

令和 6 年 5 月 10 日現在

機関番号：53401

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K14108

研究課題名（和文）科学技術(MR)と防災教育のフュージョンで実現化する体験型防災訓練システムの開発

研究課題名（英文）Development of disaster prevention training system by the fusion of mixed reality and disaster prevention education

研究代表者

大和 裕也 (Yamato, Yuya)

福井工業高等専門学校・環境都市工学科・准教授

研究者番号：70831220

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：体験型防災訓練のシミュレータの開発を行い、児童を対象としてグループ学習の有効性の検証を行った。仮想空間での体験型防災訓練を実施し、危険性が高い教室や部屋がある場合の回避方法をグループで話し合いながら避難行動を確認させた。本研究の結果として、実際にゲーム感覚で操作することによりモチベーションを高く持ち、能動的に行動できたと考える。さらに、グループ学習を行うことにより、メンバー間で知識のインプット・アウトプットがあった。本研究の結果を一部に含んだ内容で1回の国際学会発表、また論文2編が国際誌に掲載された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

体験型防災訓練のシステム開発を行う本研究は、科学技術と防災教育の融合である。これまでバーチャル技術を用いた教材などはみられるが、動画で視認するにとどまっており、本研究のように、MRを用いてグループ学習による話し合いやジェスチャー操作による体験学習の開発またはその効果は検証されていなかった。MRを用いグループで情報を共有しながら避難行動や避難方法に関する討論を行うことで教育的効果を分析しているものは、今後の防災教育のあり方を述べる研究であり、学術的意義がある。

研究成果の概要（英文）：The researchers developed a simulator for disaster prevention training system and verified effectiveness of group learning for children. The simulator was used to conduct the disaster prevention training system in a virtual space, and the children were asked to confirm their evacuation behavior while discussing how to avoid room with a high risk factor. As a result of this study, researchers believe that the students were highly motivated to take active actions by actually operating the drill as if it were a game. In addition, there was input and output of knowledge through group learning. The results of this study were presented at one international conferences and two papers were published in international journals.

研究分野：教育工学，防災計画，都市計画，建築計画

キーワード：可視化ツール 防災教育 体験型防災訓練 グループディスカッション

## 1. 研究開始当初の背景

小学校が火災になった場合、火災から逃れるための避難行動が重要であり、避難行動を少しでも迅速にかつ的確に行えるようにしておくためのものが、防災訓練である。近年では、防災訓練の中で児童のために消火訓練を行う場合も多い。小学校で行われている火災の防災訓練は、校内放送が流れ決まった経路で避難を行うような形式化された内容であるが、火災発生時の児童の状況は授業科目により様々である。しかし、状況に応じて毎回内容が異なる防災訓練を行うとしても教員の負担が大きい。また、消火訓練も注目されており、煙を発生させその煙を回避する訓練や、実際に火災を発生させ消防職員が消火する実践的な訓練も行われているため、消防職員の負担が大きい。併せて、形式的な防災訓練を何度も行っても、児童がモチベーションを高く保てず、能動的な学習が期待できないと考えられる。

教員や消防職員の負担軽減、児童に能動的な学習を行う一つの方策として、科学技術を組み合わせた防災訓練が有効であると考えられる。近年、実空間にバーチャルの視覚情報を重ねて表示させる MR の技術開発が進められており、教育分野での活用が注目されている。MR では、建物を 3D モデルで作成するため火災発生場所や火災発生時の状況変更が容易であり、また、災害状況をリアルに表現でき、画面に触らずに操作できるジェスチャー操作による体験型の教育が可能である。

防災訓練の考え方について、国は、自らの命を守り抜くために主体的に行動する態度を育成するため、自らの危険を予測し、回避する能力を高める防災訓練の必要性を述べており、また、災害時には、災害の状況を的確に判断し、主体的に行動する態度を身につける必要がある、としている。さらに、火災などで発生する障害をシナリオとして組み込んだ防災訓練の重要性の記載がみられる。今後の児童の防災訓練として、火災時に自分で行動できる能力を身につけさせるため、日常より効果のある学習環境、自主学習できる環境を提供する必要がある。その効果的な学習方法の一つとして、避難路や煙の回避方法を児童たちが自分で意見を出し合い、自分で考え、ジェスチャー操作により実際に体を動かすことで能動的な学習が期待でき、防災訓練における質の高い学びを実現できると考えられる。

