

AR技術を用いた防災教育ツールの活用に向けた社会実験について

富岡 祥平¹・小山 真紀²

¹大阪市立大学大学院 創造都市研究科 (〒558-8585大阪市住吉区杉本3-3-138)

²京都大学大学院 工学研究科 (〒615-8530京都市西京区京都大学桂)

甚大な自然災害を契機に、今後の防災・減災について様々な議論が展開されている。自然災害は繰り返されるものとして既往災害の履歴に立ち戻り、如何に被害を軽減させるか、ハードとソフトの施策を総動員させて対応すべきとされている。本稿は、水害に関するソフト施策として、自助力向上のため平常時において浸水想定を効果的に情報共有する方策と、防災訓練への参加促進に寄与する有効な防災教育ツールの活用を提案し、社会実験によりこれらの効果や実現の可能性について考察した。

Key Words : disaster measures, hazard map, Augmented Reality, gamification

1. はじめに

我々は東日本大震災を経験し、ハード整備により自然の猛威を封じ込めることの限界と、避難行動における一刻の差で生死が分かれることを痛感した。未曾有の津波災害の後、半年後には紀州半島で台風12号による歴史的な土砂災害等が発生し、さらに近い将来には南海トラフ巨大地震や首都圏直下型巨大地震が発生することが懸念されており、東日本大震災を教訓として様々な災害対策が検討されている。

これらの検討では、今般の災害を後世に伝承することや、防災教育のあり方など、ソフト対策についても言及されている。これは、震地震発生直後に、中学生が小学生の手を引き率先して避難したことで尊い命が守られた自助と共助の好事例があったように、一部では防災教育の成果が顕著に表れたことを踏まえ、今後はソフト対策をより成熟させる必要があることを示している。

2. 背景—「自助」に関する課題—

自助力向上のための、平時における「住民が気づくための施策」と、「住民が動くための施策」について、現状の課題を整理した。

(1) 平時における防災基礎情報の共有に関する課題 (住民が気づくために)

全国各地に津波襲来や河川氾濫による災害記録が石碑

として残されている。これらは、災害を風化（忘却）することのないよう石碑として現地に記録することで、貴重な被災情報を後世にまで共有化した先達の知恵である。これらの一部には、災害の記録を刻むだけではなく、実績浸水位を明示し「この高さより下には家を建てるな」と、具体的な戒めも見られる。また、大阪市大正区の大震災両川口津浪記石碑には、地震の生々しい被災状況が克明に記録されている他、その地震以前の大災害が後世に伝えられていなかったことで、同じ過ちを繰り返す多くの犠牲者が出た反省として教訓をしっかり残す旨も記されている。さらに、碑文の最後には「ここに記録しておくので、心ある人は時々碑文が読みやすいよう墨を入れ伝え続けてほしい」と記されており、現在でも地域の方々が定期的に墨を入れ、日々手入れされている。

現代の科学的知見に基づく災害に備えるための情報共有は、主要洪水の貴重な浸水記録を「浸水実績区域図」として地域へ配布することや、今後予想される洪水についても浸水を想定し「浸水想定区域図」へ発展させ、さらに避難を意識して「洪水ハザードマップ」へと進化させている。つまり、情報の伝え方は、過去の実績（記録）を情報共有する段階から、今後の予測として想定される情報や、避難誘導を図る段階に拡充している。

しかし、既往の調査では自治体がハザードマップを各戸に配布しても活用されず、災害への備えとして効果発現は期待できそうになことが伺える¹⁾。

以上より、自助力向上のため、防災上重要な基礎情報を住民が如何に認識するか（住民に気づかせるか）、情報共有施策の拡充が喫緊の課題となっている。

(2) 平時における防災訓練の運用施策に関する課題 (住民が動くために)

平時に自分の置かれたリスクを正しく認識できても、有事における避難行動のとり方によっては生死が分かれることもあるため、実践的な訓練が必要となる。しかし、訓練の必要性が理解できても、発災はいつか分からないため、訓練の形骸化が避けられず、訓練を運営する側が苦慮する問題となっている。東日本大震災を契機に、防災訓練の重要性が再認識されても、当事者意識を持って積極的に参加する住民と、そうでない住民に二極化される。災害時に犠牲者を最小限にするため、如何に工夫して訓練参加者を増やし実践を継続するかが、防災教育における重要な課題である。

