

平成 30 年 6 月 27 日現在

機関番号：25301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K16171

研究課題名(和文) インタラクティブ洪水ハザードマップの開発と検証

研究課題名(英文) Development and verification of interactive flood hazard map

研究代表者

齋藤 美絵子 (Saito, Mieko)

岡山県立大学・デザイン学部・准教授

研究者番号：30326417

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：インフラの整備や個人のデジタル端末所有率の向上、デジタル技術の発展により、ハザードマップや災害想定、防災情報を伝達するツールにおいてもデジタル技術が多用されている。洪水ハザードマップをはじめとする水害情報の伝達において、デジタル化によって可能となったインタラクティブ機能が、利用者に与える効果について明らかにすることを目的とし、調査および実験を行なった。インタラクティブ機能により、避難計画を立案する際に、距離だけでなく浸水想定など多面的に考慮するようになることや、防災意識の向上に関する効果を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：This study, based on the identified shortcomings of previous hazard maps, proposes a new map whose effectiveness is demonstrated through practical experiments. After practicing using this interactive flood hazard map, participants were asked whether they wanted to plan your evacuation through this interactive flood hazard map. Results showed that many participants were eager to plan own evacuation. Then, participants were asked whether the use of the interactive flood hazard map changed their perceptions of the reality of a disaster. Results showed that many participants felt a sense of reality concerning disaster. Many participants voiced the opinion that the different viewpoints of the interactive flood hazard map caused them to change their own ideas about disasters. The results of the experiment revealed that the interactive flood hazard map had an effect on residents' interest in and eagerness to understand disaster prevention.

研究分野：情報デザイン

キーワード：ハザードマップ インタラクティブ 避難計画 防災意識向上

1. 研究開始当初の背景

近年、異常気象や集中豪雨による水害および土砂災害が頻発しており、甚大な被害を起こすことも少なくない。本研究の動機として、2013年台風26号による伊豆大島土石流災害、2014年8月の広島土砂災害の発生があるが、その後も、2015年9月関東・東北豪雨、2017年7月の九州北部豪雨など、計画規模を超える豪雨災害が多発しており、多くの国民が水害に直面している。

また、浸水や洪水は地震や火山とは異なり、突然襲われるものとは限らず、その多くは雨量や気象予報などから比較的推測しやすいものであるにも拘らず、判断の遅れや誤りが人的被害に繋がっている事例が現在においても少なくないことは改善すべきことである。水害対策において、これまでのハード対策（治水工事）では防ぎきれない被害を減らすために、ソフト対策を強化し被害を最小化するという、防災から減災への方向転換が求められている。

水害に関するハザード情報の提供形態としては、全国の自治体に作成・公開が義務付けられている洪水ハザードマップが安定供給されているツールといえる。洪水ハザードマップは災害発生時の避難時に役立つツールと思われがちだが、「避難活用情報」と共に「災害学習情報」が掲載されており、平常時に地域住民をはじめとする利用者が水害に対する知識を得ることで災害時の被害を最小限におさえる役割の方がむしろ大きい。

これらの洪水ハザードマップには行政の基準で選定された広域避難場所や土砂災害想定区域などの膨大な情報が一律に掲載されているため、利用者は自身にとって必要な情報や重要な情報を自分で見極め、それぞれの内容を理解しなければならない。しかし、そのような能力は多くの利用者に十分に備わっているとは言えず、現状の洪水ハザードマップからそこに記載されている情報を読み取って、避難行動の理解に結びつけることは利用者にとって極めて困難なことだと考えられる。

また、洪水ハザードマップは重要かつ膨大な量の情報が掲載されているが、従来のデザインでは利用者が自身に必要な情報にフォーカスしにくく、内容理解に繋がっていない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、近年その整備が進んでいる洪水ハザードマップの電子化により実現したインタラクティブ機能が、利用者の情報理解および多面的な意思決定に与える効果について明らかにすることを目的（1）としている。加えて、スマートフォンの普及により防災アプリの開発・整備が進んでいることから、個人向け防災アプリを対象とし、中でも

Augmented Reality（以下 AR という）技術を用いたリアリティ表現が防災情報やハザード情報の理解に与える効果（2）や、発災後の具体的な行動イメージに与える効果（3）を明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

本研究では、洪水ハザードマップおよびスマートフォン用防災アプリにおける現状調査より問題を抽出し、その問題を電子化によるインタラクティブ機能で解決した実験用デジタルコンテンツを作成し、被験者実験によりそれぞれの効果を検証する。

実験用デジタルコンテンツは、実在する地域および実際のハザード情報をモデルとする必要があると考え、岡山県総社市の洪水ハザードマップおよび水害アプリ、市が整備する防災公園の防災設備などを用いた。

