

携帯電話使用が歩行回避行動に及ぼす影響

Study on the effect of the use of cellular phone on walking avoidance behavior

学籍番号 36743
 氏名 松永 文彦 (Matsunaga, Fumihiko)
 指導教官 佐久間 哲哉 助教授

1. 研究の背景・目的

今日、街路空間での携帯電話使用が日常的になってきているが、歩行中の使用は周囲への注意力低下を招き、他者との衝突や通行を妨害する原因となるなど、歩行行動に少なからず影響を与えていると考えられる。公共の場における歩行空間計画には、個人の行動を基本とした群集流動を予測できることが重要となるが、群集流動シミュレーションにおける歩行者モデルのパラメーターは実測に基づいた値が少ない。また、歩行行動に関する既往研究では、路上人物などの障害物に対する回避行動について、回避の開始点と障害物の距離との関係性が検討されてきているが[1]、携帯電話使用時の歩行行動に関するものは少ない。本研究では歩行中の携帯電話での通話やメール作成行為が回避行動に及ぼす影響について、歩行軌跡・歩行速度による比較を通して検討する。

2. 実験概要

2.1 実験方法 建物内部の廊下に図 1 に示すような計測区間を含む歩行ルートを設定し被験者実験を行った。歩行条件は「非通話」「通話」「メール」の 3 条件、歩行パターンは表 1 に示すような 6 パターンである。

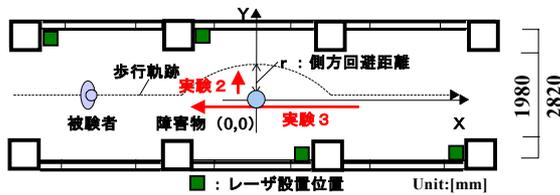


図 1 計測区間平面

表 1 歩行パターン

パターン	A	B	C	D	E	F
歩行順 1	非通話	非通話	通話	通話	メール	メール
歩行順 2	通話	メール	非通話	メール	非通話	通話
歩行順 3	メール	通話	メール	非通話	通話	非通話

計測区間内の廊下中央で被験者が障害物

(人)を通過する際の歩行行動についてビデオ録画を行うとともに、床に設置した 4 台のレーザーセンサ(SICK LMS200)で被験者の両足位置を同期計測する(サンプリング周波数 20Hz) [2]。計測区間は、障害物を通過する地点の前方 15m から後方 10m までとする。

2.2 実験構成 実験は以下の 3 種類行った(表 2)。実験 1 では、静止した障害物に対する反応の違いおよび回避行動の遅れについて検討、確認した。その上で実験 2,3 では、瞬時の動きに対する判断、すれ違い時の回避行動への影響を検討した。実験の統制条件を表 2 に示す。被験者は 20 代男女とした。

表 2 実験の統制条件

	障害物	被験者
実験 1	有り/無し (進行方向に対して右向きに静止)	11名
実験 2	静止→1歩後退 (被験者が3m地点に来たら動き出す)	17名
実験 3	すれ違い (障害物は左手で携帯電話使用)	17名

3. 分析方法

レーザー計測で求められた歩行時の重心位置の軌跡を歩行軌跡とし、ビデオ映像から被験者のものと確認できた軌跡を分析対象とする。一般に、歩行軌跡は細かい振動成分を含んでいることから、2 足歩行特有の左右の揺れ(約 1 秒周期)を取り除くために 1 秒間の移動平均処理を行う。また、図 1 に示すように x, y 座標系の原点を障害物の設置位置(実験 3 では障害物とすれ違い地点)にとり、廊下に平行な軸を x 軸(進行方向側を正)、直交する軸を y 軸(進行方向の左手側を正)とする。以下では歩行軌跡と y 軸との交点の値を側方回避距離と呼ぶこととする。

4. 結果・考察

各実験で障害物を回避する方向が異なっていた。歩行条件別に被験者数を表 3 に示す。

表 3 被験者の回避方向

		非通話	通話	メール
実験 1	後方	11	11	11
	前方	0	0	0
実験 2	後方	8	6	9
	前方	9	11	8
実験 3	後方	11	6	5
	前方	6	11	12

