

様 式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

科学研究費助成事業

研究成果報告書



平成 30 年 6 月 10 日現在

機関番号：32657

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01481

研究課題名(和文)高齢者歩行支援情報の抽出を目的とした接近する携帯端末利用者への反応の工学的解析

研究課題名(英文) Analysis of walker's reaction to mobile terminal user approaching and extraction of necessary information to support elderly's walking

研究代表者

川澄 正史 (Kawasumi, Masashi)

東京電機大学・来科学部・教授

研究者番号：40177689

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000 円

研究成果の概要(和文)：本研究では、携帯端末利用者の周囲への注意度評価、姿勢制御・歩行等の解析を行った。また、歩きスマホが障害物に遭遇した際の反応・挙動を計測・解析した。携帯端末利用時には歩行速度低下、周囲障害物への接触回数増加が顕著であった。携帯端末の画面サイズやコンテンツをパラメータとして変え、画面注視の際に周辺への注意が低下する状況を分析した。高齢者が向かってくる歩行スマホに向かい合った際取る退避行動の危険性につき調べるため、膝関節の可動制限などにより歩行機能低下状態を作り健常者により実験した。

研究成果の概要(英文)：In this study, the attention of the mobile terminal user to the neighborhood, the characteristics of the posture control and the walk are investigated. The reaction and the behavior when a walker faced to a approaching mobile terminal user were measured and analyzed. When a walker used an email, the walking speed decreased, and the contact number of times to neighborhood obstacle increased. Screen size and the contents of the mobile terminal were chosen as parameters in the experiment. The situation that the attention to the outskirts decreased in the case of the screen gaze are observed. A pseudowalk functional decline state was made in the experiment by the movable limits of the knee joint, to investigate an evacuation action to take when the aged walker faced to a approaching mobile terminal user.

研究分野：情報メディア学

キーワード：健康・福祉工学

### 1. 研究開始当初の背景

歩行中や人混み中での携帯端末利用者（以下、利用者という）が利用者自身と周囲への安全に影響を及ぼすことは広く認識されつつあり、自治体等の対策方法として端末利用の制限、または端末が自動的に発する利用者への警告などが検討されている。しかし、利用者の危険意識は薄いままであり、利用者とすれ違う側が自衛のために注意を払い危険回避せねばならない状況である。高齢者の転倒が社会的問題となり転倒予防事業が展開されるのに逆行して、移動しながらの携帯端末利用（所謂歩きスマホ）の増加により高齢者等の歩行環境は悪化している。歩行弱者が外出時にストレスを受ける状況は改善されていない。

利用者側：利用者の啓発には事故事例紹介や説明機会増が重要であるが、感覚的に危険とは認識するものの危険度の指標がないため啓発効果が上がらない状況である。利用制限実施には危険となる科学的根拠が必要となるが、利用者が周囲へ払う注意度低下の計測評価方法、および周囲の歩行者等が被る生理学的影響の計測評価方法は確立されていないため、利用制限実施の説得力が不足している。

高齢者側：散策時の歩行アンケート調査等により環境評価は実施されるが心理学的評価に留まる。利用者に接近した際、実際の歩行様態がどう変わるか、転倒可能性がどの程度増すかという科学的評価が、足圧等計測評価技術の工学的研究が不足している理由で進展していない。

歩きスマホの事故の要因として、携帯端末への意識集中、画面注視による視野制限、歩行に対する意識の低下が推測される。この結果、歩行様態が通常と異なり、斜め歩行や蛇行歩行に繋がり事故を引き起こしている可能性がある。これらは歩行中の足底荷重の位置の変化や強弱などによって表すことができる。視野に着目して歩きスマホ時の障害物に対する反応差を測定して検討する試みもみられる。しかし歩行に対しての検討が少なく、歩行を分析する必要がある。

### 2. 研究の目的

本研究では、歩行支援に有用な情報整理を目的とし、携帯端末利用者の周囲への注意度評価、姿勢制御・歩行等の解析を行う。また、歩きスマホの障害物回避行動における反応・挙動を計測・解析する。

