

特集：安心・安全な社会に貢献する教育システム

# ICT 活用型防災教育システムの現状と展望

光原 弘幸\*

## The Present and Future of ICT-Based Disaster Education Systems

Hiroyuki MITSUHARA\*

Disasters can happen to anyone. Disaster education (e.g., evacuation drills) is an excellent way to protect people from disasters. However, these measures are not widely implemented in modern society. People are not necessarily motivated to undertake conventional disaster education. Information and Communication Technology (ICT) has the capacity to change this situation. ICT-based Disaster Education (ICTDE) can contribute to protection from and survival in disasters. This review gives an overview of present and future of ICTDE systems, including an examination of frequently used systems (e.g., simulations and virtual reality), in association with two proposed disaster education models. A practical example drawn from the author's own ICTDE experience is also described.

キーワード：防災教育，ICT，モデル，システム開発，実践，多様化

### 1. はじめに

誰もが災害に遭遇しうる。近年、世界的に自然災害が増加傾向にあり<sup>(1)</sup>、人的災害に挙げられるテロにも注意しなければならない<sup>(2)</sup>。わが国ではこれまで、地震・津波、台風・洪水、噴火などの自然災害により、大きな被害を受けてきた。よって、災害リスクの最小化をめざす防災 (disaster management)<sup>(注1)</sup> が我々にとって最重要課題の一つであることは言うまでもない。

災害リスクは、危機 (hazard)、暴露 (exposure)、脆弱性 (vulnerability) の相互作用として表される。防災はハードとソフトに大別され、どちらもさまざまな危機 (災害) に対して、暴露 (危機にさらされている人口) を考慮しながら、防災上の脆弱性をなくしていく。ハード防災はインフラ整備に代表される。一方、ソフト防災は防災教育 (disaster education) に代表され、我々にとってなじみ深い。例えば、避難訓練は定期的実施される防災教育であり、命を守るための

避難を疑似体験する学びといえる。つまり、防災教育は人が有する防災上の脆弱性をなくしていく。

災害が増加傾向にあるなか、誰もが防災教育の重要性を認識し、その充実を期待しているはずである。しかし、防災教育がブームになっているという実感はない。これにはさまざまな要因が考えられるが、著者は①社会や災害が多様化するなか、防災教育はマンネリ化しがちで多様化しておらず、多くの人に対して、防災を学ぶことを十分に動機づけていない。

②災害に関する心理的・認知的な要素は多く、防災教育において、それらをどのように考慮して学ばせればよいか明確になっていない。

という状況によるところが大きいと考えている。そして、情報通信技術 (Information and Communication Technology: ICT) を活用した防災教育がこれらの状況を改善し、防災により大きく貢献すると信じている。

本稿は、防災教育の多様化につながる ICT 活用型防災教育システムを解説する。2章では、防災教育に

\* 徳島大学大学院社会産業理工学研究部 (Graduate School of Technology, Industrial and Social Sciences, Tokushima University)

<sup>(注1)</sup> 本稿では、減災 (disaster mitigation または disaster risk reduction) も含めて防災と表現する。

関する二つのモデルを提案する。3章では、代表的なICT活用型防災教育システムを提案モデルと対応づけながら紹介し、システム開発・活用の展望を示す。4章では、著者の経験を交えながら、ICT活用型防災教育の実践事例を述べる。最後に5章で、読者に対してICT活用型防災教育の研究・開発・実践を呼びかける。

## 2. 防災教育

防災教育（防災学習）は、UNESCOが推奨する“持続可能な発展のための教育”に盛り込まれ<sup>(3)</sup>、文部科学省も“生きる力”を育む防災教育に力を入れている<sup>(4)</sup>。また、防災教育のアイデアなどを共有し、社会全体の防災力（resilience）を強化する活動も展開されている<sup>(5)</sup>。

