



VRを用いた屋内における避難支援エージェントの検討と評価

Consideration and Evaluation of the Evacuation Support Agent for Indoors using Virtual Reality

千葉あんな¹⁾, 物部寛太郎²⁾
Anna CHIBA, and Kantaro MONOBE

1) 東北学院大学大学院 工学研究科 電子工学専攻

(〒 984-8588 宮城県仙台市若林区清水小路 3-1, s2294309@g.tohoku-gakuin.ac.jp)

2) 東北学院大学 工学部 情報基盤工学科

(〒 984-8588 宮城県仙台市若林区清水小路 3-1, monobe@mail.tohoku-gakuin.ac.jp)

概要: 災害発生時の心理状態により、迅速な避難行動が困難になる場合がある。避難時間の短縮には、ある程度の緊張感が必要となるが、強すぎる緊張感は、逆に避難時間の増加をもたらすこともある。そこで、避難時の心理状態を適度な緊張感に保つために、避難支援を行うエージェントを検討した。本研究では、仮想空間において、屋内から屋外への避難を被験者に体験してもらい、生理指標と心理指標によって評価を行う。

キーワード: 避難支援, エージェント, 屋内避難, 仮想現実

1. はじめに

我が国は、地震、台風や豪雨などの災害が多発しており、災害発生直後の被害を減らすために、迅速な避難行動を行うことが重要となる。住民に避難行動を促すために、テレビやラジオによるアナウンス、緊急速報メール、避難誘導者が呼びかけて回るなどの方法が取られてきた。

しかし、実際の災害時に冷静に状況を判断し、適切な避難行動を行うことができない人もいる。適切な避難行動を行うことができない理由として、自身にとって都合の悪いことを過小評価する正常性バイアスなどの心のはたらきによって、避難が遅れる、避難をしないと行った行動をとることがある。これらの対策として、音声による呼びかけや警告音を用いることによって緊迫感を高め、危険意識を抱かせることによって、避難行動を促す研究がされてきた [1]。

その一方で、緊迫感を高めることでパニックを助長させたり、不安感が増大することによる避難時間の増加や、誤った経路に進んでしまう可能性があることも指摘されている [2][3]。

そこで、心理的負荷を軽減するために、避難支援を行う擬人化エージェントに着目した。擬人化エージェントの活用事例として、AR や MR を利用した道案内などのシステムや研究がある。例えば、守安らは、現実空間上に擬人化エージェントを付加し、もう一人の人間がそばにいる状態と近い環境を作り出すことで、道がわからないという不安感を解消することを目的とした研究 [4] を行っている。

本研究では、地震の揺れによる不安感、緊急地震速報や館内放送などによる緊迫感を、避難支援を行う擬人化エージェント（以下、避難支援エージェントとする）が声をか

けることで軽減できるかを検証した。実際の災害時の避難により近い環境を作り出すために、仮想空間内に作成した屋内において、VRゴーグルを用いて避難を体験してもらった。また、アンケートによる心理指標、心拍数の計測による生理指標を用いて、実際に不安感が軽減されているかを評価した。

2. システムの開発

2.1 開発環境

開発には、Unity Technologies 社が開発、提供を行っているゲームエンジン Unity を用いた。VR デバイスは、Meta Quest2 を使用し、仮想空間内において Blender で作成した東北学院大学五橋キャンパスの研究棟にて避難シミュレーションを行う。図 1 は、研究棟 7 階にある研究室の様子である。



図 1: 研究棟 7 階の研究室

2.2 仮想空間

仮想空間内に作成した東北学院大学五橋キャンパスの研究棟 1 階と 7 階の平面図を図 2 に示す。また、現実空間と同様の場所に、通路誘導灯や避難口誘導灯を配置した (図 3)。