前述の MR とこれからの防災訓練の考え方を踏まえ、本研究では、MR を用いたグループ学習に関する体験型防災訓練に着目した。MR では様々な状況を想定することが可能であり、状況の変更も容易である。科学技術の進歩を体感できるものを教育に利用することにより、実際の火災時のようなリアリティのある体験ができ、教育的効果も高く、教育現場に刺激を与えることができ、有効であると考えられる。

## 2. 研究の目的

本研究は、児童に対する MR の防災教育への有効性を明らかにするため、科学技術(MR)と防災教育の融合で実現化する体験型防災訓練システムの開発を目的として、MR を用いシナリオを用意しグループで話し合いながら、避難路や煙からの回避方法など火災時における避難行動を検討させ、グループ学習の効果を検証する。本研究は、最先端の科学技術を用いた防災訓練のシステムを提案するものである。これまでの防災訓練では準備に手間と時間を要し、広いスペースが必要であったが、準備に必要なものは 3D モデルの作成と MR デバイスへのデータ移行作業のみである。このため、スペースと時間を要しないことに併せ、MR デバイスも今後改良されていき安価で入手できると考えられ、教員や消防職員の負担軽減、人件費の削減や設備費の削減ができる点で独自性がある。また、シナリオの変更も容易であり、シナリオを変え異なる内容で防災訓練を定期的に行うことで、児童の能動的な学習が期待でき避難行動の定着を促しやすい点でも独自性が高い。

## 3. 研究の方法

### 3-1. 体験型防災訓練のシミュレータの開発

シミュレートに必要な、小学校全体の 3D モデルを作成する。次に、シミュレーションを行うためのカメラワーク、煙の流れを視認するためのシステム開発を行い、MR デバイスであるホロレンズ 2 (HMD) への移行を行う。3D モデルの作成は SketchUp、システム開発は汎用ゲームエンジンである Unity 3D、視線やジェスチャー操作、物体を空間上に配置する機能配置ソフトは Mixed Reality Toolkit を用いる。Mixed Reality Toolkit とは、Mixed Reality を活用したアプリケーションを作成するために使用する、マイクロソフト社が提供するオープンソースのクロスプラットフォーム開発キットである。

### 3-2. グループ学習の有効性の検証

仮想空間での体験型防災訓練を実施し、危険性が高い教室や部屋がある場合の回避方法をグループで話し合いながら避難行動を確認させる。また、部分的に煙を発生、その区間は体勢を低くさせ、火災時における避難行動を身につけさせる。体験型防災訓練の後にアンケート調査を行い、シミュレータによるグループ学習の有効性、避難行動の理解度に関する質問を行う。

### 3-3. 体験型防災訓練の流れ

#### 1) 防災訓練のシミュレータのシナリオ作成

火災のシナリオとして、火災発生場所は1階の給食室、授業を受けている教室は2階の普通教室とする。シナリオは実際の火災でも想定される状況であり、また、避難経路を検討するうえでも、出口までの距離があるため避難を行う上でも効果的であると考えられる。

#### 2) 体験型防災訓練

対象は福井県A小学校の児童13名とし、年齢は10歳~11歳とする。実験方法はHMDを装着した状態で1グループ3~4人とし実験を行う。一人あたりの実験の時間は、被験者の負担を考慮しアンケート、説明時間を含んで20分程度とする。実験は地震が発生し、その後火災が発生する設定で行う。実験方法として、小学校の平面図を見てもらい、避難口と現在地を説明する。次に、キーボード操作の方法を説明した後、HoloLens2を装着してもらい、映像内に見える開始ボタンをタップすると、シミュレーションが開始される。まず、地震が発生した時の行動を自分たちで考え、机の下に隠れるといった避難行動をとってもらい、次に、放送で「給食室が火事です。2階の教室から出口まで安全を考慮し、速やかに避難してください。」のような音声流れるため指示に沿って避難行動を開始する。出口までの移動を被験者にキーボードの十字キーで操作する。煙が発生している箇所は煙を避けるように身を低くして通過する。なお、児童が体験型防災訓練を実施しやすいよう、福井高専の学生5名が実験のサポートを行った。