一方、教育業界での工夫として「ゲーミフィケーション(gamification)」が脚光を浴びている。これは、米国で始まったマーケティング手法で、日本でもゲーム業界や広告業界及びインターネット業界を中心に広がっている。通信教育業界大手の株式会社ベネッセコーポレーションでは、ニンテンドーDSを利用した「得点力学習DS」シリーズが好評のように、ゲーミフィケーションを取り入れた教材の開発が進んでいる。これらは、例えばテレビゲームにプレイヤーが熱中していくように、ゲームの要素を利用して学習意欲を高める仕組みとなっており、このような教育コンテンツにより8割以上の生徒で成績が向上した事例も報告されている²⁾。

防災訓練においても、このような柔軟な発想を適用することで成果が上げられ、持続性も兼ね有効な防災教育として運用できると期待できる。

以上より、自助力向上のため、有事の際に避難行動を適切に実行できるよう、まずは如何に多くの住民が訓練に参加し災害に備える力を会得するか(住民を動かせるか)、防災訓練の運用施策の拡充も喫緊の課題である。

3. 自助力向上に関する既往研究実績等の調査

住民の自助力向上のための施策事例について、文献調査等の結果を報告する。一般的に、地域における防災ワークショップ等のスタイルによる「手作りハザードマップ」の取り組みが代表的であるが、以下に防災教育の先進事例を紹介する。

(1) 新しい防災基礎情報ツールの開発

AR(Augmented Reality)技術を用いた防災情報ツールとして、株式会社キャドセンタによる「防災情報可視化アプリ」が一部の自治体で運用している。特定地域の防災基礎情報(避難場所等)の他、津波・洪水による浸水想定、地震による建物倒壊危険度、火山危険度、火災危

険度が携帯情報端末でAR表示できるパッケージとして商品化されている。これまでの運用は、東京都葛飾区、神奈川県茅ヶ崎市で実績がある。

(2) 新しい情報ツールを利用した防災訓練の取り組み

ヤフーとTwitter Japan、J-WAVE、森ビルは合同で「ソーシャル防災訓練」を展開している。平成24年9月に六本木で開催され、ソーシャルメディアを利用し、当日発表された指定の避難施設まで避難する訓練を実施した。避難途中にはアクシデントが設定され、避難中の様子や危険箇所を写真付きでツイートするなどTwitterを使って情報を入手したり発信しながら避難訓練する。今後は渋谷駅周辺でも予定されている。

以上のとおり、AR技術を用いた新しい防災基礎情報ツールが運用段階にあり、ソーシャルメディアを活用し参加促進が期待される新しい取り組みも始まっている。しかし、防災分野においてAR技術の運用事例は稀であり、現時点でAR技術を発展させ地域の防災訓練で活用する取り組みは見当たっていない。

4. 目的—自助の課題対応に向けた提案と調査—

本稿では、自助力向上に寄与する方策として、「AR技術によるハザードマップ補完の活用と、ゲーミフィケーションによる防災教育への展開」を提案し、調査する。

(1) AR技術によるハザードマップ補完の活用

例えば洪水ハザードマップは、想定される浸水域が地域の平面図に着色され、色の識別により浸水深の程度を示すものである。浸水深の色分けは数段階で表現されるため、マップを見ただけでは想定される浸水の状況が現実的にイメージできない場合も多い。また、浸水区域の表示単位はこれまで250mの平面メッシュを標準としており、起伏に富んだ地形の区域では想定される浸水深が現実味を帯びない場合もある。さらに、洪水ハザードマップの利用実態は十分に活用されていない状況となっている¹⁾。

そこで、洪水ハザードマップの補完を目的とし、AR技術に着目した。既に、想定される津波や洪水による浸水状況をAR技術により表現する防災システムが数社で技術開発されている。AR技術とは、見ることができない事象を想定としてアニメーションでリアルに表現する斬新なツールである。この特徴を活かせばハザードマップを補完できる有効なシステム(ツール)として期待できるが、本格的な運用には至っていないため、今後は活用することを提案し、有効性を実証調査することとした。

(2) ゲーミフィケーションによる防災訓練への展開

地域の防災訓練においては、多くの方に参加して頂く必要があります、実践的に継続することが肝要であるため、ゲーミフィケーションに着目した。一般的に地域の防災訓練では、住民が率先して参加することは稀で、仕方なく参加する姿勢が多く、若い世代も含め地域全員が取組む規模には至らない。率先して参加する一部の方だけで訓練しても、災害に強い地域は実現しない。地域全員が当事者意識を高め、有事のための訓練を実践し継続する必要がある。先ずは、一人でも多くの方に参加して頂く必要があるが、無関心な方に訓練の必要性を説いても期待できない。

