

# 歩行促進ロボットのための歩行促進行動の効果の調査

松下 由女<sup>1\*</sup> 三木 健太<sup>1</sup>  
今在家 拓哉<sup>1</sup> 山添 大丈<sup>1</sup> 李 周浩<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 立命館大学

<sup>1</sup> Ritsumeikan University

**Abstract:** 高齢者が要介護者になる原因の上位に転倒が挙げられる。高齢者の転倒予防には歩行訓練が有効であるため、歩行訓練を目指した様々な研究が進められている。我々は、高齢者の歩行訓練にロボットを用いることを目指し、歩行促進ロボットの開発に取り組んでいる。本論文では、いくつかの歩行促進ロボットの動きを設計し、それらのロボットの動きによる人の歩行意欲に対して影響とロボットに対する印象を評価した。結果より、ロボットの動きによって人の歩行意欲の促進に影響を与えることが可能であると示された。

## 1 はじめに

本研究では、高齢者の歩行を促進するロボットを開発するため、ロボットの動きによって人間の歩行意欲に影響を与えることができるかについて検証する。

高齢化が深刻化する中で、高齢者が要介護者になることによる、生産年齢人口への経済的、精神的な負担の増大が懸念されている。高齢者が要介護者になる原因の上位に転倒が挙げられることから、高齢者の転倒を予防する必要があると考えられる。転倒する原因としては、歩行する際に使う筋力の低下やそれによって引き起こされる歩行姿勢の悪化が挙げられる。

高齢者の転倒予防には歩行訓練が効果的であることが知られている [1]。そのため、歩行訓練に加え、転倒予防への効果を評価する歩行能力評価や歩行計測が高齢者を対象とした通所介護施設で実際に行われている。しかし、介護者の人手不足が問題となっている中で、そのような活動は十分に行われていないという現実がある [1]。したがって、ロボットが人間の代わりに務める必要があると考えられる。

そこで本研究では、ロボットが歩行を促しつつ、高齢者ととも歩行を行う歩行促進ロボットの開発に取り組んでいる [2]。ここで、ロボットが人間の歩行を促すためには、様々な手段があると考えられるが、まずロボットの動きを使って歩行を促進することを目指し、本論文では、ロボットの動きで人間の歩行意欲を促進できるか、またどのような動きでより促進効果があるかについて調査する。

## 2 実験

本節では、人間がロボットの動きを見て、歩行促進意欲にどのような影響があったかを調査するための実験について述べる。

### 2.1 実験対象

実験には図 1(a) に示す Turtlebot3(model waffle Pi) を使用した。ロボットの動きのみで歩行促進意欲に影響を与えるかを調査するため、Turtlebot3 に図 1(b) のように白色の箱を被せ、外見の印象による影響を与えないようにした。

被験者は、男性 10 人と女性 9 人の計 19 人であった。そのうち男性は 20 代が 3 人、30 代が 5 人、40 代が 2 人で、女性は 20 代が 4 人、30 代が 1 人、40 代が 4 人である。

