

## 避難訓練 VR におけるリプレイ機能を用いた振り返り支援

### Reflection Support with Replay Function in Evacuation Training VR

市野 有朔\*<sup>1</sup>, 大江 海斗\*<sup>1</sup>, 光原 弘幸\*<sup>2</sup>, 獅々堀 正幹\*<sup>2</sup>

Yusaku ICHINO\*<sup>1</sup>, Kaito OE\*<sup>1</sup>, Hiroyuki MITSUHARA\*<sup>2</sup>, Masami SHISHIBORI\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup> 徳島大学大学院創成科学研究科

\*<sup>1</sup> Graduate School of Sciences and Technology for Innovation, Tokushima University

\*<sup>2</sup> 徳島大学大学院社会産業理工学研究部

\*<sup>2</sup> Graduate School of Technology, Industrial and Social Sciences, Tokushima University

Email: c612335045@tokushima-u.ac.jp

**あらまし**：避難訓練 VR が盛んに研究開発されており，防災学習のひとつとして期待されている．本研究では，徳島大学キャンパスを 3D モデル化した避難訓練 VR を開発し，訓練参加者の避難行動の振り返り支援を検討している．VR 内で簡易的な避難訓練を実施し，1 人称及び 3 人称視点のリプレイ機能による振り返り支援の効果について調査した．その結果，両視点において被験者の防災意識の向上などがみられ，リプレイ機能による振り返り支援が有効であることがわかった．

**キーワード**：Virtual Reality (VR)，VR ヘッドセット，1 人称/3 人称視点，避難訓練，振り返り支援

#### 1. はじめに

日本は長年，地震や津波などの災害による脅威に晒されてきた．したがって，災害に対する備えが重要とされ，例えば，避難訓練が定期的実施されている．しかし，防災意識が低いなどの理由から，積極的な避難訓練参加者は多くない．このような状況を改善するために，近年注目を集めている VR が避難訓練に応用されている．さまざまな災害状況を 3D 空間内でシミュレートし，安全な環境で繰り返し避難を疑似体験させることで，防災意識の向上や避難知識の獲得が期待できる．例えば，地震火災の延焼を忠実に再現した避難訓練 VR が存在する<sup>(1)</sup>．

しかし，従来の避難訓練の多くは避難経路をたどるだけであり，参加者自らに避難行動を考えさせず，避難行動の振り返りを取り入れることも少ない．従来の避難訓練と同様，避難訓練 VR において避難行動を振り返ることは重視されていない．そこで，避難訓練 VR の効果を高めるために，振り返り支援が必要となる．

本研究では，避難訓練 VR における振り返り支援の確立をめざし，振り返り支援としてリプレイ機能を実装した．そして，この機能を 1 人称視点と 3 人称視点で比較実験した．

#### 2. 避難訓練 VR

本研究では以下の要件を定めて避難訓練 VR を開発している．

1. 高性能な PC 以外でも動作する．
2. 災害状況をリアルに表現する．
3. 避難行動の振り返りを可能にする．

現在のところ，VR ヘッドセットの Meta Quest 2 で動作し，ゲームエンジン Unity を用いて地震火災の避難訓練 VR を開発している．

##### 2.1 避難訓練における振り返り

避難訓練 VR では，参加者の避難行動を映像 (VR



図 1 リプレイ機能の 1 人称 (左) / 3 人称 (右)

ヘッドセットの画面キャプチャ)として記録しリプレイすることが可能である．参加者が避難行動を映像で振り返ることで，避難の成功/失敗要因に気づくことができるなど，訓練効果の向上につながる．

避難行動に対して即座にフィードバック (適切/不適切) を表示することで，その場での振り返りを誘発する避難訓練 VR<sup>(2)</sup>が存在する．本研究では，避難行動を終えた後 (避難場所に到着した後など) の振り返りを取り扱う．

##### 2.2 振り返り支援機能

振り返りを含む避難訓練の流れを以下に示す．

1. 仮想空間において不意打ちで地震を発生させる．【避難行動の開始】
2. 制限時間内に避難場所にたどり着けば，避難成功．たどり着けなければ，避難失敗となる．【避難行動の終了】
3. 参加者が任意のタイミングで振り返りを開始する．【振り返りの開始】
4. 避難行動のリプレイ映像を見て振り返る．映像の一時停止と巻き戻しが可能．
5. 振り返りの結果 (気づきなど) をテキストデータなどで入力する．【振り返りの終了】

リプレイ機能は，ボタン操作により視点を 1 人称と 3 人称に切り替え可能である (図 1)．

- 1 人称：参加者の避難時の視界を再生する．
- 3 人称：VR ヘッドセット付属コントローラースティック操作で，参加者アバタを中心にカメラを回転・移動させることで，移動経路や視界外など周辺状況を容易に確認できる．

