

VR 技術を用いた災害時における認知バイアスを考慮した意思決定支援システムの開発

弓指一心^{†1} 佐野睦夫^{†1} 大井翔^{†1}

概要: 日本は、その位置、地形、地質、気象などの自然的条件から台風、豪雨、豪雪、洪水、土砂災害、地震、津波、火山噴火などによる災害が発生しやすい国土となっている。それらの災害時に迫り来る危険を適切に判断できず、避難や対策が遅れて大被害につながる例は多く知られている。本研究では日常を取りまく様々なバイアスがある中で災害が起きた際に危険性を過小評価してしまう心理的な問題について VR 技術を用いて震災を再現し、没入感を得ると共に、体験者への意思決定を支援する。システムの有用性を検証するために 4 人 1 グループの計 4 回実験を行った。本システム体験による気づきを通して最終的には 3 チームが 100 点、1 チームが 80 点を記録し、今回の実験ではシステムの有用性を確認した。今後の展望として、シナリオの追加やグループでの追加実験、周期的な個人のシステム運用などがあげられる。

1. はじめに

世界全体に占める日本の災害発生割合は、マグニチュード 6 以上の地震回数 20.8%、活火山数 7.0%、死者数 0.4%、災害被害額 18.3% など、世界の 0.25% の国土面積に比して、非常に高くなっている[1]。このような現状でも災害の迫り来る危険を適切に判断できず、避難や対策が遅れて大被害につながる事例が多く存在している。総務省の調べでは、避難指示が出され、ハザードマップがあったにもかかわらず避難が遅れた要因として、正常性バイアスや情報過多が指摘されている。実際に被災者に話を聞くと、テレビやネットで警報が出されていることは知っていたものの、「自分が災害にあうとは思っていなかった」、「隣の人が逃げているから大丈夫だと思った」、「怖くて逃げることができなかった」といった声が多いとの調査結果があげられた[2]。

本研究では災害時に物事の判断が直感やこれまでの経験にもとづく先入観によって非合理的になる心理現象である認知バイアス[3]に気づき、使用者に適切な意思決定を支援するシステムを開発することを目的とする。

本研究での新規性では、VR 空間内で普段の生活を再現したシナリオを行い、災害発生時に認知バイアスがどのような影響を与えるかをシミュレーション、またはその対策に着目した。

2. 関連研究

2.1 災害時における認知バイアス調査

Jie Fan らは 21 世紀に中国で発生した大災害に基づいた 3 つのシミュレーションシナリオを作成。不合理な行動によって曝露、脆弱性、危険が増大したときに増幅される災害損失を計算し、人間の不合理な行動によって引き起こさ

れる増幅効果を直感的に実証した。その結果、人間の不合理な行動は社会の発展の必然的な結果であるという調査結果があげられている[4]。

2.2 アプリケーションでの防災訓練システム

今野らは火山災害の対応に関連する認知バイアスについての知識を身につけ、対策を議論することで認知バイアスを克服できる訓練ツールを製作することを目的とする。訓練ツールとして今野らは「克服！認知バイアス」という名称の web アプリケーションを製作し、ワークショップを 2 回行い、調査する研究を行った[5]。ここで、克服の意味合いは、認知バイアスのメタ認知（認知について高い視点から認知すること）を促進させ災害時における短絡的な行動を回避できる知識を身に付けることである。本研究では対象火山を富士山とし、対象者を富士山の山麓に住む住民とする。そして、訓練方法としては表 1 のように行うものとし、対象者に図 1 のような課題を提示する。

また、構成内容は以下の 3 つの通りである。

- (1) 課題に関連する認知バイアスと対策の解説を各自読む。
- (2) 課題対応で考えた対策および、参加者の普段の行動に対して点数で評価する（バイアス克服度）。
- (3) 点数の結果から現状の克服度を理解することで今後の対策行動の動機付けとする。この繰り返しを行うことで、徐々に認知バイアスを克服していくことが期待できる。

2 回のワークショップを通して、火山災害の対応における認知バイアスへの理解や対策の考案を促す効果や認知バイアスの緩和が期待できることがわかった。しかし、毎回同じバイアスを扱うと参加者が飽きてしまう可能性や文字や情報量が多く、理解しづらくなってしまいう場合もあったことが課題であると述べられていた。今後は対象ユーザーの拡大や話し合った内容を自動的に文字起こしする機能の追加などが述べられていた。また、上杉らは利用者が地域