### 3. 研究の方法

#### (1) 歩きスマホ時の障害物に対する反応差

##### 視野制限、動作制限の影響

身体機能の差および障害物の大きさの違いによる、歩きスマホ時の障害物への反応差を調べるための実験を行った。20mの歩行路に障害物を設置し、端末課題の有無による歩行状況を観察した。さらに、高齢者の周辺視

野の狭窄の疑似を目的とした視野制限眼鏡、膝の不自由さと動作・反応低下の疑似を目的とした高齢者疑似体験セット(膝サポータ・足首おもり)を用い、視野および下肢の制限下において、同様に歩行状況を観察した。インソール型の足圧分布計測器にて歩行解析を行った。



図1 視野制限眼鏡



図2 高齢者疑似体験

#### (2) 携帯端末利用の周囲注意に対する影響

携帯端末の画面サイズやコンテンツをパラメータとして変え、画面を注視した際に周辺への注意が低下する状況を分析した。注視画面の周囲を囲むよう前方の大スクリーンに反応ターゲットを設定し、このターゲットへの注意に及ぼす影響を分析した。視野範囲、反応時間等により注意度について検討した。

スクリーンに表示したターゲットに気づく反応時間と気づかず見逃した回数を計測した。刺激対象は1試行につき注視点ごとに2回呈示した。反応時間は、刺激対象が呈示されてから注視するまでの時間とし、見逃しは呈示後2秒以内に刺激対象の注視を行わなかった場合とした。

端末利用時の有効視野の計測を行った。被験者には、端末課題を行わせ、その際に前方のスクリーン内の各位置に一つずつ表示されるターゲットの位置を識別させた。正答率が50%以上になった範囲を有効視野とした。

#### (3) 歩きスマホ時の足底圧の特徴

予備実験において、端末課題時には左右足指部付け根の圧力が低下する傾向が見られ、特に文章入力においては文章を考え、入力する行為の影響が大きく、低下が顕著であった。文章入力操作は歩行の意識を低下させることから、3種類の文章を用意し、文章入力時の歩行と足底圧を自由歩行時と一定速度時の2通り歩行において計測した。文章1は文章入力のみ意識を持たせ、歩行への意識を低下させる内容、文章2は文章入力と歩きスマホを同時に行っているという意識を持たせて文章入力と歩行のそれぞれに意識を持たせる内容、文章3は歩きスマホは危険であるという意識を持たせ、歩行にのみ意識させ、文章入力への意識を低下させる内容とした。

#### (4) 歩きスマホ時の回避特性

歩きスマホ（歩行者）が障害物や人に接近した際に取る障害物回避の反応は通常の歩

行者が取る回避の反応と異なり、この違いは足底圧の違いとして現れ、歩行特性が変化することで接触事故の原因となるのではないかと考え、通常歩行条件と歩きスマホ条件の回避行動に着目した比較調査を行った。図3のインソール型足圧分布計測器を用い、15mの歩行路に障害物を設置した。障害物の手前1.5mおよび1mの床面にマーカを貼り、歩きスマホ（歩行者）がこの地点まで近付いた時に回避行動を取らせることとした。これはゆるやかな回避行動と、直前に接近してからの急な回避行動を想定している。端末課題は文章入力操作とした。マーカ地点で向きを変える際の踏み込みの力を調べるべく、足底全体、足指部、踵部の圧力を調べた。

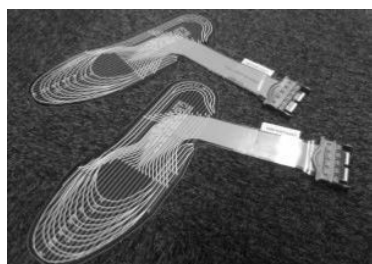


図3 インソール型足圧分布計測器

#### 4. 研究成果

##### (1) 歩きスマホ時の障害物に対する反応差・視野制限、動作制限の影響

いずれの条件下においても歩行速度低下、周囲障害物への接触回数増加がみられた。特に、メール使用時（端末課題）には歩行速度低下、および周囲障害物への接触回数の増加が顕著であり、歩行面から15cm以下にある障害物、および胸の高さの障害物への接触回数が増加した。

足底圧力に着目し、歩きスマホ歩行と通常歩行との違いを調べるための実験とそれぞれの解析を行った。端末課題を付した場合には足指部付け根の圧力が低下する傾向が見られた。歩きスマホでは、歩行中の蹴り出しと歩行速度が低下した。