そこで、AR技術を用いた既存の防災情報ツールについて、有効な防災訓練の実現に向けゲーミフィケーションの要素を加味した新しいツールへの改良を提案し、これによって住民が自主的に地域の防災訓練に参加する可能性について併せて調査した。

5. 社会実験による実証調査

AR技術を用いた防災情報ツールについて、ハザードマップの補完に関して簡易的社会的実験による実証調査（デモ体験、アンケート）を実施し、有効性と実現性を確認した。また、AR技術とゲーミフィケーションによる防災教育ツールの発展についても調査した。

(1) 対象地区の選定

実験の実施場所は、洪水ハザードマップを公表済みで想定浸水深が比較的深く水害への備えが必要な住宅街として、淀川水系猪名川の下流に位置する尼崎市東園田地区を選定した（図-1、写真-1）。猪名川は、高度経済成長期から宅地等の急激な開発により下流域への洪水流



図-1 猪名川の紹介(流域及び諸元)



写真-1 尼崎市東園田地区の紹介(航空写真)

量が増加したことで、昭和54年より総合治水対策特定河川事業として、河川対策と併せ流域対策及び被害軽減対策が進められた都市河川である。流域全体で住宅が増え、転入者にも地域の水害特性を知って頂く必要があるため、猪名川流域総合治水対策協議会では、昭和56年に浸水実績図を公表、昭和59年には浸水実績表示看板も設置した。さらに、平成14年には猪名川浸水想定区域図が公表され、各自治体からは洪水ハザードマップを順次公表し、平成20年にはマルマチHM（まるごとまちごとハザードマップ）を設置（写真-2）している。

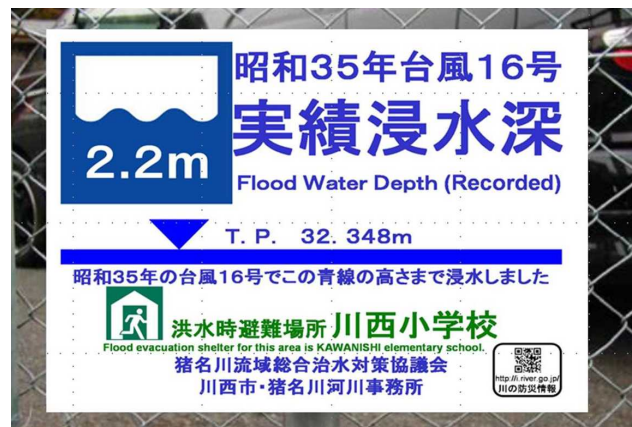


写真-2 住宅街に設置されたマルマチHMの例(川西市内)

(2) 実験の方法(「浸水想定ARシステム」の概要)

実験においては、国際航業株式会社より技術支援（既存の「浸水想定ARシステム」の使用）を頂いた。また、実験のため当該地域における洪水の浸水想定（浸水想定区域図ベースの浸水位データ等）は、近畿地方整備局より提供頂き浸水想定ARシステムに構築した。実験用機材にはタブレット型情報端末iPadを用意した。

浸水想定ARシステムは、iPad内臓カメラのリアルタイム映像に、想定される浸水のイメージをAR技術により可視化したアニメーションを画面に合成表示するシステムである。iPadにはGPS(Global Positioning System)による現在地の特定の他、3軸ジャイロ及び加速度センサーによ

り端末のモーションを検知することで、AR技術による浸水イメージのアニメーションを内蔵カメラの映像に空間同定できる（図-2）。さらに、システムにはLP(Laser Profiler)による高精度の地盤高が構築されており、特定された現在地で想定される浸水位（浸水想定区域図ベース）との差により、現実的な想定浸水深を推算できる。これをAR技術によるアニメーションで、よりリアルに表現した浸水状況の映像を、一般の方が被験者としてデモ体験する（被験者はiPadを手に取り、見たい方向をiPadの画面に映して眺めるだけ）。なお、被験者にはデモ体験後にアンケート調査を実施した。



図-2 浸水想定ARシステムの画面イメージ（iPad利用による）

(3) 実験の進め方(日程・場所・対象者等)

デモ体験には、屋外で安全が確保された歩行移動可能な実験ヤードが必要となる。このため、当該区域にて事前告知のうえ、平成24年12月16日（日）の午後に、尼崎市立園和小学校の校庭にて、オープンハウス形式で実施した。なお、実施にあたり留意した事項は以下のとおりである。