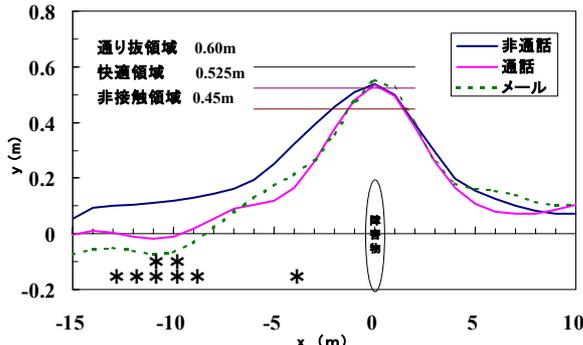


図2 平均歩行軌跡（障害物有り） *1%有意 **5%有意

4.1 実験1 静止した障害物の回避

4.1.1 歩行軌跡 歩行条件別の軌跡の被験者平均および1m毎に歩行条件と被験者を要因として行った分散分析結果を図2に示す。「非通話」と比較すると、「通話」「メール」に前方の障害物に対する回避行動の遅れが見られる。個々の被験者の軌跡では「メール」に障害物直前で回避行動を開始した軌跡が比較的多く見られた。また、分散分析の結果、障害物前方10m付近で各歩行条件間に有意差が見られた。この回避行動の遅れは、携帯電話使用による音声の聴取・発声・画面の注視や入力操作への意識の集中に起因するものと考えられる。

一方、側方回避距離は3条件とも快速領域[3]を超えており、殆ど差が見られない。また、障害物通過直後の軌跡についても3条件の違いは少ない。これには、廊下幅の制約がある程度影響しているものと思われる。

4.1.2 歩行速度

1) 進行方向速度 (V_x) 各条件下における進行方向全区間の平均歩行速度と標準偏差を図3に示す。歩行条件と被験者を要因とした分散分析の結果、障害物の有無によらず各歩行条件間に有意差が見られた。平均歩行速度は障害物が無い場合、「通話」の方が遅く、障害物がある場合、「非通話」「通話」(非通話の89%)「メール」(83%)の順に遅くなっている。図4は1m区間毎の歩行速度を示しているが、図3の結果と対応し、障害物の前後に関わらず全区間でほぼ一定である。

2) 側方向速度 (V_y) 1m区間毎のy方向の歩行速度を図5に示す。「非通話」は徐々に速度を上げて回避行動をしているのに対して、「通話」「メール」は障害物前方4m以内で急な速度上昇が見られる。これは障害物直前で大きく方向転換したことに相当する。次に、障害物に近接する側方向への加速区間において図6に示