^{†1} 大阪工業大学 情報科学部

内の災害危険リスクを学び、理解する動機を与えるように設計されたモバイル向け位置情報ゲームアプリの防災教育への活用の可能性を検討した[6]。実験場所は甲佐町周辺で参加者はその地域に居住する児童生徒 13 名およびその保護者を中心とした大人 12 名である。実験結果よりハザードマップを見ただけでは把握できない現地の状況や避難ルートを確認する動機づけを与え、児童生徒が主体的・体験的に防災について学ぶ力を養うことができることが確認できた。児童生徒の発達段階によるクイズのレベル分けやアプリ使用中の安全性の確保は、今後の展開において大きな課題である。

表 1 訓練方法

人数	4~5人でグループを組む
訓練ツール	Web アプリケーション
訓練場所	対面、遠隔接続どちらでも可能
所要時間	60分
訓練頻度	年2回程度

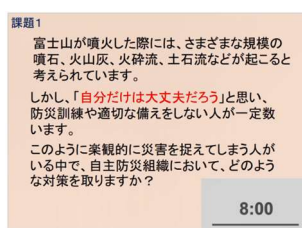


図 1 課題1 (楽観性バイアス)

2.3 仮想空間内での防災訓練システム

仮想空間内での没入感が得られる避難訓練システムはいくつか存在し、菊池らは、行動心理と体験学習に基づく避難訓練システムを開発した[7]。このシステムでは、避難優先者である児童や生徒、学生が主体的に考え、避難訓練をするということに着目している。しかし、シナリオが一边倒であるため、複数回の体験により、訓練が作業化するという問題がある。また中本らは、屋内で地震による家具転倒やガス栓などからの出火を体験し、家具の留め具や日頃からのガスの元栓をしめるなどの行動を行うことで減災につながるシステムを開発した[8]。しかし、こちらも同じく、シナリオ通りに進行してしまう。

2.4 本研究でのアプローチ

上記の研究を含め従来研究では災害時における認知バイアスを考慮したシステムではなく、それぞれのコンセプトをもっている。それらに対し、本研究では VR 空間内で災害を再現することで様々な災害やそれに伴うシナリオを作成することが可能であり、認知バイアスを考慮したシステムの作成を目的としている。そして、点数で評価すること

により、認知バイアスの緩和や災害意識の向上が期待できるのではないかと考えられる。

3. 提案手法

3.1 システム

本研究では仮想空間内でいくつかのシナリオの中から指定されたタスクを行い、震災が起きた場合に認知バイアスに左右されることがなく、無事に正しい避難行動を行うことが出来るのかをフィードバックする。体験者のとった行動と適切な行動を比較し、フィードバックすることは、自身の行動に対する気づきを与えるうえで重要な機能の一つである[9]。また、体験者の行動でどのような結果になるのかをシミュレーションできるシステムでもある。また、各シナリオにはフェーズ1とフェーズ2が存在する。フェーズ1では災害が起こるが認知バイアスが邪魔をして避難しないという結果を体験する。そしてフェーズ2ではフェーズ1で体験者が認知バイアスに気づくことができるとシナリオで想定された認知バイアスをシステムに反映される。図2がシステム全体のフローチャートである。

仮想空間内で体験するために Meta 社が提供している MetaQuestPro もしくは MetaQuest2 を使用する。また、本システムは Unity Technologies が提供するゲームエンジンである Unity を使用して自作するものとする。

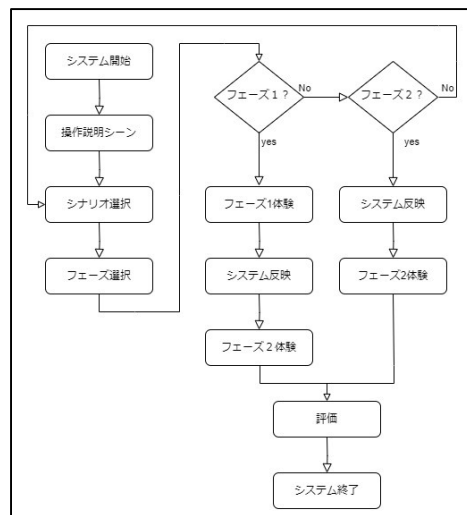


図 2 システムフローチャート

3.2 操作方法

主な操作として、左スティックは移動、右スティック視点変更、トリガは選択、グリップはものをつかむの4つである。MetaQuestPro と MetaQuest2 どちらも視点変更はコントローラ、VR ゴーグルどちらも対応している。