- ・地元の行政、町会、防災活動団体等との事前調整。
- ・緊急連絡先等の連絡体制と安全管理体制の確立。
- ・地元の防災活動団体等の協力により開催案内リーフレットを当該区域に配布（事前告知）。

6. 実験結果の分析(アンケート調査結果)

実施の時間帯は13時から17時とし、機材8台、調査員6名で対応し、アンケートには68名（有効回答：63）が回答した。浸水想定ARシステムによる洪水ハザードマップの補完及び防災訓練への展開についての実験結果（アンケート調査結果）を以下に整理した。

(1) 率直な感想

浸水想定 AR システムをデモ体験した率直な感想を被験者に伺ったところ、図-3 に示すように、85%以上の方が良好な反応を示した。一方、「つまらない」と感じた9名については、うち6名は防災訓練について「参加したことがない」若しくは、「参加したが参加して良かったとは思わなかった」と回答していることや、自由記述にて関心が無い旨を示した。

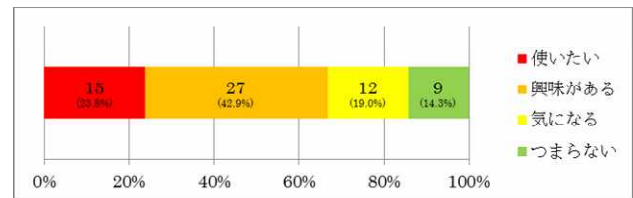


図-3 浸水想定ARシステムを体験した感想(N=63)

(2) システムの手軽さ(操作性)

デモ体験において、システムの手軽さ（操作性）の評価を伺った。図-4に示すとおり、概ね50%の方が良好と評価し、やや良好と評価した方を含めると概ね70%の方が良い評価を示した。

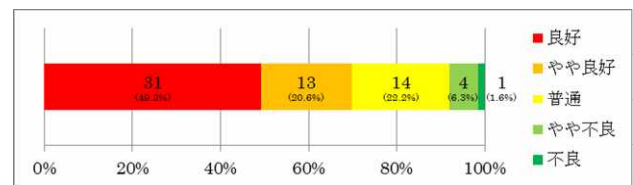


図-4 浸水想定ARシステムの手軽さ(操作性)評価(N=63)

(3) システムの分かりやすさ(視認性)

システムの分かりやすさ（視認性）についての評価を伺った。図-5に示すとおり、50%以上の方が良好と評価し、やや良好と評価した方を含めると概ね85%の方が良い評価を示した。

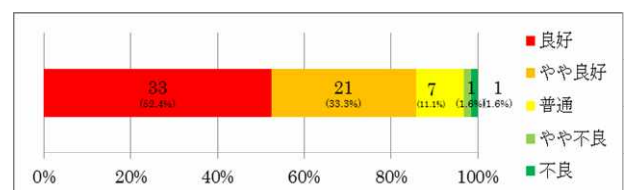


図-5 浸水想定ARシステムの分かりやすさ(視認性)評価(N=63)

(4) アプリ利用とした場合の費用(経済性)

浸水想定ARシステムが、スマートフォン等でアプリとして利用できるとした場合、その費用がいくら程度なら利用するかを伺った。図-6に示すとおり、約40%の方が無料なら利用すると回答し、200円程度までなら利用する意向のある方は約70%を占めた。

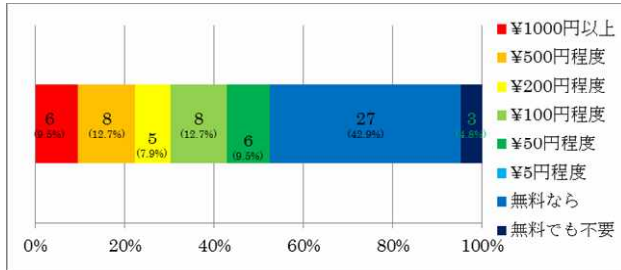


図-6 浸水想定ARアプリを利用する費用の感度 (N=63)

(5) 防災訓練における面白さの賛否(展開性)

