



VR を用いた地震体験システムにおける 避難支援エージェントの有用性に関する研究

Research on Usefulness of the Evacuation Support Agent
in the Earthquake Simulation System 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 電子工学専攻 (〒985-8537 宮城県多賀城市中央 1-13-1, s2294309@g.tohoku-gakuin.ac.jp)

2) 東北学院大学 工学部 情報基盤工学科 (〒985-8537 宮城県多賀城市中央 1-13-1, monobe@mail.tohoku-gakuin.ac.jp)

概要: 災害発生時には、迅速な避難行動が重要であるが、パニック状態や、正常性バイアスなどの認知バイアスが引き起こされることにより、移動が困難になる場合がある。その対策として、他者からの声かけや避難誘導などが挙げられる。そこで、キャラクターエージェントをその代替として利用できないかと考えた。本研究では、VR 空間で表現した災害下での避難を体験させ、心的負担を軽減させ、安心できる避難誘導方法として、エージェントによる避難支援の有用性を検証する。

キーワード: 避難誘導, 避難支援, エージェント, 仮想現実

1. はじめに

自然災害が多い日本において、災害時における被害を減らすために様々な取り組みがなされている。特に、発生直後に安全かつ迅速な避難行動を行うことは、自身の身を守ることに繋がる。実際に、テレビやラジオによるアナウンスや緊急速報メールなど、住民に避難行動を促すシステムが導入されてきた。

しかし、災害によってパニックが引き起こされた場合、適切な避難行動を行うことが困難なケースがある。例えば、従来の避難行動を促すシステムが、さらにパニックを助長させる可能性がある[1]。

また、住民が避難を先延ばし、逃げ遅れにより被害が発生するケースも見られる。この要因として、認知バイアスの一種である正常性バイアスが考えられる。正常性バイアスとは、予期しない事態があった際、「この程度なら問題はない」「大したことではない」と、異常を正常の範囲内だとする心理的防御反応のことである[2]。

これらの対策として、他者からの声掛けが挙げられる。しかし、実際の災害下において、冷静な判断をして他者に避難誘導を行う人物が必ずいるとは限らない。そこで、実在する人物ではなく、エージェントからの声掛けや情報提供で代用することはできないかと考えた。

ナビゲーションエージェントとして、スマートフォンやスマートグラスの AR/MR 上でのキャラクター[3]、ロボットやドローン[4][5]などを用いた手法が研究、検討されて

いる。

本研究では、キャラクターを用いた誘導を対象として、VR 環境下で地震の揺れを再現し、実在する人物ではなく、避難支援エージェントの誘導によって被験者の心理的負担を軽減可能し、避難行動を促すことができるかを検証した。

2. 関連研究

2.1 指差誘導法と吸着誘導法

杉方ら[6]は、緊急避難状況下の避難誘導方法について、従来の指差誘導法ではなく、吸着誘導法の有効性を比較検討した。指差誘導法とは、「出口はあちらです。あちらに逃げてください」と叫びながら、上半身全体を使って出口の方向を指し、誘導者も出口に移動する方法である。対して、吸着誘導法とは、自身の周囲にいる少数の避難者に、「自分についてきてください」と呼びかけ、ひきつれて避難をする方法である。ガス爆発事故を想定して行われた訓練で実験を行ったところ、吸着誘導法は、指差誘導法よりも短時間で多くの避難者を避難させることができた。

2.2 避難呼びかけ音声の心理的評価

小林ら[1]は、避難を迅速に促すための緊迫感のある呼びかけ音声に着目し、話し方によって避難行動に影響があるか、避難行動を促す話し方の印象、呼びかけ音声としてふさわしい話し方の印象を検証した。その結果、緊迫感が高い音声と呼びかけ音声としてのふさわしさに相関が認

表 1: 被験者へのメッセージ内容例

タイミング	メッセージ内容	
	エージェントあり	エージェントなし
開始時	大きな津波がくるかもしれないから避難所に移動しよう	大きな津波が来る可能性があります。避難所まで速やかに移動しなさい
揺れ時	地震だ!しゃがんで!	地震です。しゃがんでください
揺れ後	大丈夫? ゆっくり立ってね	ゆっくりと立ってください
	深呼吸しよう	深呼吸してください
	大丈夫だったら避難しよう	落ち着いたら速やかに避難しなさい
歩行	左右を見てから横断歩道を渡ってね	左右を見てから横断歩道を渡ってください