3.3 シナリオ

現実空間での普段の生活を行っている場面を想定して作成する。現在は新しい町に引っ越しを行い、その後災害が起こる「シナリオ1」という1つのシナリオを作成済みである。

「シナリオ1」は引っ越し荷物の移動、隣人さんへの挨拶、町の地図検索などのタスクが存在する。また、このシナリオで想定している認知バイアスは「NPC との会話」、「避難経路の確保」、「避難場所の検索」の3つが存在する。3つの認知バイアスが重なり、フェーズ1で災害時に避難しないという状況を生む。災害時に生じやすい認知バイアスとして「同調性バイアス」、「正常性バイアス」、「楽観性バイアス」などがあげられる[10]。シナリオを作成する上でこれらのバイアスに考慮する。

3.4 NPC との会話

隣人さんをNPCとする。新しい町に引っ越してきた体験者が挨拶をする際に図3のような返答がくる。ここで体験者は周りの人に合わせてしまう認知バイアスの1つである同調性バイアスに影響されてしまう。

対策として、図4のように災害時に避難する意思を強くもつことができるようになる。



図3 NPC との会話

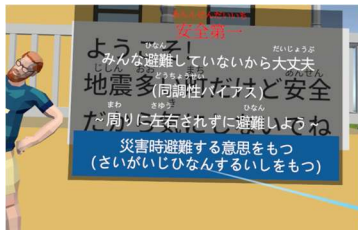


図4 NPC との会話対策後の選択肢

3.5 避難経路の確保

地震で本棚が倒れてしまい、図5のように避難経路を塞いでしまう。ドア付近に大きな荷物やインテリアを置いても問題ないという認知バイアスの1つである正常性バイアスに影響されてしまう。

対策として、フェーズ2では図6のように本棚を固定化できるようにする。

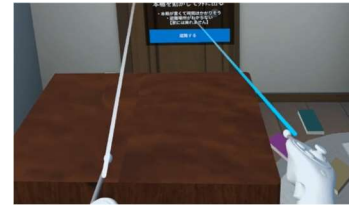


図5 避難経路を塞ぐ本棚

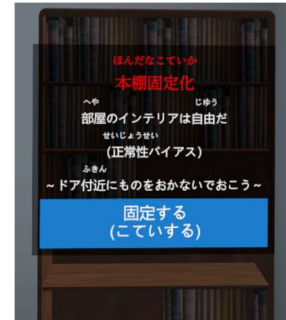


図6 本棚対策後の選択肢

3.6 避難場所の検索

新しい町に引っ越してから地図を調べるタスクがあるが、避難場所がどこにあるかはわからない。そのため、避難する際に図7のように避難する場所が指定できない。

対策として、フェーズ2では図8のように避難場所を検索できるようにする。選択肢を実行すると図9のように3つのwebサイトの情報を得ることができる。



図7 避難場所の選択 (場所指定不可能)

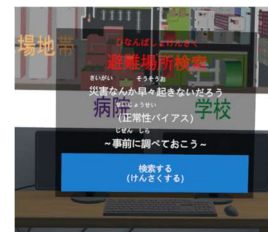


図8 避難場所検索対策の選択肢

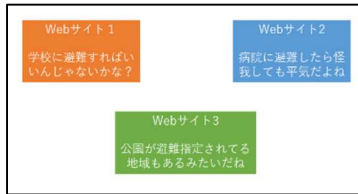


図9 避難場所検索の結果

3.7 認知バイアスの可視化

システムに反映させる認知バイアスを図10のように視覚的に見えるようにする。想定された認知バイアスに体験者が気づいた場合は青色で表示し、気づけなかった場合は赤色で表示する。青色のオブジェクトは触れることができ、コントローラを使用することでオブジェクトを動かすと対策が表示される。ここでの行動は認知バイアスに気づき、心の靄を晴らすというゲーム性を取り入れている。赤色のオブジェクトは当たり判定がなく、触れることができない。正しい事象だけでなく、誤りを可視化することで気づきを促進することができる[11]。

