χ^2 乗検定を用いて比較した。その結果、直立時、歩行時ともに課題を行っている結果に対して、有意な差が見られた。本来であれば、課題を変更し、視野のどの部分に影響が大きいのか、提示刺激などを変更し、追加実験を行う予定であったが、コロナ禍のため、被験者を用いた追加実験を行うことはできなかった。

(3) では、現在までの結果において、視野の周辺部ほど刺激の検出や形態知覚が困難になることが示された。そのため、さらに追加実験を行い、有効視野を計測できるシステムの開発を検討し、情報の提示を検討する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------