められた。一方で、緊迫感が高い音声に対して、慌ててしまう人や、嫌悪感を示す人が一定数いることが確認された。

3. システムの開発

3.1 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[7]を用いた。VR デバイスは、Meta Quest2[8]を使用した。

3.2 システムの概要

本システムのシナリオでは、VR 環境内で突如地震が発生し、大きな津波が来る可能性があることを被験者に示唆する。その後、避難所まで徒歩で移動する。避難システムの画面を図 1 に示す。

スタート地点から避難所までには、矢印サインで経路が示されている。矢印サインを図 2、経路を図 3 に示す。移動途中、設定した地点で何度か地震が発生する。ただし、避難支援エージェントがいる場合といない場合で、地震が

発生する箇所は異なる。メッセージを出すタイミングと、内容例を表 1 に示す。

地震のような揺れは、Unity の公式アセットである Cinemachine[9]を用いてカメラを振動させて表現した。

3.3 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[10]を、ユニティちゃんライセンスに従い使用した。ユニティちゃんは被験者を先導し、避難所までの誘導を行う。

避難支援エージェントは、被験者が避難支援エージェントに向かって移動すると同時に、設定した地点に自動で移動する。被験者が立ち止まると、避難支援エージェントも同様に立ち止まり、被験者の方を向く。

3.4 マップ

マップには、株式会社ゼンリンが開発、提供を行っている、3D 都市モデルアセット ZENRIN City Asset Series の、秋葉原をモデルとしている Japanese Otaku City[11]を用いた。

3.5 メッセージ表示

メッセージ表示には、Unity のアセットである Fungus[12]を用いた。避難所までの移動や行動の指示をメッセージの内容とした。メッセージ表示のタイミングは、地震の揺れ前後や、方向転換時、横断歩道を渡る時などを主にした。メッセージは、避難支援エージェントがいる場合は被験者に安心感を与えるために優しく、提案するようなメッセージにした。逆に、避難支援エージェントがない場合は、実際にテレビやラジオ、防災無線音声で使用されているような丁寧語、もしくは命令系とした。



図 1: 本システムの画面

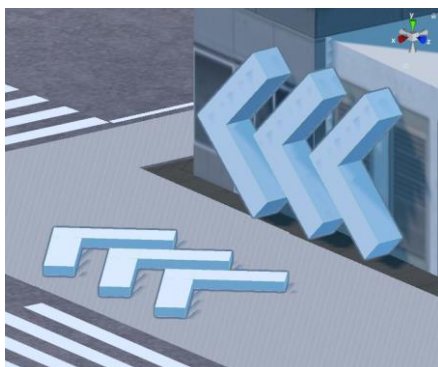


図 2: 矢印サイン



図 3: 本システムの避難経路

4. 実験

4.1 実験方法

本研究では、東北学院大学の20代の学生8名を対象に実験とアンケート調査を行った。

実験環境としては、室内にて、被験者はVRデバイスを装着し、立った状態で実験を行った。ただし、指示に従ってしゃがむ場合や、平衡感覚がなくなる可能性があるため、片手は机におき、もう片方の手は操作を行うためのコントローラーを所持させた。

4.2 実験手順

まず、VR環境と操作に慣れるために、3分間マップ内を自由に移動する時間を与えた。その後、避難支援エージェントがいる場合と避難支援エージェントがいない場合

でそれぞれ実験を行った。どちらの場合にも、開始位置から避難所までの道筋を示すために、複数の矢印オブジェクトを配置してある。

また、実験する順番により、揺れになれてしまい結果に影響が生じる可能性があるため、20代の大学生8名を、先に避難支援エージェントがいる場合を行うグループ4名と、避難支援エージェントがいない場合を行うグループ4名に分けた。

4.3 実験結果

実験終了後に、避難支援エージェントがいる場合といない場合について、アンケートを実施した。アンケート項目は表2の11項目で示す。「まったく感じなかった」を1点、「とても感じた」を5点の5段階で評価した。アンケート

表 2: アンケート項目

揺れ	1. 恐怖感を感じましたか
	2. 緊張感を感じましたか
	3. 不安感を感じましたか
揺れた後	4. 声掛けを受けて、すぐに避難しなければいけないと強制感を感じましたか
移動中	5. 恐怖感を感じましたか
	6. 緊張感を感じましたか
避難誘導	7. 避難誘導はわかりやすかったですか
移動中の指示	8. 威圧感を感じましたか
	9. 緊張感を感じましたか
	10. 不安感を感じましたか
	11. 安心感を感じましたか