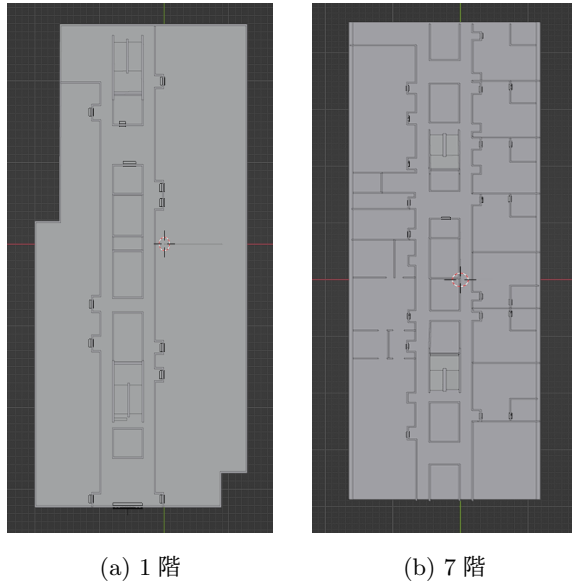


図 2: 五橋キャンパス研究棟の平面図

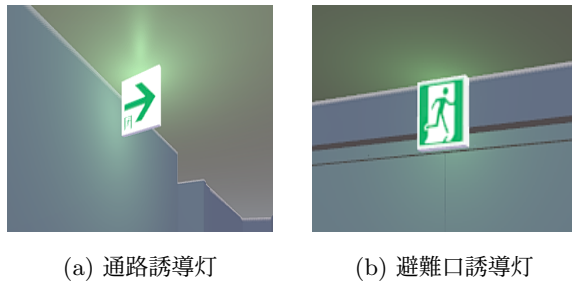


図 3: 誘導灯

2.3 シナリオ

本システムのシナリオを以下に示す。

- (1) 研究棟 7 階研究室内にて、緊急地震速報が鳴り、地震が発生する。
- (2) 地震による揺れが収まった後、館内放送にてキャンパス内にある避難場所に避難をするように呼びかける。
- (3) 被験者は避難等の判断を行う。
- (4) 避難行動中に、一部地点で緊急地震速報が鳴り、余震が発生、その後館内放送が鳴る。
- (5) 被験者が研究棟 1 階出口に到着する。

2.4 避難支援エージェント

避難支援エージェントとして、Unity Technologies Japan が開発、提供を行っているオープンソースアイドルのユニティちゃんを、ユニティちゃんライセンスに従い使用した。



図 4: Grove-Ear-clip Heart Rate Sensor

ユニティちゃんは、図 1 に示すように被験者の視界の右上に常に存在し、シチュエーションごとに身を守る行動を指示したり、避難を促したりするメッセージを被験者に伝える。以下にそのメッセージの一例を示す。

緊急地震速報が流れた後

「大きな地震が来るよ！机の下に入って！」

避難指示放送後

「安全を確認したら移動しよう！」

3. 実験

3.1 実験方法

本研究では、東北学院大学の 20 代の学生 5 名を対象に実験を行った。被験者には、ヘッドマウントディスプレイ (HMD) を装着し、仮想空間内を移動するためのコントローラーを両手に所持させた。また、心拍数を計測するために、seeed studio 社の Grove-Ear-clip Heart Rate Sensor (図 4) を右耳葉に装着させた。心拍数は 15 秒ごとに計測し、Arduino からシリアル通信で PC に結果が送られる。

3.2 実験手順

まず、被験者の安静時の心拍数を 2 分間計測した。次に、VR 環境と操作に慣れるために、4 分間自由に操作する時間を与えた。その後、1 分間の休憩を与え、避難支援エージェントがいる場合といない場合でそれぞれ実験を行った。実験する順番により結果に影響が生じる可能性があるため、先に避難支援エージェントありで実験を行うグループと、先に避難支援エージェントなしで実験を行うグループに分けた。また、それぞれの実験の間に、1 分間の休憩を入れている。

4. 実験結果

4.1 アンケート

実験終了後、被験者に以下の 9 項目のアンケートを 5 段階のリッカート尺度 (1:まったく感じなかった, 5:とても感じた) で回答させた。Q1~Q6 は避難支援エージェントがいる場合、いない場合について、それぞれ回答させた。

Q1 揺れている最中に恐怖や不安を感じましたか

表 1: Q1～Q6 のアンケートの結果

	エージェントあり		エージェントなし		t 値
	M	SD	M	SD	
Q1	2.8	1.64	3.6	1.67	-2.13
Q2	4.6	0.54	3.8	0.83	2.13
Q3	4.8	0.44	4.4	0.54	1.63
Q4	4.6	0.54	4	0.70	1.50
Q5	2.2	0.83	3.4	1.34	-3.20
Q6	4.6	0.54	2.2	1.30	3.53

表 2: Q7～Q9 のアンケートの結果

	M	SD
Q7	4.2	1.16
Q8	4.6	0.48
Q9	5.0	0

- Q2 揺れている最中に落ち着いて行動ができましたか
 Q3 揺れが終わった後、避難行動をしようと思いましたが
 Q4 廊下に出てから、避難経路がすぐわかりましたか
 Q5 避難の最中に、不安を感じましたか
 Q6 避難の最中に、安心を感じましたか
 Q7 地震への恐怖は避難行動を行うきっかけになりましたか
 Q8 放送は避難行動を行うきっかけになりましたか
 Q9 避難支援エージェントは避難行動を行うきっかけになりましたか

4.2 アンケートの結果

Q1～Q6 の回答の平均値と標準偏差の結果を表 1, Q7～Q9 の回答の平均値と標準偏差の結果を表 2 に示す。また、Q1～Q6 において、避難支援エージェントがいる場合といない場合の差を見るために、対応のある t 検定を実施した。

各項目について、Q1 ($t(4)=-2.13$, $p<0.05$), Q2 ($t(4)=-2.13$, $p<0.05$), Q5 ($t(4)=-3.20$, $p<0.05$), Q6 ($t(4)=3.53$, $p<0.05$) に有意な差が見られた。Q3 ($t(4)=-1.63$, $p=0.08$) には有意傾向が見られた。一方で、Q4 ($t(4)=-1.50$, $p=0.10$) は有意な差が見られなかった。

