

平成 30 年 6 月 1 日現在

機関番号：16101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01026

研究課題名(和文) 眼鏡型ウェアラブルデバイスを用いた避難訓練システムの開発と防災教育実践

研究課題名(英文) Development and Educational Practice of Wearable Evacuation Drill Systems

研究代表者

光原 弘幸 (Mitsuhara, Hiroyuki)

徳島大学・大学院社会産業理工学研究部(理工学域)・講師

研究者番号：90363134

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：眼鏡型ウェアラブルデバイス等を用いて気軽さと緊迫感(リアリティ)を兼ね備えたICT活用型防災教育システムを開発し、予備実験および防災教育実践を通じて有効性および今後の課題を明らかにした。

(1)津波避難訓練システムは、カスタマイズ可能な動的津波ハザードマップをスマートグラスに表示することで、緊迫感の高い津波避難訓練を実現する。(2)避難指示疑似体験システムは教師の避難指示力向上をめざし、ARと簡易型HMDにより仮想的な災害状況(児童生徒)をリアルに提示する。(3)フィールドワーク型防災学習システムは気軽さとしてゲーミフィケーションを導入し、NFCを用いてタブレット端末等にクイズを提示する。

研究成果の概要(英文)：In this study, ICT-based Disaster Education (ICTDE) systems that use wearable devices (e.g., smart glasses) have been developed and their effects have been evaluated through preliminary experiments and educational practices.

(1) Tsunami Evacuation Drill System: This system aims at tsunami evacuation drill with a high sense of urgency (i.e., high reality) by presenting dynamic tsunami hazard maps (customizable tsunami simulation) on smart glasses. (2) Evacuation Instruction Training System: This system aims at evacuation instruction training (for school teachers) with high reality by superimposing virtual disaster situations (e.g., disturbed students) onto the real-time vision with AR (Augmented Reality) and a portable HMD (Head Mounted Display). (3) Gamification-based Digital Quiz System: This system aims at disaster education that motivates people to learn disasters through field work by introducing virtual currency-based gamification into digital quiz.

研究分野：教育工学

キーワード：防災教育 情報システム ウェアラブルデバイス 津波シミュレーション Augmented Reality

1. 研究開始当初の背景

ICTを活用した防災・減災(以降、防災と記す)は以前から取り組まれており、近年では、ICT活用防災教育(学習)への注目が高まっている。研究代表者のグループはこれまで、ICTとしてタブレット端末を活用したシナリオベースの避難訓練を徳島県内で継続的に実施してきた。この防災教育実践を通じて、ICT活用防災教育の普及には、システムの操作方法を極力覚えることなく“気軽に”参加できる必要があるとの考えに至った。

“気軽さ”でICT活用防災教育への参加を動機づけるとともに、“緊迫感のある”言い換えれば“リアリティの高い”防災教育を実現することも重要である。しかし、“気軽さ”と“緊迫感(リアリティ)”を併せ持つICT活用防災教育に関する研究は発展途上といえる。

そこで本研究では、“気軽さ”を“普段から身につけられること”と捉えて眼鏡型ウェアラブルデバイスで向上させるとともに、“緊迫感”を“現在位置や経過時間に応じた災害状況の疑似体験”と捉えて簡易的な拡張現実感(Augmented Reality: AR)で向上させることを着想した。本研究を通じて、眼鏡型ウェアラブルデバイスを基盤とするICT活用型防災教育システムを開発し、それを用いた防災教育実践に取り組む。

2. 研究の目的

本研究の目的は、眼鏡型ウェアラブルデバイスを用いた次世代のICT活用防災教育(学習)を実現し、その効果を実践的に検証することである。大規模災害が多発する近年、国民の防災意識は高いものの、積極的に防災に取り組んでいる人が多いとはいえない。そこで、高度化・軽量化し普及が見込まれる眼鏡型ウェアラブルデバイス、そして、防災教育として馴染み深い避難訓練に着目する。そして、多くの人々がいつでもどこでも、状況に応じた災害状況を見ながら避難訓練を受け、訓練(疑似体験)を振り返ることもできる、システムを開発する。特に、簡易型なARを導入して、避難中の緊迫感を醸し出すことをめざす。海溝型巨大地震およびそれに伴う津波を主な対象に、避難訓練の実践的検証を通じて教育効果を明らかにしICT活用型防災教育の充実により我が国の防災に貢献する。