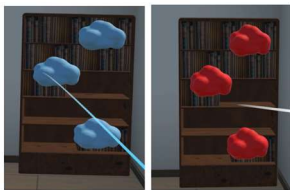


図10 認知バイアスの可視化オブジェクト

3.8 避難シーン

フェーズ2では避難することが可能となる。災害後、部屋に滞在し続けると避難する意思がないとみなされ、システムは終了し、評価画面に移る。避難することを選択すると避難シーンに移動する。体験者が「避難場所の検索」に気づき、それを行動に移すと図11のように3つの場所を選択することができる。もし気づくことができなければ図7のように選択することができないようになっている。

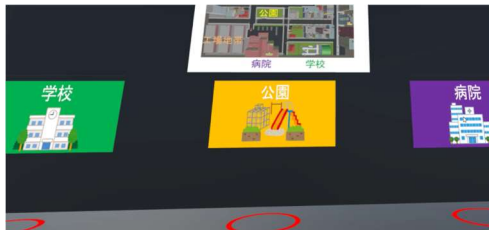


図11 避難場所の選択 (場所指定可能)

3.9 評価方法

フェーズ2終了後、システム内で体験者の行動を点数評価する。評価項目と点数は表2に示す。「避難する意思はあるか」、「避難できたか」「認知バイアスに気づき、行動したか」これらの3つの評価項目がある。「避難する意思はある

か」は災害後、家にとどまらず、避難できると10点、「避難できたか」は正しい場所に避難することができれば30点、「認知バイアスに気づき、行動したか」は「ふりかえり」の議論で出た意見からシステム関係者が想定した3つの認知バイアスに類似する項目60点となり、合計100点である。また、正しい避難場所の解説が図12である。

表2 評価点数の項目

項目	評価と点数		
	○	△	×
避難する意思はあるか	部屋から出る(10)		部屋に残る(0)
避難できたか	学校に避難(30)	公園に避難(15)	病院に避難(0)
認知バイアスに気づき行動したか	3つ(60)	2つ(40)	1つ(20) それ以外(0)

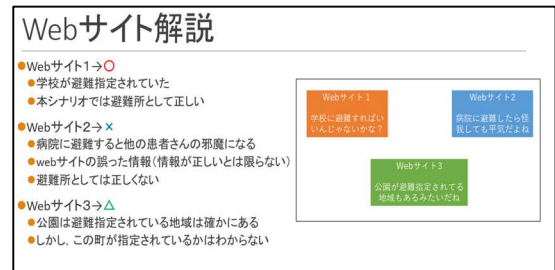


図12 避難場所検索の解説

4. 実験

4.1 手順

本実験は大阪工業大学における人を対象とする倫理委員会の審査(2023-44)に基づき実施する。

以下の図13がおおまかな実験手順である。時間配分として①～③を5分～10分、④を10分、⑤～⑦を5分～10分、⑧を10分の合計約35分程度とする。また、グループでの実験とし、1グループ4人で代表者1名が体験者、残り3名は体験者の画面をモニターで見る観測者とする。

事前説明として本研究の目的などの説明は一切しない。体験者にはVRの防災訓練と説明し、実験を行う。④のふりかえりでは①～③のフェーズ1で体験者はなぜ災害時に避難しなかったのかその要因を話し合ってもらい、⑤～⑦のフェーズ2に話し合ってもらった内容をシステムに反映する。フェーズ2がおわり、スコアが表示される。最後に⑧で本研究の目的や認知バイアスについての説明を行い、実験終了とする。また、システム体験前と後でアンケートを実施し、システムの有用性を測る。



図 13 実験手順

4.2 参加者

地元商工会議所主催の BCP セミナに参加させていただき、20 代女性 1 名、40 代男性 1 名、60 歳以上の男性・女性 6 名の計 8 名に協力していただいた。また、大学内でも実施し、大学生 8 名にも協力していただいた。