なお、モデル地域として岡山県総社市を採用する理由は、市域を北西から南に一級河川である高梁川が貫流していること、市街地となっている中央部は元来、高梁川の氾濫原で小盆地を形成しており、河川氾濫におけるリスクはハード対策により軽減されているが、近年では、台風や集中豪雨などによる内水氾濫により、度々冠水・浸水被害に見舞われていること、また、市の人口6.8万人のうち外国人居住者が1千人を超え、総社市を所在地とする岡山県立大学への進学を期に総社市内へ転入する大学生も多く、加えて、遺跡・史跡も多く観光客も訪れる街であり、土地勘のない人々も一定数存在する地方都市であるためである。

4. 研究成果

（1）電子洪水ハザードマップのインタラクティブ機能が利用者にも与える効果：

従来の静止画ハザードマップを用いたユーザアンケートより、多大な情報もれなく一様に記されているために、利用者が静止画ハザードマップから自分に必要な情報のみを得ることが困難となっている「情報量や表示の過不足に関する問題」と、どこからどこへ避難するのかという状況設定が必要なハザードマップの見方ができず、実際には漠然とした見方しかできない利用者が多く、状況によって避難先の候補が異なるということを静止画で提示することが困難なために生じている「避難行動の手がかりとなる情報が得られない問題」があることを把握し、それらを解決する必要があることが明らかになった。

これら2つの問題を解決するために、洪水ハザードマップに必要なインタラクティブ機能として「表示情報量の加減機能」「避難施設の詳細情報表示機能」「避難施設探索機能」および、「経路探索機能」「行動指示機能」を挙

げた。

これらインタラクティブ機能の有効性を検証するため実験用デジタルハザードマップを開発し、被験者実験を行った結果、「表示情報量の加減機能」「避難施設の詳細情報表示機能」「避難施設探索機能」により避難行動を検討するための手がかりとなることが分かったが、「経路探索機能」が備わることにより、避難施設を決定する際に、単に避難施設までの距離が近いということのみを判断材料とせず、予想浸水深も考慮するようになることが明らかとなった。加えて、避難施設決定のために考慮する項目数が増え、避難について多面的に考えるようになることも明らかとなった。電子化により自動的に提案された情報を利用して自身の判断ができる人がいることも分かった。

(2) AR アプリにおけるリアリティ表現が防災情報やハザード情報の理解に与える効果：

近年のスマートフォンの高性能化とその普及に比例して、バーチャルリアリティの一種である AR 技術のモバイル化と一般社会への普及が加速している。そのような中、防災を目的とするスマートフォンアプリも多数開発され無料で公開されている。特に、AR の利点といわれる「直感的なわかりやすさ」に注目し、AR 技術を用いた防災アプリが開発され始めており、浸水想定のための AR アプリはその代表的なものといえる。

さらに、災害対策として期待される AR の典型的な活用法の 1 つは、シミュレーションに基づくトレーニングへの活用であり、その点においても平常時に使用することで減災に繋げるための浸水想定アプリに AR 技術が活用されることは理にかなっている。

そこで、浸水想定のための AR アプリにおいて必要な要素を明らかにする必要があると考え、現状調査を行った。

調査より、現状の AR 災害アプリの主な問題点として、予想浸水深の情報や避難所の場所や方向など、データを AR によって可視化しているところで留まっており、避難時の行動に関する指示をはじめとする災害知識を得るためのコンテンツは AR 機能とは異なるページや階層で解説されていることが明らかとなった。この構造により、別々のページやメニューで得た情報および知識を紐付けて理解することは受け手に委ねられ、多くの利用者にとって具体的な知識の習得やその後の行動に結びつけにくい。加えて、シミュレーションであるにも拘らず、リアリティが必ずしも高くない画像表現のみが用いられていることも問題と言える。多くのシミュレーション機能は氾濫水を表すのに実際とは異なる水泳プールのような水色の透過画像を用いている。これ

は浸水時に水中がどうなっているかを分かりやすく示すためであると考えられるが、実際の水は濁った泥色であり、水中の危険箇所などが避難者からは分からない難しい状況になることが透過画像では伝わらない。これら異なった表現法の防災教育への有効性が明らかになっておらず、表現として不適切な可能性があると考えた。

これらの問題を解決した実験用コンテンツを用い、被験者実験を行ったところ、AR 画像とそれに紐づく情報を同一画面へ表示することで内容理解に効果があることがわかった。また、AR によるシミュレーション画面に関連する文字情報を付加することで、利用者にとって「水害をイメージしやすく」「情報理解に役立つ」ツールとなり、「また見てもよい」というリピートや継続に効果があることも明らかとなった。情報を伝達する際に水色透過画像を用いる場合と、泥水画像を用いる場合とによって、リスク認知に差はみられなかったが、浸水の画像表現が不透明であるとき、画面内に浸水深を理解する手がかりとなる情報が無い場合は、水色透明画像の方が情報を理解しやすい傾向がある。また、水害をイメージしやすいのはリアリティのある泥水画像であるが、今後の災害対策への姿勢や意識の向上についてはいずれも評価が高く、CG 画像のリアリティによって効果に大きな差はないという結果であった。