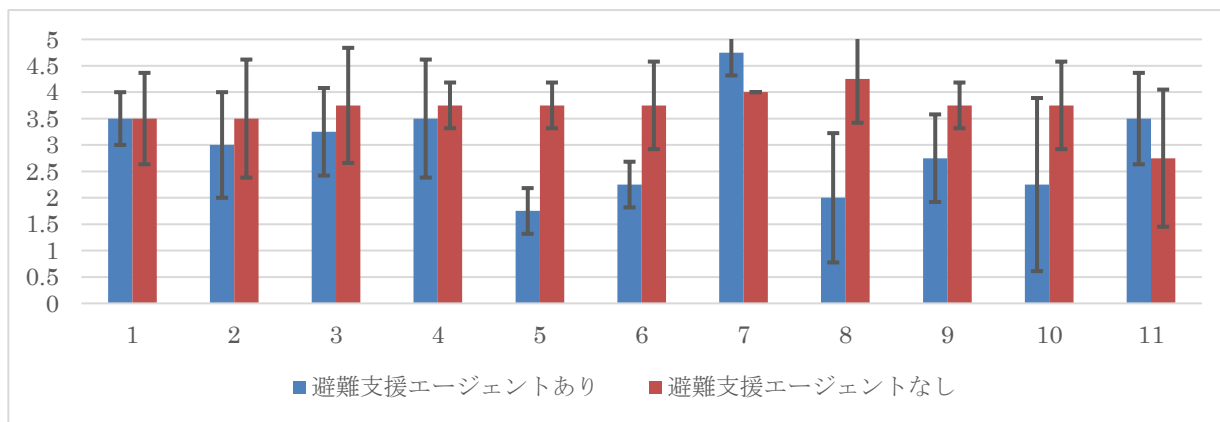


図 4: 避難支援エージェントありが先の場合のアンケート結果

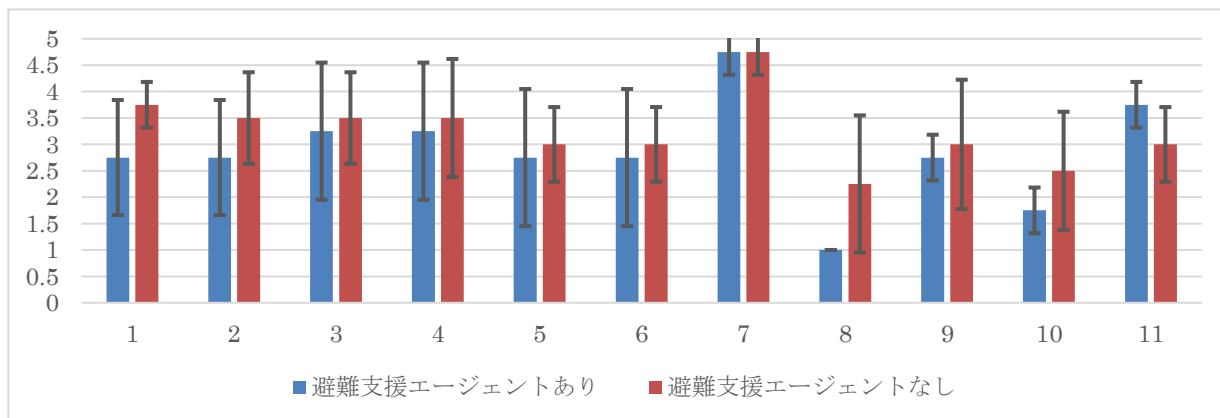


図 5: 避難支援エージェントなしが先の場合のアンケート結果

結果を避難支援エージェントありが先の場合を図3で、避難支援エージェントなしが先の場合を図4で示し、点数は(平均) ± (標準偏差) で表した。

アンケート結果から、揺れに関する恐怖感や緊張感、不安感は、避難支援エージェントがいる場合のほうがやや低い、どちらの場合も点数は低かった。「地震の音や警告音、周囲の被害がなかったから」という回答があった。一方で、「揺れに臨場感があった」「エージェントがいない分不安だった」「一人だとどうしていいかわからなくなった」という回答があった。