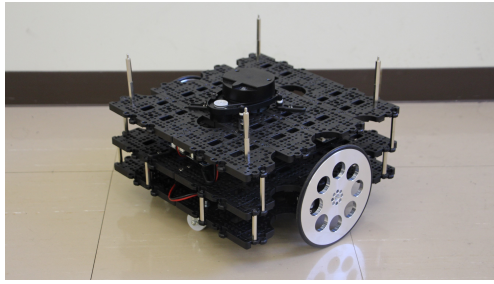
### 2.2 実験環境と条件

被験者とロボットの初期の位置関係を図 2 に示す。被験者は座った状態でロボットの動きを注視する。

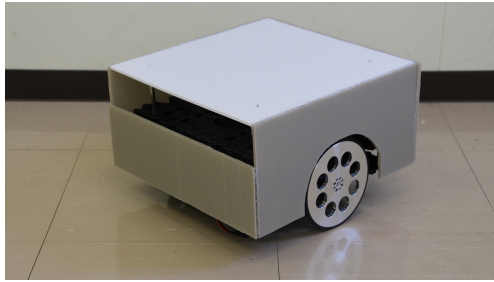
ロボットの動きは図 3 のように加速区間、動作区間、減速区間の 3 フェーズに分かれる。加速区間と減速区間では、それぞれ速度変化大 ( $0.5\text{m/s}^2$ )・速度変化小 ( $0.07\text{m/s}^2$ ) の 2 パターン、動作区間では、定速走行・一時停止・振り向きの 3 パターンの動きを準備した。合計で  $2 \times 3 \times 2$  の計 12 種類の動作となる。

動作区間の動きとして、一つ目は、ロボットが被験者の足元から 1.15m 先へ直線的に加速しながら進み、更に 1.15m 先へ直線的に減速しながら停まる。この動きを基本とし、他の 2 パターンも設計されている。二つ目

\*連絡先：立命館大学大学院情報理工学研究所 AIS Lab.  
E-mail: matsushita.aislab@gmail.com



(a) Turtlebot3



(b) 使用したロボットの外見

図 1: 実験に使用したロボット

の動きはロボットが被験者の足元から 1.15m 先へ直線的に加速しながら進み、一度停止した後、更に 1.15m 先へ直線的に減速しながら停まる。三つ目の動きはロボットが被験者の足元から 1.15m 先へ直線的に加速しながら進み、一度停止しその場で 180 度右回転し更に 180 度減速区間で直線的に減速しながら停まる..

### 2.3 実験手順

実験は一度に一人ずつ行い、以下の手順で実施した。

1. 被験者は所定の椅子に着席する。
2. 実験者は被験者に実験内容について説明する。
3. 被験者がロボットの動きを注視する。
4. 被験者は見たロボットの動きに関する設問に回答する。

手順 3 と 4 は反復している。手順 4 の設問内容は以下の 2 問であり、5 段階 (1:まったく思わない, 5:非常にそう思う) で評価してもらった。

- ロボットの動きを見て、ロボットと一緒にいきたいと思いましたか。
- ロボットの動きを見て、ロボットは自分のことを気にしてくれたと思いましたか。

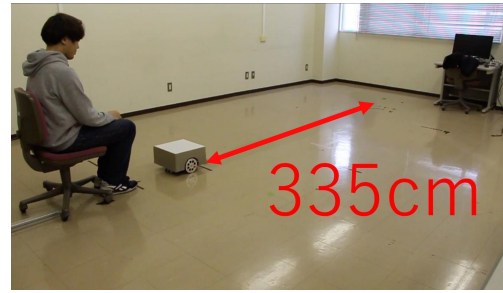


図 2: 実験環境

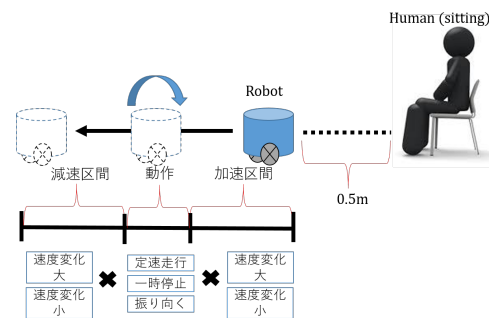


図 3: ロボットの動きの構成

### 2.4 実験結果

3 区間の動きを要因とした 3 要因分散分析を行った。設問 1 では表 1 より、加速の大小、減速の大小において有意差がみられ、表 2 より、中間動作においても有意差がみられた。また、設問 2 では表 3 より、加速の大小、減速の大小において有意差がみられ、表 4 より、中間動作においても有意差がみられた。更に、設問 2 では表 3 に示すように、加速の大小と中間動作の間でも有意差がみられた。以上より、ロボットの動きは人間の歩行促進意欲に何らかの影響を与えることが可能であるとわかった。

