

防災教育における避難誘導者向けの学習システムの検討

Study on a Learning System for Evacuation Guides in Disaster Prevention Education

石崎 仁湖^{*1}, 大井 翔^{*1}, 今井 弘二^{*1,2}

Niko Ishizaki^{*1}, Sho Ooi^{*1}, Koji Imai^{*1,2}

^{*1} 大阪工業大学情報科学部

^{*1} Osaka Institute of Technology, Faculty of Information Science

^{*2} 国立研究開発法人情報通信研究機構

^{*2} National Institute of Information and Communications Technology

Email: niko.ishizaki@mix-lab.net, sho.ooi@outlook.jp

あらまし：本研究では、避難誘導を体験的に学習できる 3D オブジェクトを用いた避難誘導体験システムを構築し、その学習効果を検証した。大学生 14 名を対象に行った実験の知識テストおよび行動評価の結果、体験前後で得点の有意な向上が確認され、避難誘導体験による学習効果が示唆された。

キーワード：防災教育、避難誘導、VR

1. はじめに

日本は地震や火災などの自然災害が頻発する国であり、災害時における迅速かつ適切な避難行動が重要とされている。東日本大震災では、200 校以上の学校で児童・生徒がパニックに陥ったことが報告されており、学校現場における避難誘導の難しさが明らかになった⁽¹⁾。一方、従来の避難訓練は安全上の制約から、現実に近い緊張感を伴う訓練の実施が困難であるという課題がある。そこで本研究では、避難誘導を体験的に学習できるシステムを構築し、その学習効果について検証することを目的とした。

2. 関連研究

避難体験を行うシステムや、避難誘導システムについての研究は多数報告されている。「Disaster Scope⁽²⁾」は、浸水や火災時の煙といった被災状況を現実空間に重ねて提示する AR アプリで小学校での実践を含め、意識向上の有効性を示している。他にも、AR エージェントを用いた誘導が空間理解や避難経路の把握を支援する可能性を示した研究もある⁽³⁾。

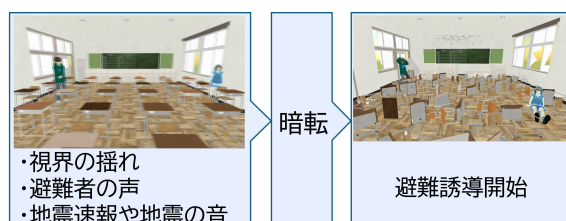


図 1: 使用する映像の構成イメージ

これらの研究は、AR 技術を用いて災害状況や避難情報を可視化することで、危機意識の向上や避難行動の支援に有効であることを示している。一方で、避難誘導者自身が状況を判断し、指示行動を学習することを目的とした研究やシステムにつ

いては、十分に検討されていない。本研究では、体験者が避難誘導者の立場で行動や発話を行う体験に着目し、避難誘導行動の学習効果を検証する点に特徴がある。

3. 避難誘導体験システム

本システムの要件は、先行研究⁽⁴⁾を踏まえて設定した。先行研究では、360 度画像を用いた避難誘導システムの有効性が確認された。一方、「動的要素がない」、「災害発生を体験者自身が認識していない」といった課題が見られた。これらの課題点を踏まえ、本研究では「被災状況を再現可能な環境」、「複数人・遠隔で体験可能な環境」、「災害発生を自律的に認識できる提示手法」の 3 つの要件を設定した。

「被災状況を再現可能な環境」という要件を満たすため、Unity 上で被災した教室環境を構築した。教室アセットを基に、机や椅子によって散乱状態を再現したほか、壁面や天井にはひび割れテクスチャを適用した。窓ガラスについては、一部透過処理を施したテクスチャを用いることで破損表現を行った。これにより、体験者が自由に視点移動しながら被災状況を把握できる環境を実現した。

「複数人・遠隔で体験可能な環境」を満たすため、複数人が同一の仮想空間に同時参加可能な XR プラットフォーム「みなっば」⁽⁵⁾を用いた。体験者は避難誘導者と避難者の役割に分かれ、音声コミュニケーションを通じて避難誘導を行う。これにより、避難誘導者が実際に人に対して指示を出し、その反応を確認しながら行動する状況を再現した。また、遠隔地からの参加も可能とすることで、場所に依存しない体験環境を構築した。

「災害発生を自律的に認識できる提示手法」という要件を満たすため、体験開始時に避難誘導の例文や状況説明を直接提示するのではなく、図 1 のような災害発生を示す映像と音声によって状況を提示した。具体的には、教室内の日常的な映像から、緊急地震速報音、視界の揺れ、振動音を伴う映像へと遷移させ、その後被災後の教室環境へ切り替える構成とした。これにより、体験者自身が地震発生を認識し、状況判断を行う体験を促した。

4. 実験

本研究では、前章のシステムの学習効果を測定するため大学生 14 名を対象に実験を実施した。今回は体験環境 (アバタの見た目の差, 移動方法の違い, 当たり判定の有無など) による学習効果の違いを検討するため, cluster で体験を行う cluster グループとみなっばで体験を行うみなっばグループに分け, それぞれ 7 名の体験者とした。実験工程を図 2 に示す。最初に体験者へ「子ども向けのイベントに関係者として参加しており, 周囲には子どもしかいない状態」であることを伝えた。次に後述する知識テストを回答してもらい, 体験前質問紙調査では被災経験の有無などを回答してもらった。その後体験を行い, 体験後はフィードバックを行う。1 週間後に再度テスト, 体験, フィードバックを行い, システムの良かった点などについて回答してもらった。