1 グループ 4 人の実験のため、今回は 4 回の実験を行ったとする。また、BCP セミナのグループをそれぞれ A グループ、B グループとし、学内でのグループをそれぞれ C グループ、D グループとする。

4.3 結果

各会場での実験のアンケート結果を図 14、図 15、図 16、図 17 に示す。

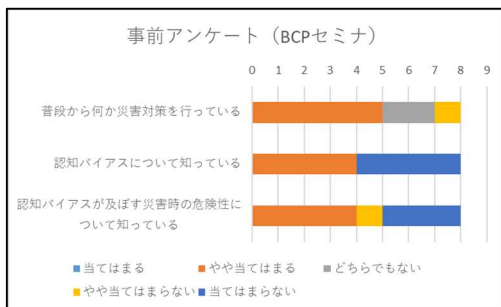


図 14 BCP セミナでのシステム体験前アンケート

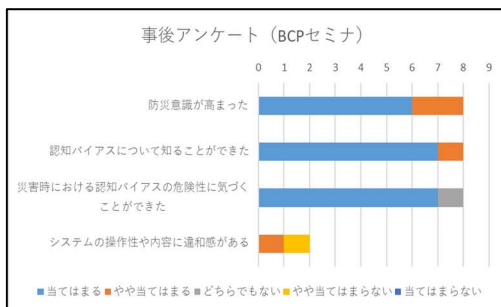


図 15 BCP セミナでのシステム体験後アンケート

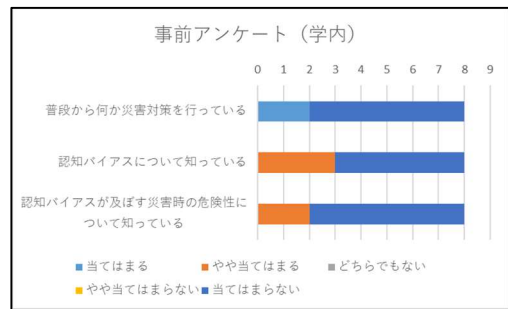


図 16 学内でのシステム体験前アンケート

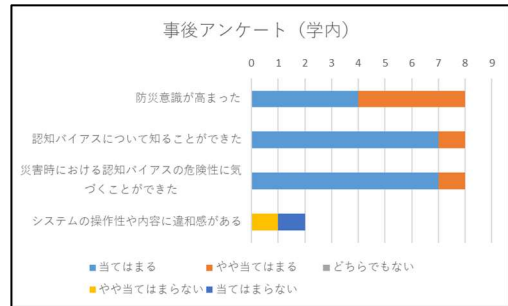


図 17 学内でのシステム体験後アンケート

各グループが「振り返り」での議論で出した意見をまとめたものを図 18 と図 19 に示す。ふりかえりでの議論で C グループのみがシステム関係者が想定した認知バイアスのうち 1 つに気づけなかった。

- Aグループ
 - 地震がおさまってから大丈夫
 - 外の様子がわからない
 - 隣さんが言っていた
 - 本棚
 - 避難場所がわからない
- Bグループ
 - 地震がひどくなかった
 - 本棚が倒れて出れなかった
 - 隣さんの言葉
 - 引っ越してきたばかりでどこに避難するべきかわからない

図 18 BCP セミナでの各グループの意見

- Cグループ
 - 本棚が倒れていた→どけるのがめんどくさい
 - 隣人の言動のせい
 - 隣人の言動から地震対策を事前にすべき
- Dグループ
 - どこに避難するかわからなかった
 - 隣人のせい(言動)
 - 本棚が邪魔
 - 情報不足(外の確認や周りの人の声が聞こえなかった)
 - 地震をなめていた

図 19 学内での各グループの意見

システム内での各グループの点数評価を表3に示す。

表3 各グループの点数評価

項目	実験グループと点数評価			
	Aグループ	Bグループ	Cグループ	Dグループ
避難する意思はあるか	○	○	○	○
避難できたか	○	○	○	○
認知バイアスに気づき行動したか	○	○	△	○
合計点数	100	100	80	100