### 3 考察

本節では、実験結果の考察を述べる。

まず、加速・減速区間に関しては、加速度が小さい方が人間はロボットと一緒にいきたい、また自分のことを気にしてくれたとより感じる事がわかった。また動作区間では、定速よりも振向き、停止よりも振向きをしたとき、同様に感じる事がわかった。更に、設問 2 に関しては、加速区間と動作区間の間に有意差がみられた。図 4 はロボットの動きにおいて、加速区間の加速度と中間動作の組み合わせごとにスコア平均値を示した。これより、人間は加速区間の加速度が大きくても動作区間で振向きをした時は、加速度が小さ

い時とほぼ同じくらい人間はロボットは自分のことを気にしてくれたとより感じる事がわかった。

表 1: 設問 1 の 3 要因分散分析

変動因	F 値	自由度	p 値
加速区間	6.299	1	.013*
減速動作	6.299	1	.013*
中間動作	15.810	2	.000*
加速*減速区間	1.035	1	.310
加速*中間区間	1.178	2	.310
減速*中間区間	0.018	2	.982
加速*減速*中間区間	0.166	2	.847

\* : 有意である (p < .05)

表 2: 設問 1 の中間区間の多重比較

変動因	t 値	自由度	p 値
定速 - 振向く	-3.822	216	.0003*
定速 - 停止	1.662	216	.098
振向く - 停止	5.483	216	.000*

\* : 有意である (p < .05)

表 3: 設問 1 の 3 要因分散分析

変動因	F 値	自由度	p 値
加速区間	11.512	1	.001*
減速動作	5.210	1	.023*
中間動作	39.231	2	.000*
加速*減速区間	0.095	1	.758
加速*中間区間	4.936	2	.008*
減速*中間区間	1.054	2	.350
加速*減速*中間区間	1.328	2	.267

\* : 有意である (p < .05)

表 4: 設問 2 の中間区間の多重比較

変動因	t 値	自由度	p 値
定速 - 振向く	-8.084	216	.0000*
定速 - 停止	-0.907	216	.366
振向く - 停止	7.178	216	.0000*

\* : 有意である (p < .05)

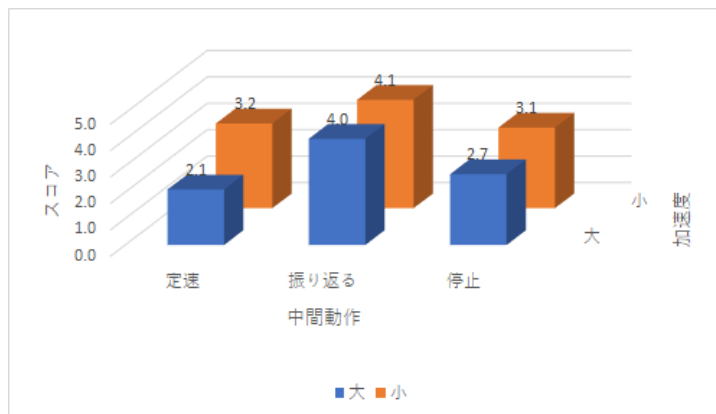


図 4: 加速区間の加速度と中間動作の間の相関関係

## 4 むすび

本論文では、高齢者の転倒予防に向けた歩行促進ロボットの開発のため、人間がロボットの動きを見て、歩行促進意欲に影響があったか、またどのような動きの時に影響があったかを調査し考察した。加速度と動作の観点から、ロボットの動きを12種類用意し、それをみた人間の感じ方に着目するという実験を行った。その結果、ロボットの動きは人間の歩行促進意欲に影響を与えることができることが確認された。また、ロボットが加速と減速が緩やかであり、振向きをしたとき、人間は最もロボットと一緒に歩きたい、また自分のことを気にしてくれたとより感じる事がわかった。

## 参考文献

- [1] 野村卓生 et al., “予防医学的観点からの運動行動変容への取り組みの知見の整理.”, 日本衛生学雑誌, pp. 617–627, 2008.
- [2] 松下 由女 et al., “歩行促進を目的とした自律移動ロボットの先導走行モデルの検証”, 計測自動制御学会 システムインテグレーション部門, 2018.