##### (2) 携帯端末利用の周囲注意に対する影響

端末画面が大きくなるほど、反応時間が遅くなる有意な差が認められた。見逃し回数にも同様の傾向が見られた。

画面サイズ9.7inchにおいてスクリーン各位置での識別正答率が50%を下回った。大画面サイズは周囲への注意に必要な前方の有効視野を遮り、小画面は有効視野を狭めることがわかった。

いずれの実験においても、端末を利用することで注意レベルの低下が見られた。これまで携帯端末作業を行っていても周辺視で障害物を捉えることで回避は可能という意見があった。しかし、反応時間に差が現れたり、見逃しが起こることから非注意性盲目状態が起き、注意の移動（注意をすでに向けた場所から引き剥がす）動作が携帯端末への集中によって行なわれにくくなる可能性が示唆

された。また、画面が大きいと周囲への注意に必要な前方の有効視野を遮ること、および焦点を合わせる対象が小さいと有効視野を狭めることがわかった。

##### (3) 歩きスマホ時の足底圧の特徴

自由歩行時、一定速度時において左右足指、踵ともに、全ての文章入力時に、足底圧力が低下する傾向が見られた。一定速度時の結果を表1に示す。左右足指、踵ともに文章入力における有意差が認められた。実験映像からは全ての文章入力操作において通常歩行と比較し、蛇行歩行や斜め歩行など、歩行様態に変化が見られた。

文章入力操作時の歩きスマホは左右足指、踵の足底圧力を低下させ、歩行様態を変化させることが示唆された。足底圧力が低下し、つま先が内側を向き踵接地が正しく行われないと、蹴り出しの方向が影響され、蛇行歩行や斜め歩行になり、階段の踏み外しや障害物への接触など、事故や怪我につながると考えられる。

表1 文章入力時の足底圧力[kg]  
(左右足指、踵)

	通常歩行	文章入力1	文章入力2	文章入力3
右足指	14.4 <sup>A</sup> ±4.19	7.95 <sup>B</sup> ±4.42	11.0 ±7.51	11.2 ±6.49
左足指	14.2 <sup>C</sup> ±2.28	10.4 <sup>D</sup> ±3.64	13.2 ±5.46	11.9 ±14.2
右踵	60.3 <sup>E</sup> ±8.31	45.9 ±6.52	44.3 <sup>F</sup> ±8.53	51.6 ±8.85
左踵	52.3 <sup>G</sup> ±10.6	45.1 ±5.23	44.4 ±7.81	43.0 <sup>H</sup> ±8.41

A-B, C-D, E-F, G-H 間に有意差あり (p<0.05)

##### (4) 歩きスマホ時の回避特性

直前に接近してからの急な回避行動においては、ゆるやかな回避行動に比較して足指部の圧力は増加する結果となった。歩きスマホによって障害物の認識が遅れ、回避行動も遅くなった結果急な回避を試みた結果なのではないかと考えられる。一方、踵部の足底圧は増加する傾向にあった。障害物との距離が近く慌てる結果、正常な踏み込みと蹴り出しが行えず踵に力が集中する形での回避となったと考えられる。

障害物回避時の歩行を足底圧の観点から計測・考察した結果、障害物との距離により異なる傾向がみられたものの、いずれの距離でも歩きスマホ条件では通常歩行条件と有意に異なる足底圧の特徴がみられた。回避後のふらつきや障害物との接触に影響を与えるのかと考えられる。歩きスマホの特徴が障害物回避時の踏み込みで評価できることが示唆された。

#### 5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計17件)

萩原広太, 三田隆広, 川澄正史: スマートフォン操作時の歩行特徴に関する研究, 日本人間工学会第59回大会, 2018年6月2日から3日, 宮城学院女子大学(宮城県・

仙台市)

三田隆広, 山下和彦, 小山裕徳, 川澄正史: MTP 関節可動域計測装置を用いた歩行中の関節可動性評価, 第 57 回日本生体医工学会大会, 2018 年 6 月 19 日から 21 日, 札幌コンベンションセンター, (北海道・札幌市)