(1) 津波避難訓練システム

従来の津波避難訓練では、津波襲来を想像しながら津波避難場所へ向かうことが求められる。しかし、訓練参加者にとってそのような想像は容易ではないため、必ずしも緊迫感のある避難訓練を実現できていない。そこで、参加者に想像させる代わりに、ウェアラブルデバイス(スマートグラス)などで津波襲来シミュレーション映像(2次元デジタルマップ上)を見せながら避難させる訓練を提案する。そして、汎用的で容易に操作可能な津波避難訓練システム(図1)を開発し、教

育現場でその効果を検証する。

(2) 避難指示疑似体験システム

教育現場において、児童生徒を対象とした避難訓練は定期的実施される。その一方で、教師を対象にした、避難指示力を育成する訓練はあまり実施されていない。そこで、ウェアラブルデバイスとして簡易型HMD(Head Mounted Display)に着目し、視聴覚的リアリティの向上をめざして、仮想的な災害状況および児童生徒を実世界に重畳表示するAR型避難指示疑似体験システムを開発する(図2)。そして、教育現場でその効果を検証する。

(3) フィールドワーク型防災学習システム

(1)と(2)のシステムの派生形として、“気軽さ”に着目したアプローチのひとつとして、仮想通貨型ゲーミフィケーションに着目する。そして、学習者がフィールドワーク(FW)においてタブレット端末上でクイズに解答できるシステムを開発する(図3)。防災啓発施設における試用実験を通じて、その効果を検証する。

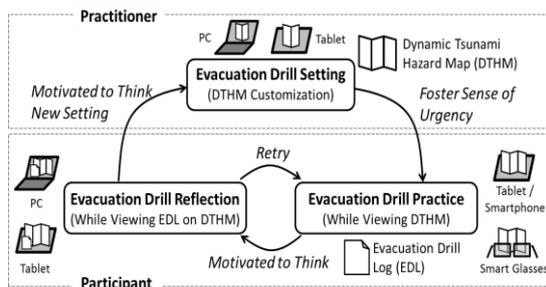


図1 津波避難訓練システム

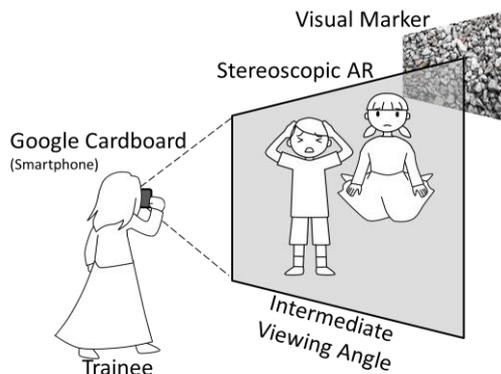


図2 避難指示疑似体験システム

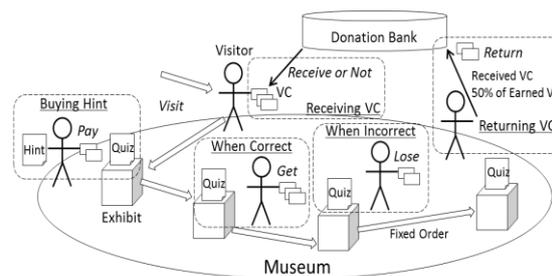


図3 フィールドワーク型防災学習システム

### 3. 研究の方法

研究期間である3年を順に，“開発期”，“実践期”，“検証期”と位置づけ，研究を段階的に遂行していく。

#### (1) 開発期

津波避難訓練システムは，ウェアラブルデバイスに限らずさまざまなデバイスで動作することをめざし，WebブラウザをプラットフォームとするWebシステムとして開発する．避難訓練疑似体験システムは，ARによるリアリティの向上をめざして，柔軟な処理が可能な専用アプリケーション（Androidアプリ）として開発する．FW型防災学習システムは，直感的な操作を可能にするNFC（Near Field Communication）の枠組みを採用して開発する。