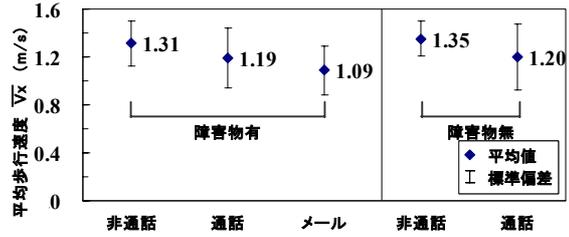


図3 全区間平均歩行速度

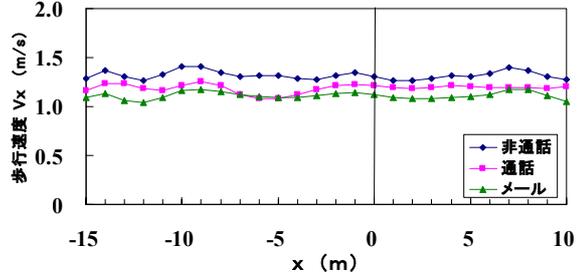


図4 進行方向歩行速度（障害物有り）

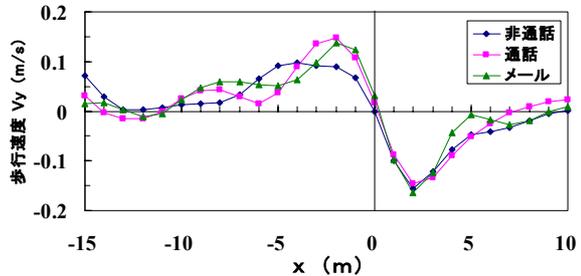


図5 側方向歩行速度（障害物有り）

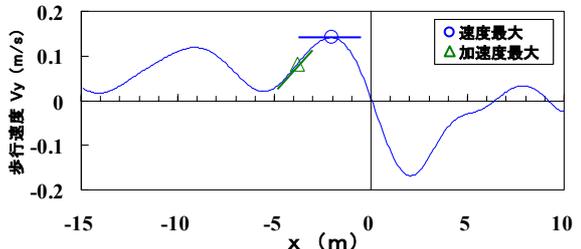


図6 側方向速度・加速度が最大となる地点（メール）

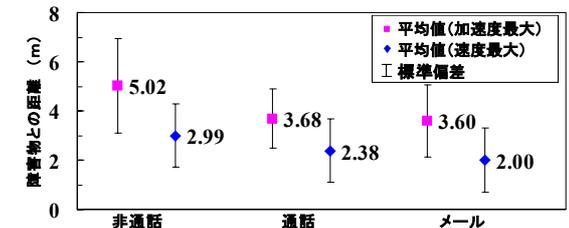


図7 側方向速度・加速度最大地点と障害物との距離

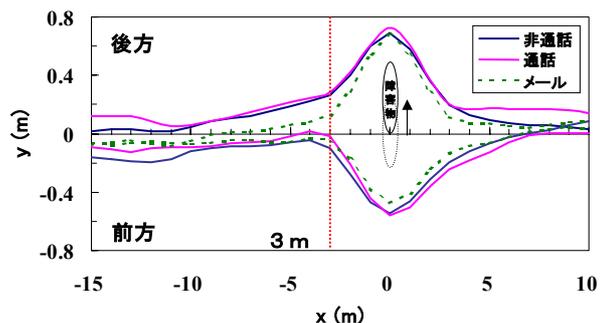


図8 平均歩行軌跡（1歩後退）

すように速度および加速度が最大となる地点を求めた。速度最大地点および加速度最大地点と障害物との距離の平均値と標準偏差を図7に示す。速度最大地点は「非通話」「通話」(80%)「メール」(67%)の順に距離が小さくなる。加速度最大地点は「非通話」と比べて「通話」(73%)「メール」(72%)の場合に距離が小さい。

上記の結果から携帯電話使用時は、回避行動が遅れることが定量的に示された。

4.2 実験2 直前で動く障害物の回避

4.2.1 歩行軌跡 歩行条件別の軌跡の被験者平均を前方・後方別に図8に示す。障害物後方を通過した被験者の「メール」に回避行動の遅れが見られる。これは携帯電話の操作に集中したことによる判断の遅れであると考えられる。

4.2.2 歩行速度

1) 進行方向速度 (Vx) 進行方向全区間の平均歩行速度と標準偏差を図9に示す。前方回避・後方回避によらず「非通話」に比べ「通話」(前方88%,後方86%)「メール」(前方86%,後方87%)で小さくなっている。1m区間毎の歩行速度は全区間でほぼ一定であった。

2) 側方向速度 (Vy) 速度は歩行条件間および前後で差が見られない。一例として1m区間毎のy方向の歩行速度を図10に示す。

4.2.3 判別分析 (回避方向による分類)

判別分析は多変量解析の一つであり、ある観測対象が所属するグループを予測するための手法である。ここでは通過位置の前後を目的変数とし、3m地点のy座標、Vyを説明変数として判別分析を行った結果を図12に示す。直線の傾きが大きいほどVyの影響を受けており、「非通話」と比較して「通話」でVyの影響が大きいことが分かる。このことは、障害物の後方側を歩行していても、側方向のふらつきによって惰性で前方を通過してしまうというを示唆している。被験者個々の軌跡(図13)を見ても3m地点から進路変更した被験者が多く見られ、判別分析の結果と対応している。以上の結果より「通話」の直前での判断は、側方向速度によって決められる傾向があることが明らかになった。