萩原広太, 三田隆広, 小山裕徳, 川澄正史: スマートフォン操作時の回避特性の調査, 日本人間工学会関東支部大会, 2017 年 12 月 16 日から 17 日, (千葉県・船橋市)

檜山尚輝, 益田星汰, 川澄正史, 小山裕徳: 歩きスマホの事故防止を目的とした前方監視アプリの開発, 日本人間工学会関東支部大会, 2017 年 12 月 16 日から 17 日, (千葉県・船橋市)

三田隆広, 川澄正史: 足部 MP 関節可動域計測装置と足底圧計測装置を用いた歩行特性の評価, 電気学会電子・情報・システム部門大会, 2017 年 9 月 6 日から 9 日, (香川県・高松市)

三田隆広, 山下和彦, 小山裕徳, 川澄正史: 成人健常者における膝関節制限が歩行特性に与える影響, 第 56 回日本生体医工学会大会, 2017 年 5 月 3 日から 5 日, (宮城県・仙台市)

三田隆広, 佐藤雅也, 小山裕徳, 川澄正史: 歩行特徴抽出のための足部動作計測方法に関する研究, 電子情報通信学会 総合大会, 2017 年 3 月 22 日から 25 日, 名城大学 (愛知県・名古屋市)

佐藤雅也, 小山裕徳, 川澄正史: スマートフォン利用者のための接触事故回避システム, ライフサポート学会 フロンティア講演会, 2017 年 3 月 10 日から 11 日, 芝浦工業大学 (東京都・江東区)

三田隆広, 山下和彦, 小山裕徳, 川澄正史: 歩行時における足部 MP 関節可動域計測装置の開発, 日本生体医工学会大会, 2016 年 4 月 26 日から 28 日, 富山大学 (富山県・富山市)

三田隆広, 山下和彦, 小山裕徳, 川澄正史: 足部 MP 関節可動域計測装置を用いた歩行特性の評価, LIFE2016, 2016 年 9 月 4 日から 6 日, 東北大学 (宮城県・仙台市)

三田隆広, 川澄正史: 足部 MP 関節可動域計測装置の開発に関する研究, バイオフィリアリハビリテーション学会, 2016 年 10 月 29 日から 29 日, ウイング高岡 (富山県・高岡市)

佐藤雅也, 三田隆広, 小山裕徳, 川澄正史: 歩きスマホ時の接触事故回避のための支援方法(警告表示), LIFE2016, 2016 年 9 月 4 日から 6 日, 東北大学 (宮城県・仙台市)

三田隆広, 佐藤雅也, 大貫誠, 小山裕徳, 川澄正史: 携帯端末利用者の歩行特徴に関する研究 - 足圧分布計を用いた解析 -, 電子情報通信学会 総合大会, 2016 年 3 月 15 日から 18 日, 九州大学 (福岡県・福岡市)

佐藤雅也, 小山裕徳, 川澄正史: 超音波センサを用いたスマホと他のものとの接近検知に関する研究, 電子情報通信学会 総合大会, 2016 年 3 月 15 日から 18 日, 九州大学 (福岡県・福岡市)

三田隆広, 山下和彦, 小山裕徳, 川澄正史: 歩行解析のための前足部関節可動域計測装置に関する研究, ライフサポート学会 フロンティア講演会, 2016 年 3 月 8 日から 9 日, 東京工科大学 (東京都・八王子市)

大貫誠, 三田隆広, 小山裕徳, 川澄正史: 足圧分布計を用いた歩きスマホの歩行解析, 日本人間工学会 関東支部大会, 2015 年 12 月 12 日から 13 日, 東京電機大学 (埼玉県・比企郡)

三田隆広, 山下和彦, 小山裕徳, 川澄正史: 前足部関節可動域と足圧分布を用いたバランス機能評価, LIFE2015, 2015 年 9 月 7 日から 9 日, 九州産業大学 (福岡県・福岡市)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

川澄 正史 (KAWASUMI, Masashi)  
東京電機大学・未来科学部・教授  
研究者番号: 4 0 1 7 7 6 8 9

### (2) 連携研究者

大矢 哲也 (OHYA, Tetsuya)  
日本医療科学大学・保健医療学部・講師  
研究者番号: 6 0 5 1 4 2 4 7