#### (2) 実践期

開発システムを用いる防災教育実践は主に，南海トラフ巨大地震・津波の甚大な被害が予想される徳島県沿岸地域を対象とし，小中学校における避難訓練を優先的に実施する。

#### (3) 検証期

実践期に取得したアンケート結果や避難訓練ログ（移動軌跡など）などを分析し，各システムの有効性・有用性を検証する。

### 4. 研究成果

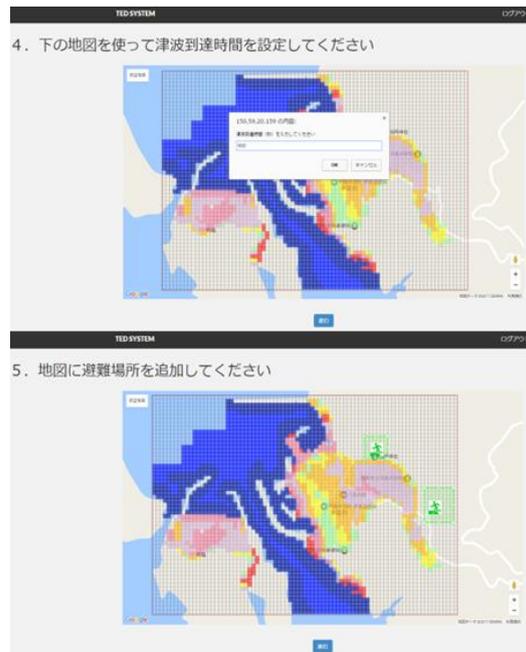
3つのICT活用型防災教育システムを開発し，予備実験および防災教育実践を通じて，有効性および今後の課題を明らかにした。

#### (1) 津波避難訓練システム

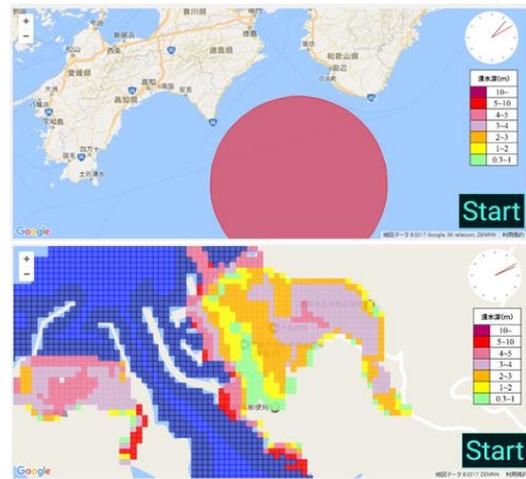
本システムはWebブラウザを搭載したデバイスで動作する．津波浸水域をカスタマイズ可能な動的津波ハザードマップ（HM）の導入により，①訓練実施者がデジタルマップ上で震源地や津波浸水域を設定することで津波をシミュレートできる（図4-a），②ウェアラブルデバイスまたはスマートデバイスに動的津波HMと参加者の現在位置を表示できる（図4-b），③参加者の避難経路を動的津波HMに重ねてアニメーション表示する（図4-c），といった特徴を有している。

徳島県徳島市沿岸部において大学生を対象に予備実験を行った（図5）．アンケート結果から，本システムが津波の速度を体験することに効果的で，訓練の緊迫感を向上させることを確認した．一方でウェアラブルデバイスを装着して疾走することが難しく，動的津波HMの視認性も高くないことが課題として挙げられた。

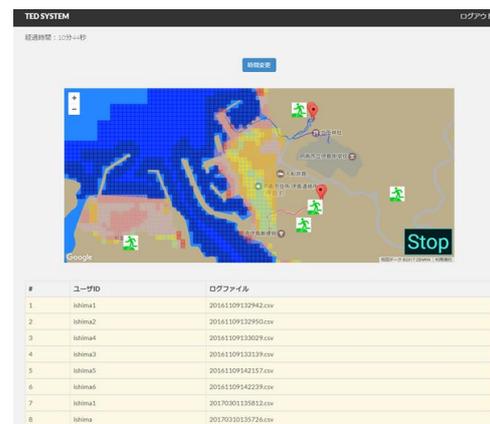
徳島県南部沿岸地域（離島）の小中学校において本システムを用いた津波避難訓練を実施した（図6）．被験者は少数であったものの，津波の速度，浸水する地域，避難場所の把握を問うアンケートの結果および自由記述から，津波避難訓練の緊迫感を高め，効果的な訓練につながったことが確認できた．また，システムの操作性については大きな問題は見られなかった。



a 津波シミュレーションの設定画面



b 動的津波ハザードマップ（HM）



c 動的津波HMと避難経路の表示

図4 津波避難訓練システム



図 5 津波避難訓練の予備実験の様子

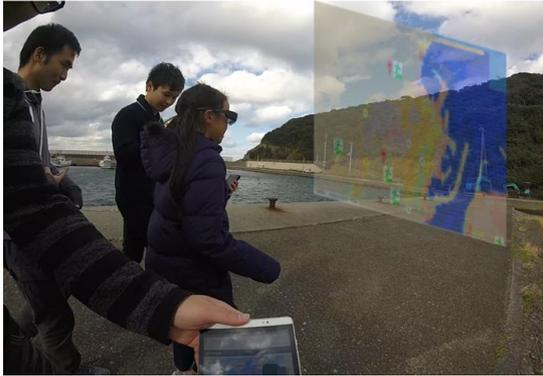


図 6 津波避難訓練の様子  
(動的津波 HM の画像は写真に合成)