(3) AR アプリにおけるリアリティ表現が発災後の具体的な行動イメージに与える効果：

災害が発生した後、避難体制の確認、初期消火、負傷者の運搬や AED の使用をはじめとする救命処置法など、緊急性が高く命にかかわる行動が必要となる。それらを習熟するため、防災訓練などの取り組みが行われており、消防法により定められた防火対象物（学校、病院、工場、事業所、興行場、百貨店など）では、消火、通報、避難の訓練を定期的に実施しなければならないことも重なって、消防訓練や避難訓練には参加したことがあるという人も多い。

一方、大規模災害が発生した後、最も多くの、且つ、あらゆる人が直面するのは、避難所での生活やそこでの責務の遂行である。これは年齢や性別を問わず、また、被災者に限らずボランティアという立場でも関わる人がいるため、全ての人にとって避難所の役割に対する理解や、担う役割に関する技術の習得し相互に共有する必要がある。しかし、避難所運営や避難所での生活を想定した訓練はあまり行われておらず、経験者は多くない。災害対策基本法により、自治体は地域防災計画にもとづき、避難所の指定・運営・管理を行うこととされているが、市役所が被災するな

どによる公助の限界が明らかとなり、発災直後は住民自らが避難所運営を担う必要があると指摘されていることから、住民による避難所運営について取り組む訓練やワークショップの必要性はますます高まっている。

調査から、避難所運営訓練における問題として「若年層の避難所運営に関する意欲が低いこと」、「避難所設備の存在や使い方が知られていないこと」、「避難所での課題を具体的にイメージできない参加者がいること」の3点が明らかとなった。

これらの問題を解決する方法として、避難所運営時に使用する可能性が高く、平常時にはあまり目にするのでできない避難所設備（仮設トイレ、耐震性貯水槽、かまどベンチなど）を三次元CGオブジェクトによって可視化するARアプリを開発し、被験者による評価を行った。

実験の結果、三次元CGオブジェクトを用いたARアプリでは「情報を読み取る気持ちになる」という積極性に対する効果が高いことが明らかとなった。また、「普段から災害に備える気持ちになったか」という問いに対する評価も高く、防災意識の向上にも効果があり、さらに「災害時の自身の行動を考える」「災害に対する現実感が変化した」といったリアリティの向上にも効果があった。これは、ARアプリを使って三次元CGオブジェクトを見る際に、アングルなどが利用者の操作に対してインタラクティブに追従することで、自身がその設備を使用する際の現実感が高まったことが影響していると考察する。

本研究の成果の一部を用いた『総社市 洪水・土砂災害ハザードマップ デジタル版』を開発し、右記 URL にて一般市民に向けて公開している。

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 1 件)

① 齋藤美絵子・宇田一平・但馬康宏・菊井玄一郎、電子洪水ハザードマップのインタラクティブ機能の効果、域安全学会論文集、査読有、N29、2016、107-113

[学会発表] (計 6 件)

① 齋藤美絵子・宇田一平・但馬康宏・菊井玄一郎、利用者に訴求する防災ARアプリの研究、第7回横幹連合コンファレンス、2016年11月18日、慶応義塾大学 (東京都)

② 齋藤美絵子・宇田一平・但馬康宏・菊井玄一郎、電子洪水ハザードマップのインタラクティブ機能の効果、第39回地域安全学会研究発表会 (秋期)、2016年11月4日、静岡県地震防災センター (静岡県)

③ 齋藤美絵子・但馬康宏・菊井玄一郎、浸水想定ARアプリにおける画像表現の効果、日本デザイン学会第63回研究発表大会、2016年7月1日、長野大学 (長野県)

④ Mieko Saito, Yasuhiro TAJIMA, Genichiro KIKUI、Components of an augmented reality app effective in understanding flood disaster prevention、12th Symposium of International Urban Planning and Environment Association、2016年5月31日、リスボン大学 (ポルトガル)

⑤ 齋藤美絵子・宇田一平・但馬康宏・菊井玄一郎、洪水対策の理解に有用な防災ARアプリの要素、第5回 減災情報システム合同研究会、2016年3月9日、産業技術総合研究所 (東京都)

⑥ 宇田一平・齋藤美絵子・但馬康宏・菊井玄一郎、インタラクティブな電子洪水ハザードマップにおける避難経路提示機能の有効性について、第66回 電気・情報関連学会中国支部連合大会、2015年10月17日、山口大学 (山口県)

[その他]

ホームページ等

総社市 洪水・土砂災害ハザードマップ デジタル版

<http://sojabousai.city.soja.okayama.jp/kouzui/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

齋藤美絵子 (Saito Mieko)

岡山県立大学・デザイン学部・准教授

研究者番号：30326417