4.3 実験3 すれ違い時の回避

比較のため進行方向に対して障害物の左側を通過したものを「後方」とする。

4.3.1 歩行軌跡 歩行条件別の軌跡の被験者平均を前後別に図14に示す。前方に回避する場合、15m地点で少し右側に寄っており、あ

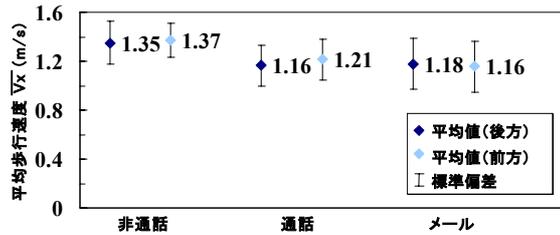


図9 全区間平均歩行速度

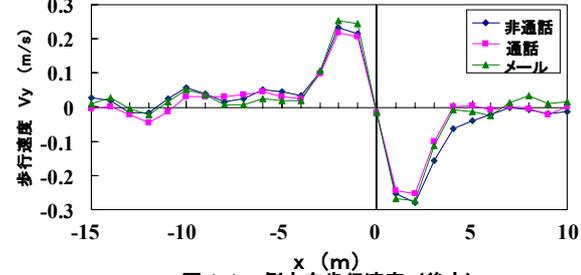


図11 側方向歩行速度 (後方)

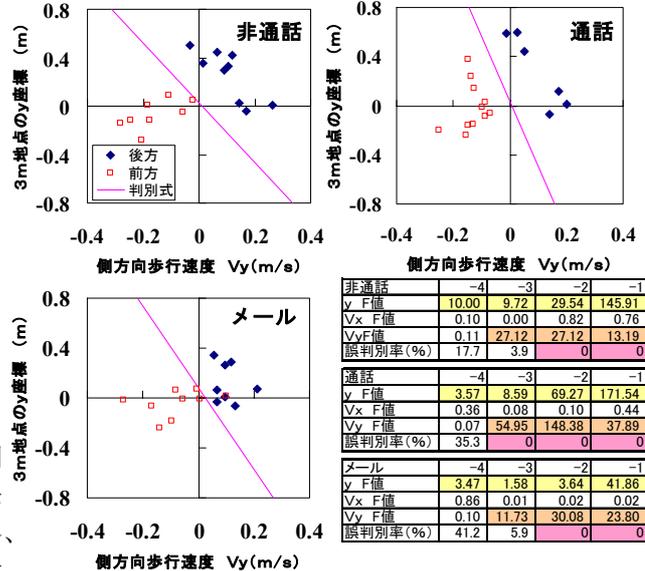


図12 判別分析結果

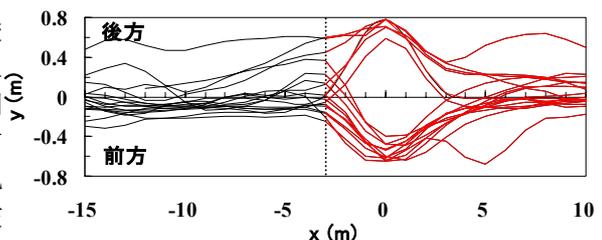


図13 歩行軌跡 通話 (1歩後退)

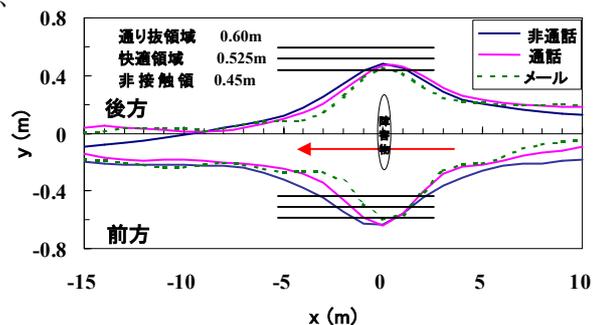


図14 平均歩行軌跡 (すれ違い)

らかじめ回避する方向を歩行する傾向が見られる。また、「非通話」と比較すると前後とも「通話」「メール」に回避行動の遅れが見られる。これは、携帯電話使用による注意力低下が対向者との位置判断に影響を及ぼしたためだと考えられる。側方回避距離は前後とも快適領域を越えており、すれ違い時の回避行動においても不快でない領域まで離れて通過することが確認された。

4.3.2 歩行速度

1) 進行方向速度 (V_x) 各条件下における進行方向全区間の平均歩行速度と標準偏差を図 15 に示す。障害物の前方回避・後方回避によらず「非通話」「通話」(後方では非通話の 93%, 前方 85%)「メール」(後方 89%, 前方 79%)の順になっており各歩行条件で前方を通過する際の速度が遅くなっている。また、後方を図 3 と比較すると動的な障害物を回避する際は歩行速度が大きくなっている。