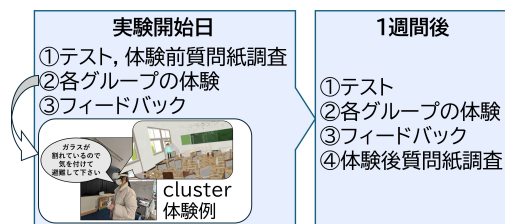


図 2: 実験の工程

本研究での評価方法は、避難誘導体験による学習効果を評価するため, 知識の習得および行動の習得の 2 つの観点から評価を行った。知識の習得度は, 「学校防災マニュアル (地震・津波災害) 作成の手引き」⁽⁶⁾ を参考に自作した避難誘導に関する 15 問の四肢択一テストを用いて評価した。テストは体験前後に同一内容で実施し, 得点の変化を比較することで学習効果を検証した。

表 1: 評価基準の詳細

評価指標	評価基準
指示内容	<ul style="list-style-type: none"> 危険な箇所+どう行動すべきかを伝える指示が 5 回以上ある こそあど言葉を用いた曖昧な指示がない
優先順位	<ul style="list-style-type: none"> 地震発生直後に避難者へ安全確保を促す指示を行っている 避難開始前に避難者の安全状況を確認する行動が見られる
不適切行動	<ul style="list-style-type: none"> 屋外への飛び出しがない 危険な場所を動き回る行動がない

行動の習得度は, 体験中の発話内容を基に評価した。評価指標として, 「指示内容」, 「優先順位」, 「不適切行動」の 3 指標を設定し, それぞれに対して事前に評価基準を 2 項目設けた。評価基準の詳細を表 1 に示す。各基準を満たしていれば 1 点とし, 各指標 0~2 点の 3 項目で最高 6 点として評価得点を算出した。体験前後の評価得点を比較することで, 避難誘導行動の変化を分析した。

本実験は, 大阪工業大学ライフサイエンス実験倫理委員会の承認 (承認番号 2025-12) を得て実施した。

5. 結果と考察

知識テストの得点と行動の得点の結果を表 2 に提示する。さらに, 体験前後の検定を Wilcoxon 符号付順位検定を用いて

行った結果を表 3 に提示する。また, グループ間の差について Mann-Whitney の U 検定を行ったが, $p = 7.91 \times 10^{-1} \geq 0.05$ と有意な差は見られなかった。

表 2: 知識と行動の得点結果

	知識得点		行動得点	
	前	後	前	後
cluster	10.57	12.14	2.00	5.29
みなっば	11.14	13.43	2.86	5.00
全体	10.50	12.39	2.43	5.14

表 3: 体験前後の検定結果

	p 値	
	知識得点	行動得点
cluster	1.05×10^{-1} n.s.	2.18×10^{-2} *
みなっば	3.35×10^{-2} *	3.35×10^{-2} *
全体	6.04×10^{-3} **	1.52×10^{-3} **

表 2 を見ると, 全体では知識, 行動ともに得点が向上しており, 表 3 を見ると有意差も確認されたことが分かる。このことから, 本システムの避難誘導体験を通じて知識, 行動の習得という学習効果が得られる可能性が考えられる。一方, cluster とみなっばを比較すると, 知識得点はみなっばの方が, 行動得点は cluster の方がより向上傾向にあることが分かる。このことから, 体験形式の違いによって学習効果に差が生じる可能性が考えられるが, グループ間の有意差が見られなかったことから, 明確に判断することは出来ない。また, 本システムの良かった点では地震の突発性や実際に誘導を行える点が評価され, 悪かった点では避難者が 1 人であったことが挙げられた。

6. まとめ

本研究では, 避難誘導体験システムを構築し, その学習効果について検証した。その結果, 体験前後で知識および行動の得点が有意に向上し, 学習効果が得られる可能性が示された。一方, cluster とみなっばの比較ではグループ間に有意差は認められず, 体験形式の違いによる学習効果の差を明確に示すには至らなかった。また, 体験の突発性や実際に誘導行動を行える点が評価される一方, 避難者人数に関する課題も示された。

参考文献

- 文部科学省: 東日本大震災における学校等の対応等に関する調査研究報告, https://www.mext.go.jp/a_menu/kenko/anzen/1323511.htm. (閲覧日: 2025 年 11 月 28 日)
- 板宮朋基, 吉村達之: “複合現実による災害想定没入体験アプリ disaster scope の開発と避難訓練における活用”, 災害情報, Vol.16, No.2, pp.191-198 (2018)
- Quehong Gan, Zhen Liu, Tingting Liu, Yanjie Chai: “An indoor evacuation guidance system with an ar virtual agent”, Procedia Computer Science, Vol.213, pp.636 – 642 (2022)
- 石崎仁湖, 大井翔, 今井弘二: “防災教育における避難誘導者向けの学習システムの検討”, 日本災害情報学会 (2025)
- NICT 情報通信研究機構: Nict 発技術で現場の課題を解決 xr 体験共有プラットフォーム みなっば, https://www.nict.go.jp/riac/usecase_Minappa.html. (閲覧日: 2025 年 11 月 28 日)
- 文部科学省: 学校防災マニュアル (地震・津波災害) 作成の手引き, https://www.mext.go.jp/a_menu/kenko/anzen/1323513.htm. (閲覧日: 2025 年 12 月 17 日)