### (2) 避難指示疑似体験システム

本システムはマーカ型 AR を採用しており、授業中の地震発生に焦点を当て、地震発生時の児童生徒（例えば、慌てて走り出すといった不適切な行動をとる）を立体視可能な 3次元 CG で表現し、実世界に重畳表示する（図 7）。児童生徒（3次元 CG モデル）は簡易的なシナリオに基づいて行動し、訓練実施者により、重畳表示の位置やオクルージョンを考慮して設定できる。教師は簡易型 HMD（スマートフォン HMD）を通して仮想の児童生徒を見ながら、声を出して避難を指示する。教師が見ている映像および自らの発声内容はシステムに録画されており、疑似体験後に映像共有システムに転送される（図 8）。教師は自分や他者の指示の様子を振り返ることができる。

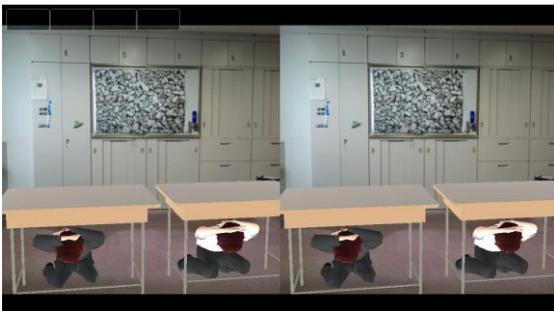


図 7 避難指示疑似体験システム

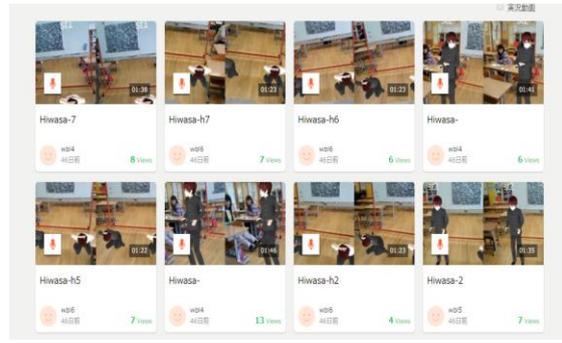


図 8 避難指示映像共有機能

防災啓発施設で開催された防災イベントにおいて予備実験を実施した。避難指示疑似体験の訓練としての有効性を問う 5 段階アンケートの結果から、本システム（避難指示映像共有機能は除く）が避難指示に対する自信を向上させることが確認された。

徳島県内の保育園と小学校において、教師を対象とした実践的な評価実験を実施した（図 9）。5 段階アンケートの結果と自由記述の内容から、視覚的なリアリティは十分とはいえないものの、本システムを通じて声を出して指示することが促進されており、訓練としての有効性を確認できた。避難指示映像共有機能による振り返りについては、映像を振り返ることで、自分の指示に課題が見つかり、疑似体験に再度取り組むことが促進された。これらのことから、避難指示疑似体験と映像共有による振り返りを組み合わせた訓練がより効果的であることがわかった。



図 9 避難指示疑似体験の様子

### (3) FW 型防災学習システム

Web ブラウザをプラットフォームとする本システムは、実世界に設置された NFC タグを読み取ることでクイズを提示する（図 10）。そして、クイズに正解することで学習者の仮想通貨所持額が増え、不正解であれば減額される、というゲーミフィケーションを

採用している。また、仮想通貨は現実の商品（景品）と交換可能である。学習者が仮想通貨の増額をめざして学習意欲や施設への再訪意欲を向上させることが期待される。

防災啓発施設の展示物に NFC タグを取り付け、本システムによる防災クイズイベントを実施した（図 11）。アンケート結果から、本システム全体として防災意識の向上や防災知識の獲得に効果的あることが確認された。しかし、仮想通貨の導入が学習意欲や再訪意欲を十分には向上させていないことが分かった。



図 10 FW型防災学習システム



図 11 防災クイズイベントの様子

## 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 4 件）

- ① 光原 弘幸, ICT 活用型防災教育システムの現状と展望, 教育システム情報学会誌, 査読無, Vol.35, No.2, 2018, pp.66-80.
- ② Hiroyuki Mitsuahara, Keisuke Iguchi, Masami Shishibori, Using Digital Game, Augmented Reality, and Head Mounted Displays for Immediate-Action Commander Training, International Journal of Emerging Technologies in Learning(iJET), 査読有, Vol.12, No.2, 2017, pp.101-117. <http://online-journals.org/index.php/i-jet/article/view/6303>
- ③ Junya Kawai, Hiroyuki Mitsuahara, Masami Shishibori, Game-based evacuation drill using augmented reality and head-mounted display, Interactive Technology and Smart Education, 査読有, Vol.13, No.3, 2016, pp.186-201.