### 2.1 防災教育の概観

防災教育はハード防災でカバーできない部分、特に“どのように災害から命を守るか”を学ばせるという点で防災に大きく貢献する。

#### 2.1.1 防災の循環モデル

防災は、災害発生（発災）を発端とした四つのフェイズから成る循環モデル<sup>(6)</sup>で表されることが多い。

##### (1) 対応（response）

発災から比較的短い時間内に被害を最小化する活動であり、安全確保、避難、救助・救援などが挙げられる。

##### (2) 復旧・復興（recovery）

被災地を再びもとの盛んな状態に戻すための比較的長期間に及ぶ活動であり、住宅や医療などが対象となる。避難所生活・運営は、“対応”から“復旧”にかけての活動となる。

##### (3) 軽減（mitigation）

災害リスクを最小化（軽減）するためのまちづくりや防災教育施策などが挙げられ、しばしば被災の教訓が活かされる。“軽減”が十分であれば、“対応”と“復旧・復興”の円滑化が期待できる。

##### (4) 準備（preparedness）

個人や家族、コミュニティ（居住地域、学校など）を単位とした災害に対する具体的な準備であり、避難

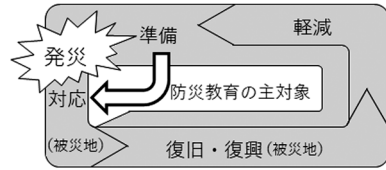


図1 防災教育の継続モデル

計画策定や避難訓練のほか、食料備蓄や家具固定なども該当する。“準備”が十分であれば、“対応”の円滑化が期待できる。

#### 2.1.2 防災教育の継続モデル

災害への遭遇はさほど頻繁ではないため、継続的に防災を学んでいないと、いざというときに適切に意思決定（判断・行動）することが難しい。よって、防災教育は発災の有無、被災地かどうかにかかわらず、“準備”の活動として“復旧・復興”や“軽減”と並行して継続的に実施されるべきである。これを防災教育の継続モデルと呼ぶ（図1）。

防災教育の内容は多岐にわたるが、命を守ることに直結する“対応”を学ばせることが多い。つまり、防災教育の成果は主に、“対応”において発揮される。“対応”を学ぶうえで前提となる災害・防災に関する基礎知識も“準備”で扱われる。

### 2.2 防災教育の難しさ

残念ながら、防災を“他人事”と考えている人は少なくない。Maslowの欲求段階説<sup>(7)</sup>を参照するならば、災害は第2層（低次欲求）である“安全”を脅かしかねないにもかかわらず、多くの人が防災を“自分事”として学ぶに至っていない。この要因として、例えば、

①防災を学ぶことの必要性を認識してはいるが、いつ災害に遭遇するかわからないため、優先的にコスト（時間や費用）をかけたくない。言い換えれば、防災を学んでもすぐに役に立つかわからないため、後回しになってしまう。

②命を守るための適切かつ迅速な意思決定や明確な答えのないテーマ（モラルジレンマなど）を扱う防災について、何をどこまでどのように学べばよいかかわからない。

が挙げられる。

①は学ぶ側の意識の問題といえる。このような意識を変えるには、防災を学ぶことを動機づける防災教育が必要になる。例えば、「楽しそう」という印象を与える防災教育であれば、コストを気にせず「試しに防災を学んでみよう」と思う人が増えるかもしれない。防災教育にゲーム要素を導入した“楽しみながら学べる防災”という動機づけは、これまでに多く採用され、実践を通じて有効性も示されている<sup>(8)(9)</sup>。しかし、一般的に、時間の経過とともに防災への関心が低下することが報告されており<sup>(10)</sup>、継続的に防災を学ぶこと（学習意欲の維持）が課題として挙げられる。

一方、②は学ぶ側よりも教える側の課題といえるが、これまでの研究・実践の知見に基づくとしても、考慮すべき要素が多く、理論と実践知を関連づける構造が不透明であることが防災教育の設計を難しくしている<sup>(11)</sup>。さらに、対象者（年齢、生活様式など）や地域性（地域特有の災害リスク）によって、考慮すべき要素も異なってくるだろう。