揺れた後の避難行動を促すメッセージの強制感は、避難支援エージェントがいない場合のほうがやや高く、「命令系での指示に緊迫感を感じ、緊張を感じた」という回答があった。避難支援エージェントがいる場合に関しては、「キャラクターがかわいかったので強制感はあまり感じない」「安心感があった」という回答があった。

移動中に関しては、避難支援エージェントがいる場合の点数が低かった。「一人での移動のため少し恐怖を感じた」という回答があった一方、「落下物などがいないため、恐怖感は感じなかった」という回答があった。

避難誘導に関しては、どちらも点数が高かった。「大きな矢印がわかりやすい」「避難支援エージェントが先導してくれていたのわかりやすかった」という回答があった。

移動中の指示に関しては、威圧感、緊張感、不安感は避難支援エージェントがいない場合の点数が高く、安心感は避難支援エージェントがいる場合のほうが高かった。しかし、「緊張感があってよかった」など、威圧感、緊張感、不安感に対して否定的な意味ではなく、肯定的な意味で高い点数をつけている被験者もいた。避難支援エージェントがいる場合の安心感に関しては、「言い方が優しいので不安感はなかった」「避難支援エージェントがいるとついていけば大丈夫という安心感があった」「声掛けが優しく、やわらかい印象だったため、安心感があった」という回答があった。

5. 考察

実験結果から、避難支援エージェントが先導することで、被験者は安心感を得ることができたと考えられる。しかし、アンケートの自由回答が示すように、揺れに対しての緊迫感や緊張感の軽減が、被験者に避難誘導を促すという点では、必ずしも良い影響を与えるわけではないことも確認できた。

また、地震の揺れだけではなく、揺れによって引き起こされる物の転倒や、周囲の人物を模したNPC(ノンプレイヤーキャラクター)を本システムに導入して検証を行う必要がある。これらの改善を行うことで、より良い避難支援

エージェントが開発できるのではないかと考えられる。

6. まとめ

本研究では、地震をVR環境下で再現し、避難所までの誘導における避難支援エージェントの有効性を検証した。その結果、避難支援エージェントが被験者を先導することで、安心感を得ることができることを確認した。一方で、地震の揺れに対して緊迫感や緊張感が軽減されてしまい、被験者に避難誘導を促すという点では、十分にストレスを与えることができなかったと考えられる。今後は、小林ら[1]の研究で有効性が確認された音声で緊迫感を高め、避難行動を促しつつ、避難支援エージェントの役割として、心的負担の軽減をより重視することで、個人に対して心的負担を軽減できないかを検証していきたい。

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] 防災システム研究所 公式ホームページ: 防災心理学, 正常性バイアス, 多数派同調バイアス, <https://www.bosai.co.jp/bias.htm>, (入手 2022.7.18)
- [3] 長谷川大, 佐久田博司: 擬人化エージェントによるAR道案内システム, 日本知能情報ファジィ学会誌, Vol.29, No.6, pp.670-677, 2017.
- [4] 杉江竜太, 打矢隆弘, 内匠逸: ロボットによる避難誘導実現のためのマルチエージェントシミュレーションの作成, 情報処理学会全国大会講演論文集, Vol.79, No.2, pp.361-362, 2017.
- [5] 鈴木学, 浜克己, 中村尚彦: 強調ドローンを用いた避難誘導支援システム, 計測自動制御学会論文, Vol.56, No.1, pp.24-23, 2020.
- [6] 杉万俊夫, 三隅二不二: 緊急避難状況における避難誘導方法に関するアクション・リサーチ(II). 実験社会心理学研究, Vol23, No.2, pp107-115, 1984.
- [7] Unity, <https://unity.com/ja> (入手 2022.7.20)
- [8] Oculus Quest 2 | Meta Store, <https://store.facebook.com/jp/quest/products/quest-2> (入手 2022.7.21)
- [9] Cinemachine, <https://unity.com/ja/unity/features/editor/art-and-design/cinemachine> (入手 2022.7.20)
- [10] UNITY-CHAN! OFFICIAL WEBSITE, <https://unity-chan.com/> (入手 2022.7.20)
- [11] Unity 向け 3D 都市モデルデータ「ZENRIN City Asset Series」, <https://www.zenrin.co.jp/contents/product/service/3d/asset/index.html> (入手 2022.7.20)
- [12] Fungus, <https://fungusgames.com/> (入手 2022.7.20)