<https://doi.org/10.1108/ITSE-01-2016-001>

- ④ Junya Kawai, Hiroyuki Mitsuahara, Masami Shishibori, Tsunami Evacuation Drill System Using Smart Glasses, Procedia Computer Science, 査読有, Vol.72, 2015, pp.329-336. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.147>

〔学会発表〕（計 11 件）

- ① 室川 優希, 光原 弘幸, 獅々堀 正幹, ICT を活用した津波避難訓練システムにおける津波シミュレーションの自動作成, 教育システム情報学会 2017 年度学生研究発表会, 2018 年 3 月 2 日, 香川大学(香川県高松市)
- ② Hiroyuki Mitsuahara, Masami Shishibori, Virtual Currency as Gamification for Learning in a Disaster Museum to Increase the Number of Revisitors, 25th International Conference on Computers in Education (ICCE2017), 2017 年 12 月 4 日, Christchurch (New Zealand)
- ③ Junya Kawai, Hiroyuki Mitsuahara, Masami Shishibori, Tsunami Evacuation Drill System Using Motion Hazard Map and Smart Devices, 3rd International Conference on Information and Communication Technologies for Disaster Management (ICT-DM2016), 2016 年 12 月 15 日, Vienna(Austria)
- ④ Keisuke Iguchi, Hiroyuki Mitsuahara, Masami Shishibori, Evacuation Instruction Training System Using Augmented Reality and a Smartphone-based Head Mounted Display, 3rd International Conference on Information and Communication Technologies for Disaster Management (ICT-DM2016), 2016 年 12 月 15 日, Vienna(Austria)
- ⑤ Hiroyuki Mitsuahara, Keisuke Iguchi, Junya Kawai, Masami Shishibori, Augmented Reality Systems for Immediate-Action Commander Training During Disasters, 24th International Conference on Computers in Education (ICCE2016), 2016 年 12 月 1 日, Mumbai(India)
- ⑥ 光原 弘幸, 川井 淳矢, 山住 遥, 井口 恵介, 井上 武久, 山口 健治, 武知 康逸, 森本 真理, 井若 和久, 上月 康則, 獅々堀 正幹, 防災啓発施設における ICT 活用型防災教育の一事例, 教育システム情報学会第 41 回全国大会, 2016 年 8 月 30 日, 帝京大学(栃木県宇都宮市)

- ⑦ Hiroyuki Mitsuahara, Keisuke Iguchi, Junya Kawai, Masami Shishibori, Game-based Evacuation Drill using Simple Augmented Reality, 16th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT2016), 2016年7月25日, Austin(USA)
- ⑧ 川井 淳矢, 井口 恵介, 岩間智視, 光原 弘幸, 獅々堀 正幹, スマートグラスを用いた津波避難訓練システム, 情報処理学会第78回全国大会, 2016年3月12日, 慶應義塾大学(神奈川県横浜市)
- ⑨ 井口 恵介, 川井 淳矢, 岩間智視, 光原 弘幸, 獅々堀 正幹, 教師向け防災教育のための簡易型HMDとARを用いた避難指示疑似体験システム, 教育システム情報学会2015年度学生研究発表会, 2016年3月4日, 香川大学(香川県高松市)
- ⑩ 川井 淳矢, 井口 恵介, 岩間智視, 光原 弘幸, 獅々堀 正幹, 透過型HMDを用いた津波避難訓練システムの提案, 教育システム情報学会第40回全国大会, 2015年9月2日, 徳島大学(徳島県徳島市)
- ⑪ 井口 恵介, 川井 淳矢, 岩間智視, 光原 弘幸, 獅々堀 正幹, 透過型HMDとARを用いて校内発災時の避難指示を疑似体験させるシステムの提案, 教育システム情報学会第40回全国大会, 2015年9月2日, 徳島大学(徳島県徳島市)

[図書] (計1件)

- ① 光原 弘幸, 株式会社 技術情報協会, VR/AR 技術の開発動向と最新応用事例 (AR と HMD を用いた避難訓練システムの開発), 2018年, 552, pp.473-491.

[その他]

ホームページ等

徳島大学教育研究者総覧(光原 弘幸)

<http://pub2.db.tokushima-u.ac.jp/ERD/person/73176/work-ja.html>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

光原 弘幸 (MITSUHARA, Hiroyuki)

徳島大学・大学院社会産業理工学研究部  
(理工学域)・講師

研究者番号：90363134