防災教育に関する教授設計理論や評価手法は確立されていない。例えば、防災活動を担う地域社会リーダーに必要なコンピテンシーの分類<sup>(12)</sup>は示されているが、カリキュラムやルーブリックの設計には時間を要する。また、子どもを対象とした複数の防災教育実践について調査した結果、評価手法や結果がまちまちで、実践内容と学習効果の因果関係を見いだせないことも指摘されている<sup>(13)</sup>。これらのことから、防災教育は手探りの状態にあるといえる。

### 2.3 防災教育の GLI モデル

防災教育の難しさを乗り越えるために、まず、防災教育をわかりやすく説明するモデルの提示が望まれる。そこで本稿では、防災を自分事として学ぶに至る防災教育をめざして、“対応”に焦点を当てた階層的な GLI (Global, Local, and Individual) モデルを提案する(図 2)。このモデルは、現場レベルでの防災教育の多様化を意識しながら、Global→Local→Individual という流れで継続的に防災を学ばせることを表している。

#### 2.3.1 階層

##### (1) Global 層

この層は災害を構成要素とし、それぞれの災害に特

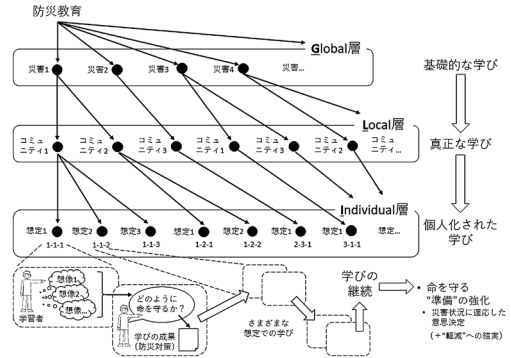


図 2 防災教育の GLI モデル

有または共通の基礎的内容を学ばせる。地震について、例えば、学習者は用語（震度、マグニチュードなど）、被災事例、安全確保の方法などを学ぶ。災害に共通の内容としては、応急処置の方法や災害時の心理などが挙げられる。

この層では、各種教材（防災マニュアル、災害アーカイブなど）による個人学習や座学のほか、防災関連施設の見学などを通じて学びが展開される。

##### (2) Local 層

この層はコミュニティ（特に、学習者が所属している地域や組織）を構成要素とし、Global 層を経た学習者に対して、それぞれのコミュニティに特有または共通の具体的内容を学ばせる。例えば、Global 層で津波について学んだ学習者は、居住地域の津波浸水深（予測値や過去の記録）や避難場所について資料閲覧やフィールドワークを通じて調べ、その地域における津波防災の課題や対策について考える。また、複数のコミュニティについて学ぶことで、地理的要因などに共通する脆弱性（例：「V 字型の湾奥に面した集落には高い津波が押し寄せる」）に気づくことも期待される。

この層では、Global 層で学んだ内容がコミュニティの防災の現状と対応づけられるため、より真真正正な学びが展開されるといえる。

##### (3) Individual 層

この層は想定を構成要素とし、Local 層を経た学習者に対して、それぞれの想定のもと、“どのように命を守るか”を学ばせる。ここで扱われる想定は、学習者がコミュニティで遭遇しうる災害の状況であり、