### 4. 研究成果

避難学習と避難行動に関する内容をまとめた。避難学習の質問について、「とても役に立つ」が84.6%、「役に立つ」が15.4%の割合であった。避難行動の理解について、「理解を深めることができた」が76.9%、「ある程度理解を深めることができた」が23.1%の割合であった。この要因として、火災で想定される避難行動を一通り実施しているため、防災学習としては効果的であったと考えられる。実際に操作することによってゲーム感覚で学習することができ、かつ、楽しく学ぶことでモチベーションを高く持ち、能動的に行動できたと考える。実際の学校で避難訓練をしているような感覚になれたか、という問いに対して、46.2%が「なれた」、53.8%が「ある程度なれた」と回答している。仮想空間を用いた避難学習の良いところは何だと思いますか(複数回答)、という問いに対して、「楽しく学べる」が100%、「何度もくり返しできる」が92.3%、「現実に近い体験ができる」が84.6%、という回答であった。児童が楽しく学習することにより、何度も能動的に学習することができ、また、現実に近い体験ができることで防災教育の効果もあり、防災訓練システムとして有効であると考えられる。グループでの訓練はどうでしたか、という問いに対して、69%の人が「とても楽しかった」と回答し、31%の人が「楽しかった」と回答した。使用したHMDは相手の表情が見えるため操作方法や避難行動、避難経路を教えあうことができたと思う。教えあうことで双方の理解が深まり、避難学習の質が向上したと考えられる。「また体験したいですか」という問いに対して、100%の児童がもう一度体験してみたいと回答した。グループ学習は個人学習に比べて、分からないところを相談しながらでき、協力することによって、よりゲーム感覚が増したため差が生じたと思う。

上記の分析より、仮想空間も用いた避難シミュレータによるグループ学習は有効であると考えられる。実際にゲーム感覚で操作することによりモチベーションを高く持ち、能動的に行動できたのだと思う。さらに、メンバー間で知識のインプット・アウトプットが一部のグループであった。また、児童に大きな負担もなく避難行動についての理解を深めることができたことが分かった。HoloLens2を装着する時間を短くしたことが負担の軽減につながったと思う。課題として、メンバーとのコミュニケーションが少ないグループもみられた。これはHMDの操作に慣れていないため、メンバー同士の会話が少なかったことが要因の一つとしてあげられる。

体験型防災訓練のシミュレータの開発を行い、そのシミュレータをもとに児童を対象とした防災訓練のグループ学習の有効性を検討した。本研究の結果として、仮想空間での避難シミュレータによるグループ学習は有効であると考えられる。実際にゲーム感覚で操作することによりモチベーションを高く持ち、能動的に行動できたと考える。さらに、グループ学習を行うことにより、メンバー間で知識のインプット・アウトプットがあった。これより、グループ学習では能動的な活動が期待できると考える。また、大きな負担もなく避難行動についての理解を深めることができたことが分かった。本研究の結果を一部に含んだ内容で1回の国際学会発表、また論文2編が国際誌に掲載された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yamato Yuya, Kadoya Kouki, Hayashida Koichi, Tutuko Pindo, Nguyen Dinh Thanh, Phanhavath Preap	4. 巻 14(2)
2. 論文標題 Effect of group learning for children through evacuation drills in virtual space	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 International Journal of Society Systems Science	6. 最初と最後の頁 150-162
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1504/IJSS.2022.129399	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yuya Yamato, Dinh-Thanh Nguyen	4. 巻 13(2)
2. 論文標題 Verifying the effects of residents' evacuation actions through continuous tsunami disaster prevention training	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Society Systems Science	6. 最初と最後の頁 91-109
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1504/IJSS.2021.116375	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Yuya Yamato
2. 発表標題 Disaster drills as experiential learning system using mixed reality
3. 学会等名 EETP (ETIC+SPSD) Symposium 2021（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------