4.3 心拍数の計測結果

心拍数の平均値と標準偏差の結果を表 3 に示す。心拍数において、避難支援エージェントがいる場合といない場合の差を見るために、対応のある t 検定を実施した。なお、被験者 1 名は VR による酔いが発生し、心拍数に影響が発生したため、4 名で検定を行った。

表 3: 心拍数の計測結果

	エージェントあり		エージェントなし		t 値
	M	SD	M	SD	
	76.1	6.00	78.39	7.70	-1.21

避難支援エージェントがいる場合といない場合の心拍数において、 $t(3)=-1.21$, $p=0.15$ で有意な差が見られなかった。

4.4 考察

Q1, Q2, Q5, Q6 に有意な差が見られたことから、避難支援エージェントがそばにいることと、指示を行ったり声をかけたりすることで不安を軽減し、安心感を高め、避難支援エージェントがいない場合に比べて落ち着いて避難行動をすることができたのではないかと考える。また、Q3 に有意な傾向が見られたことから、館内放送のみの場合より、避難支援エージェントが直接避難を促すことで、被験者の避難意思を高めることができたのではないかと考える。また、自由回答にて「視界の中にエージェントがいることで孤独感が薄れた」「視覚的に他の人がいるという情報で安心できた」「1 人だと心細いが、指示があることで安心感があつた」という答えがあつた。

Q4 は有意な差が見られなかった、これは廊下に配置された誘導灯が見えたこと、避難経路がわかりやすかったことから、避難支援エージェントがいなくても避難経路がすぐわかったと考えられる。

Q7, Q8, Q9 はいずれも高い値を示し、地震に対する恐怖、館内放送、避難支援エージェントによる避難行動指示は、参加者に対して避難行動を促す上で有用であると考えられる。

心拍数の計測結果に有意な差が見られなかった原因として、ストレスをかけても被験者によっては心拍数に差が出ないとみられる研究結果 [5] が示す通り、本研究の実験においても、日頃から VR 慣れしていることで、心拍数がほとんど変化しなかった被験者がいた (図 5) ことが影響したと推測できる。一方で、緊急地震速報や地震の際に上がった心拍数が、避難支援エージェントの声がけによって下がった被験者もいた (図 6) ことから、避難支援エージェントが被験者に一定の安心感を与えることができたのではないかと考える。

5. まとめ

本研究では、VR を用いて地震災害時の屋内からの避難をする際に、避難支援エージェントからの声かけや指示によって、被験者の心理的負担を軽減することができるのかを検証した。その結果、アンケートによる心理指標においては、被験者は避難支援エージェントがいることによって、1 人で避難を行うよりも、不安感が軽減され安心して避難を行うことができたことがわかった。心拍数の計測による生

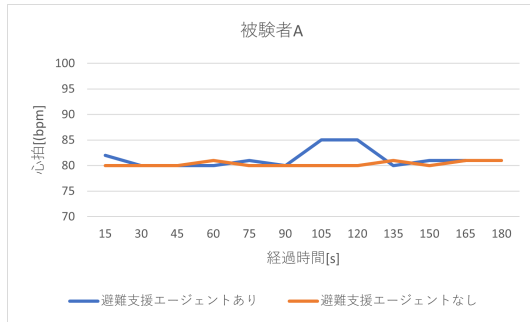


図 5: 被験者 A の心拍数

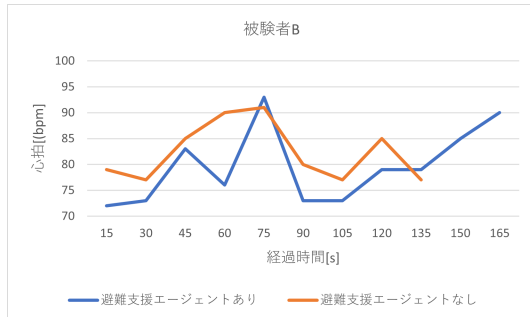


図 6: 被験者 B の心拍数

理指標においては、被験者の体質によっては、ストレスをかけても心拍数が変動しないケースがあるため、心拍数以外の生理指標も同時に計測することで、精度の向上を目指す。

参考文献

- [1] 小林 まおり, 赤木 正人: 避難呼びかけ音声の心理的評価, 日本音響学会誌, Vol. 74, No. 12, pp. 633-640, 2018.
- [2] A. Tucker, K.L. Marsh, T. Gifford, X. Lu, P.B. Luh, R.S. Astur: The effects of information and hazard on evacuee behavior in virtual reality, Fire Safety Journal, Vol. 99, pp. 1-11, 2018.
- [3] 野本 佳弘, 関口 貴裕: 不安とワーキングメモリ能力が避難時の経路移動に与える影響, 日本心理学会大会発表論文集 日本心理学会第 82 回大会, pp. 3AM-057, 2018.
- [4] 守安 智久, 堀 磨伊也, 吉村 宏紀, 岩井 儀雄: AR ナビゲーションシステムにおける心理的効果の利用, HAI シンポジウム, 2014.
- [5] 鈴木 伊織, 佐藤 文明: ウェアラブル端末により検知した心拍変動に基づくストレス推定, 研究報告コンピュータセキュリティ (CSEC), vol 2020, No. 30, pp. 1-7, 2020.