浸水想定ARシステムに、ゲーミフィケーションを取り入れ改良を加えた防災訓練用ツールの構想に関して調査した。防災訓練は非常事態を想定した訓練として真剣な取り組みであるが、防災訓練に一部でも楽しさや面白さがあれば、参加者が増えると思うかどうかを伺った。図-7に示すとおり、90%以上の方が「面白さや楽しさがあれば、参加者は増えると思う」と回答した。また、被験者にはこれまでの防災訓練に対する参加スタンスを質問しており、被験者の防災訓練の参加スタンス別の整理では、「防災訓練に参加したことがない」と回答した方の90%以上で、防災訓練に「面白さや楽しさがあれば、参加者が増えると思う」と回答した。一方で「防災訓練に進んで参加した」と回答した方の概ね10%が、防災訓練に「面白さや楽しさがあっても、参加者は増えない」と回答した。

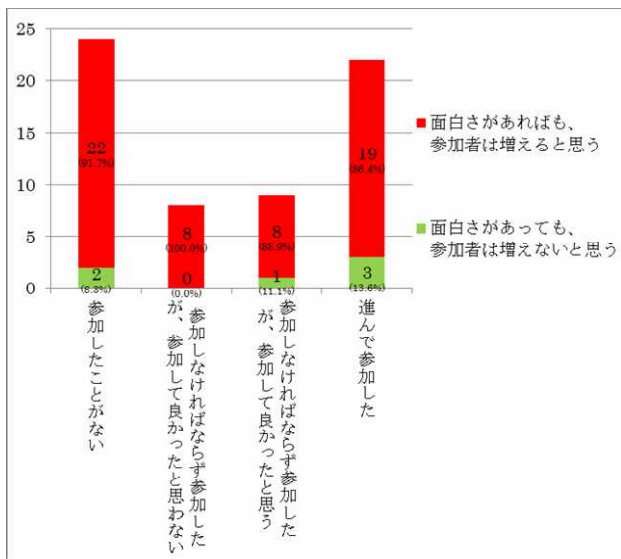


図-7 防災訓練の参加スタンス別の、防災訓練における面白さの賛否 (N=63)

ないと思う」と回答し、率先し防災訓練に参加する方の中には効果がないと考えている方もいることが分かった。

(6) 防災訓練へのゲーミフィケーションの提案(展開)

浸水想定ARシステムに、ゲーミフィケーションを取り入れた防災教育ツールへの改良(案)として図-8を被験者に提案した。今後の防災訓練において、ゲーム感覚で地域の災害に関する特徴を学習できるプログラムの利用を具体的なイメージとして説明し、賛否を伺った。

このシステムを同時に利用している大勢の方々の、それぞれの現在地における「想定浸水深」を、リアルタイムでランキング表示し、より深い場所(浸水による危険性が大きい場所)を皆で競いながら探し出す「宝探しゲーム」のようなソーシャルゲーム。つまり、例えば防災訓練で、子供を中心として一斉に実施すれば、遊びながら地域特性などを会得できる防災教育として利用できます。



図-8 ゲームフィケーションを取り入れ改良した防災教育ツール(案)を利用する防災訓練の提案(イメージ)

図-9に示すとおり、概ね60%の方が「面白そうなので参加したいと思う」と回答し、概ね全員が良好な反応を示した。また、被験者の防災訓練の参加スタンス別の整理では、「防災訓練に参加したことがない」と回答した方の全員が、防災訓練にゲーム的訓練があれば「面白そうなので参加したいと思う」等の良い反応を回答した。

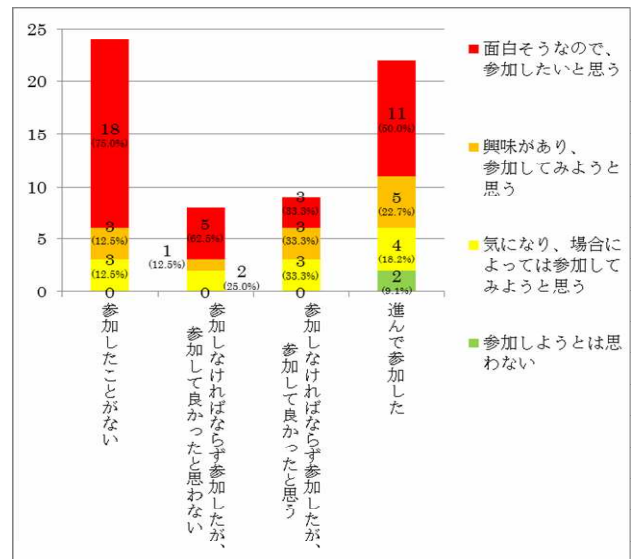


図-9 防災訓練スタンス別の防災訓練におけるゲーム的訓練の賛否 (N=63)