2) 側方向速度 (V_y) 1m 区間毎の y 方向の歩行速度を図 16 に示す。実験 1 同様「通話」「メール」に障害物付近で速度調整をしていることが確認された。図 5 と比べて速度変化が大きい。特に前方では「通話」「メール」で急な速度上昇が見られる。このことから携帯電話を使用しながら歩く場合は、対向者が携帯電話使用者している手の方向(左手:前方)に影響されているということが分かる。次に、図 6 に示すように加速度が最大となる地点を求めた。加速度最大地点と障害物との距離の平均値と標準偏差を図 17 に示す。3 条件では「非通話」「通話」(後方 80%, 前方 57%)「メール」(後方 60%, 前方 41%)の順になっている。図 7 と比較すると、距離が大きくなっている。これは、すれ違い歩行の場合、対向する障害物の速度(約 1.2m/s)があり、実験 1 に比べて相対速度が約 2 倍となっていることが回避行動に影響を与えたものと考えられる。

5. まとめ

携帯電話使用が歩行回避行動に及ぼす影響を検討した。

・携帯電話使用は、進行方向の歩行速度の低下を招くとともに前方の障害物に対する回避行動の遅れを生じさせる。また、側方向の歩行速度調整をしている。

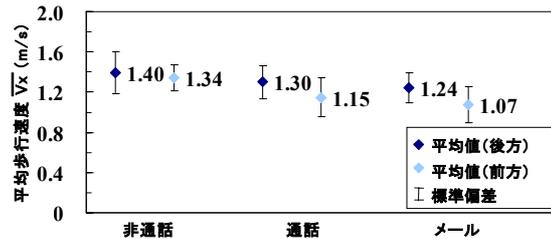


図 15 全区間平均歩行速度

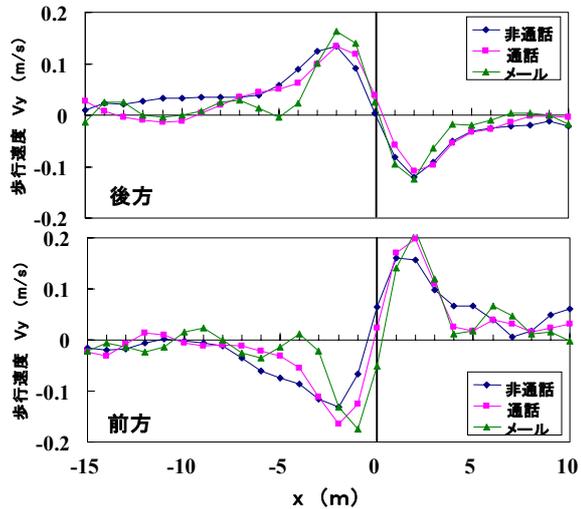


図 16 側方向歩行速度

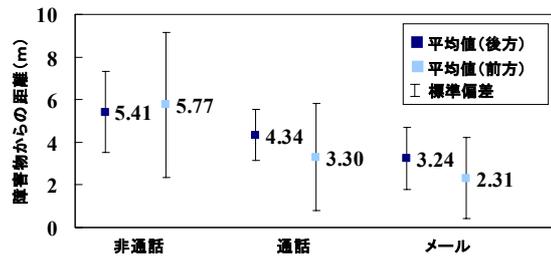


図 17 側方向加速度最大地点と障害物との距離

・直前で動き出す障害物を回避する際の通過位置の前後を予測するために、説明変数として V_y と y 座標が有効である。特に「通話」では、 V_y の影響が大きい。

・すれ違い歩行時に回避行動のずれが大きくなり、携帯電話使用者であっても、対向者が通話している場合には影響を受ける。

以上のように、携帯電話使用者が歩行回避行動に及ぼす影響についての基礎的な歩行測定データが得られた。今後の課題としては、直前での動きに対してさらに検討が必要であると思われる。

【参考文献】[1] 建部ら, 日本建築学会計画系論文集, 第 465 号, pp95-104, 1994, [2] 中村ら, 第 10 回画像センシングシンポジウム/SSII 2004, [3] J.J.Fruin: 歩行者の空間, pp45-58, 鹿島出版社, 東京, 1974