5. 考察

アンケート結果より、本研究の目的である「災害時における認知バイアスの危険性」について知ることや自身で気づくことができたのかという項目が1名を除き、当てはまるまたはやや当てはまると回答している。また、「振り返り」での議論では図14と図16で示されているアンケート項目の認知バイアスについて知っている人ばかりが回答するのではなく、各グループで話し合っただけで1人1人が意見を出し合っていた。このことからシステムの有用性が伺える。しかし、図15のどちらでもないと回答した人や図18の「地震がひどくなかった」と回答した人がある。これらの原因としては、いずれも体験者ではなく、観測者の意見であることから、VRゴーグルを装着していなく、モニタの画面をみている観測者には体験者ほど没入感はなく、伝わりにくいのではないかと考えられる。また、高齢者の方が多いBCPセミナーでは操作が難しく、上手く進行できないような場面が見受けられた。これらの解決方法として大人用と高齢者用の設定を作成し、システム起動中に切り替えられる機能の実装など行えば可能であると考えられる。そして、図19と表3より、Cグループのみが「避難場所の検索」の認知バイアスに気づけなかったため、80点であることがわかる。Cグループは大学生のチームであり、BCPセミナーのAとBグループよりも年齢が低いことや情報系の大学であることから、スマホなどインターネットで災害後でも調べることができると思ってしまうのではないかと考えられる。

6. おわりに

本研究では、災害時における認知バイアスを考慮した体験者への意思決定を支援するシステムの作成を目的とし、システムの有用性について実験を16名の方に実施した。その結果、本システム体験による気づきを通して最終的には3チームが100点、1チームが80点を記録し、今回の実験ではシステムの有用性を確認できた。

今後の展望として、現在は1つだけであるが、多くのシナリオがあれば、現実空間での災害知識の向上や認知バイ

アスへの気づきが早急になる可能性が高くなる。そのため、シナリオの増加が課題となる。また、グループ実験での更なる検証と個人での周期的なシステム実験で認知バイアスを忘れていないかの検証を行うことでよりシステムの有効性がみられると考えられる。システムの改善と実験での情報収集が大まかな今後の課題である。

謝辞 本研究の実験に協力していただいた皆様に、謹んで感謝の意を表す。

参考文献

- [1] 内閣府 “災害を受けやすい日本の国土”，
<https://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h18/bousai2006/html/onmon/hm01010101.htm>, (参照 2023-12-20).
- [2] 総務省 “平成30年7月豪雨の教訓とICT”，
https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r01/html/n_d124440.html (参照 2023-12-20).
- [3] 医療法人社団, “日常を取りまく様々な認知バイアス”,
<https://heisei-ikai.or.jp/column/cognitive-bias/>(参照 2023-12-20).
- [4] Jie Fan, Baoyin Liu, Xiaodong Ming, Yong Sun & Lianjie Qin, “The amplification effect of unreasonable human behaviours on natural disasters”, *Nature*, 20 September 2022
- [5] 今野裕三, 高島帆風, 小檜山雅之, 吉本充宏, 久保智弘 “火山災害対応における認知バイアスを克服するための訓練ツール”, 地域安全学会論文集 2021年 39巻 p. 233-243
- [6] 上杉昌也, 森山聡之, 小山和孝, 和田亨, 新山悠紀, 石本俊亮, “地域防災のための防災教育に向けた位置情報ゲームアプリケーションの活用可能性”, 都市計画報告集 2023年 22巻 2号 p. 287-292
- [7] 板友朋基・吉村達之, “複合現実による災害想定没入体験アプリ DisasterScope の開発と避難訓練における活用”, 日本災害情報学会誌, 2018年 pp.191~198
- [8] 中本涼菜, 谷岡遼太, 吉野孝, “VRを用いた被災疑似体験とその対策を繰り返すことによる防災教育システムの提案”, 日本災害情報学会, 2017年 pp.1-2
- [9] 和栗百恵, “「ふりかえり学習」-大学教育におけるふりかえり支援のために-”, 国立教育政策研究所紀要, 2010年, 第139集, pp.85~100
- [10] 菊池聡, “災害における認知バイアスをどうとらえるかー認知心理学の知見を防災減災に応用するー”, 日本地すべり学会誌, 2018年 55巻 6号 p. 286-292
- [11] 平嶋宗, 堀口知也, “誤りへの気づきを促進する誤りの可視化に関する研究”, 日本科学教育学会年会論文集 28巻, 2004年