7. 考察

実験結果の分析より、浸水想定 AR システムは、今後更に普及する見込みの携帯情報端末にて、端末の内蔵カメラをかざして画面を見るだけで、想定される浸水のイメージが直観的に把握でき、手軽に利用できることが確認できた。またアンケート調査では、被験者の性別、年齢、携帯情報端末の利用状況も伺っており、これらの属性には左右されない可能性も伺えた。AR 技術を用いた既存の浸水想定 AR システムに、ゲーミフィケーションを取り入れ改良する防災教育ツールの提案については、これまで訓練に参加しなかった方々でも防災訓練に面白さや楽しさがあれば参加者が増えると思われ、ゲーム要素を踏まえた防災訓練の企画が、何としても命を守るための防災訓練への参加促進に期待できると推察できる。

現段階において、浸水想定 AR システム等が本格的に運用されない理由の一つに、整備と運用における費用の問題が考えられる。そこで、今回の社会実験結果を南海トラフ巨大地震に備え津波対策の検討を展開している和歌山県内の各市町へ報告し反応を調査した。対象は、県内で洪水ハザードマップ又は津波ハザードマップを作成している26の市町（防災実務担当者）とし、概要を説明し実現性等についてアンケート調査を実施した。調査は文章で依頼し、平成25年1月15日（火）から一週間で23市町より回答を得た（回答率：89%）。結果は、図-10～11に示すとおり、概ね80%の担当者から

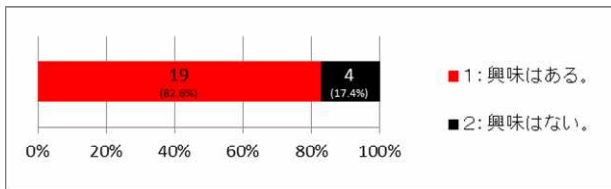


図-10 ハザードマップを補完するARを活用したシステムに興味はあるか (N=23)

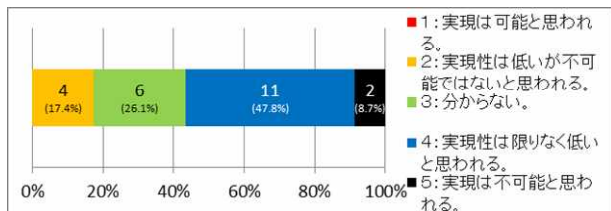


図-11 ハザードマップを補完するARの運用可能性 (N=23)

システムに興味があるとの反応があったが、費用の条件を示したうえで運用の可能性を伺うと、運用不可能の旨を回答した担当者が半数を占めた。主な理由は、携帯情報端末の普及を待つことになる他、津波避難路の整備等を優先する意見が目立った。

基礎自治体の反応は、システムの有効性には理解を示すものの、切迫した財政事情による予算面や、携帯情報端末の普及が隘路となっていることが伺える。

8. まとめ

ハザードマップの補完施策として、AR 技術を用いた新しいツールについて、社会実験により有効性と発展性について有益な結果を得た。今後、これらを活用することで、住民の自助力向上に寄与するものと推察される。実現にあたり、費用面では200円程度の有料アプリとしての運用可能性や、携帯情報端末の一層の普及と利用や継続についての課題はあるものの、ビックデータ社会の到来の他、当該システムにより有事における避難場所への誘導案内（ナビゲーション）や、避難場所の開設状況も確認できるような魅力的な拡充も見込まれ、防災・減災としてソフト対策の成熟に寄与するものと思料される。

謝辞：本研究に関して終始ご指導ご鞭撻を頂きました京都大学大学院の安東直紀特定准教授、山田圭二郎特定准教授に心より深謝致します。また本研究活動にあたり助言を頂いた、近畿地方整備局の小山下英文環境調整官、既存の「浸水想定 AR システム」の技術支援を提供頂いた国際航業株式会社の大島明氏、水上幸治氏、フィールドワークとして地元でお力添え頂いた藻川の堤防を考える会の細川ゆう子氏に、感謝致します。

参考文献

- 1) 中央防災会議 防災対策推進検討会議 津波避難対策検討ワーキンググループ第5回会合：資料4，pp.19, 2012.
- 2) 松本多恵：ゲーミフィケーションを活用したeラーニング教育の可能性について，教育システム情報学会研究報告 27(3)，pp.35-40, 2012.

(2013.6.21 受付)