### 3. 評価実験

1 人称/3 人称視点のどちらが振り返りに適しているかを明らかにするため、簡易的な避難訓練を通じて比較実験を実施した。

#### 3.1 実験設定

徳島大学理工学部キャンパスの 3D 仮想空間を用意し、被験者である徳島大学の学生 10 名を無作為に次の 2 グループに分割した。

- グループ F (5 名) : 1 人称視点リプレイ機能を用いて避難行動を振り返るグループ
- グループ T (5 名) : 3 人称視点リプレイ機能を用いて避難行動を振り返るグループ

以下の流れで実験を実施した。

1. 被験者は事前アンケートで災害経験や VR 経験を回答する。
2. VR ヘッドセットとコントローラを装着し、VR 講義棟内の指定された講義室へ行く。
3. 緊急地震速報が鳴り地震が発生する。直後に火災警報も鳴る。
4. 避難行動を開始する。火災発生に伴い、講義棟外が避難場所になる。
5. 避難途中、炎や負傷者を目撃する。
6. 1 階出口を出る。振り返りが開始される。
7. 振り返り終了後、事後アンケートに回答する。

#### 3.2 結果と考察

##### (1) システムログ・視点映像

巻き戻し回数と一時停止回数の平均値と標準偏差を表 1 に示す。どちらもグループ T の平均値がグループ F を上回った。t 検定の結果、巻き戻し回数に有意差 ( $t(10) = 2.683, p = 0.028$ ) がみられた。視点映像を分析したところ、3 人称視点が他の避難経路や危険個所に気づきやすく、それらを探したり確認したりするために巻き戻しを多用したと考えられる。一方で、事後アンケートの自由記述から、リプレイ中に自分を見失い避難行動を再度確認するために巻き戻しを利用したこともわかっており、操作性に起因する結果であるとも考えられる。一時停止回数については、有意差はみられなかったものの、3 人称視点では映像を一時停止して広範囲を確認できることが平均値の増加につながったと考えられる。

##### (2) アンケート

5 段階評価で尋ねた事後アンケートの平均値と標準偏差を表 2 に示す。すべての項目について、t 検定による有意差はみられなかった。グループ F は自分の視点と限られた視野で振り返ることになるため、没入感と恐怖感が低くなったと考えられる。グループ T では自分のアバタを後方から俯瞰する形で客観的に避難行動を振り返ることになるため、没入感と恐怖感が低くなったと考えられる。一般的に VR では没入感の向上をめざすが、振り返りにおける没入感の取り扱いについては議論を要する。また、過度な恐怖感避けるべきとの考えもあり、適度な恐怖感についても議論を要する。防災意

表 1 巻き戻しと一時停止の回数

項目	F の平均値 (標準偏差)	T の平均値 (標準偏差)
巻き戻し回数	0.2 (0.45)	2.8 (1.79)
一時停止回数	1.0 (1.73)	3.6 (2.3)

表 2 事後アンケートの結果

項目	F の平均値 (標準偏差)	T の平均値 (標準偏差)
没入感	4.2 (0.837)	3.8 (0.837)
恐怖感	3.0 (0.707)	2.6 (1.14)
防災意識向上	3.8 (0.837)	4.4 (0.894)
操作性	3.8 (0.447)	3.2 (1.095)
視認性	3.6 (0.548)	3.2 (0.837)
シーンシーク	4.0 (0.707)	4.4 (0.548)

識については、両グループとも高い平均値を示した。自由記述に「避難ルートの確認が大事だと感じた」といったリプレイ機能に対する肯定的な感想が見られたことから、1 人称 3 人称問わずリプレイ機能による振り返りが防災意識を向上させたと考えられる。

リプレイ機能の操作性と視認性についてはグループ F の平均値が上回った。特にグループ T から「視点の中心が足元で地面にめり込んでしまう」「アバタを光らせて現在地をわかりやすくする」といった課題や改良点が指摘されたことから、自由度の高いカメラ操作は被験者にとって扱いづらかったと考えられる。シーンシーク (見たいシーンを見られたか) については、両グループで平均値が 4.0 以上となっており、1 人称 3 人称問わず容易に振り返るべき箇所を探ることができたといえる。

以上の結果と考察から、1 人称/3 人称それぞれに利点があり優劣をつけるのは難しいが、人称視点を適宜切り替えながらリプレイ機能を活用して振り返ることが有効であると結論づけたい。

### 4. おわりに

本稿では、避難訓練 VR におけるリプレイ機能を用いた振り返り支援とその比較実験について述べた。今後は、実験で指摘された 3 人称視点カメラの機能改善などに取り組みながら、実践的な避難訓練を通じて、より詳細に訓練効果を明らかにしていく。

#### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP18H01054 ならびに 23H01004、徳島大学理工学部令和 4 年度先端理工学教育研究プロジェクト(No.2022-01)の助成を受けた。

#### 参考文献

- (1) 小林 大吉ほか：“VR(仮想現実)を用いた地震火災時の市街地延焼からの避難行動特性”，地域安全学会論文集，第 31 巻，第 2 号，pp.59-68 (2017)
- (2) Feng, Z., et al. “Exploring spiral narratives with immediate feedback in immersive virtual reality serious games for earthquake emergency training”, Multimedia Tools and Applications, Vol.82, pp.125-147 (2023)