①災害（Global 層で既定）がいつどこでどのような規模で発生するか（例：「冬の真夜中、四国沖の太平洋で M8.0 の地震が発生」）。

②その災害がコミュニティにどのような影響や被害を与えるか（例：「震度 6 強の揺れ、大津波警報が発令され、20 分で居住地域に津波が到達」）。

から構成され、想定は無数に考えられる。

学習者は想定を踏まえて災害遭遇時の自身の状況（どこで誰と何をしているか、どのような健康状態か、何に対して責任を負っているか、など）や動的に変化する災害状況（被害の拡大）を想像し、「どのように命を守るか」を考えていく。したがって、この層では、個人化された学び、すなわち自分事としての学びが展開される<sup>(注2)</sup>。例えば、上記①②の想定例では、「家族全員が自宅で就寝中」という状況が想像され、「家族を連れて最寄りの津波避難場所へ行くために、住宅密集地の近道を通るか、遠回りになるが広い車道を通るか」について考え、「激しい揺れで家屋が倒壊していたり、火災が発生すれば延焼したりする可能性があるため、速やかに避難を開始し、広い車道を通って避難しよう」といった結論を避難計画に反映させるという学びが展開される。また、津波からの避難途中に隣人から救助を求められるなど、「自助か共助か？」といった判断の難しい状況を想像することで、避難方針（例：「自助を最優先」）を再確認できるだろう。

### 2.3.2 どのように学ばせるべきか

GLI モデルには、幅優先と深さ優先の学びがある。どちらを優先させるかは、学習者または防災教育実施者に委ねられる。災害やコミュニティが限定される場合、深さ優先の学びが選ばれるだろう。

想定にとらわれないようにするならば、学習者は Individual 層においてさまざまな想定で学びを継続すべきである。学びが継続されることで、ある種の経験知が蓄積され、自信をもって（迷うことなく災害状況に適応して）意思決定できるようになることが期待される。さらに、例えば、それぞれの想定に対する避難計画（結論）を総合することで、「この地域には新しい津波避難場所が必要である」といった視点の異なる

結論が導き出されるかもしれない。このような結論がコミュニティ内で共有され、行政への要望という形にまとめれば、“軽減”におけるまちづくり（ハード防災）として結実し、コミュニティの防災力が強化されることも期待できる。

GLI モデルは学ばせる内容を階層化し、Global→Local→Individual という学びの基本的な流れを表したものである。Individual 層に到達すれば、これまでに学んだ内容が防災対策として具現化され、命を守る“準備”が強化されることになる。もちろん、Local 層や Individual 層に到達しない防災教育も許容される。例えば、山間部のある学校では、その地域に津波は到達しないにもかかわらず、生徒が沿岸部を観光で訪問したり、就学・就職で生活したりすることを念頭に置いて、Global 層で津波防災を学ばせる実践に取り組んでいる。

## 3. ICT 活用型防災教育システム

防災教育の難しさを乗り越える有望なアプローチの一つが ICT の活用であり、例えば、電子黒板や Geographic Information System (GIS) などを活用した実践事例が報告されている<sup>(14)</sup>。スマートフォンなど急速に発展・普及する ICT の活用は、防災教育の多様化につながり、多くの人に対して防災を学ぶことを動機づけるだろう。

本章では、防災教育の継続モデルにおける“準備”の活動として“対応”を学ぶことに焦点を当て、GLI モデルの各層に対応する代表的な ICT 活用型防災教育 (ICT-based Disaster Education: ICTDE) のシステムを紹介して展望を示す。なお、すでに防災を自分事として学んでいる災害対応専門家（救助隊など）の訓練を扱う ICTDE システムも多いが、本稿では割愛する。

### 3.1 Global 層

この層は基礎的内容を学ばせることから、防災教育の第一段階といえる。そのため、防災を学ぶことを動機づけるのはもちろん、Local 層へと学びを継続させることも重要になる。

#### 3.1.1 Serious Game

動機づけに有効といわれるデジタルゲーム技術を活

(注2) Individual 層ではしばしば、答えを明示したり、結論を検証したりできない。よって、“どのように命を守るか”を考え、防災対策につなげることで学びが成立する。

用した ICTDE システムは多く開発されており<sup>(15)(16)</sup>、しばしば Serious Game (SG) に位置づけられる。

#### (1) クイズ

クイズはシンプルなゲームの一つであり、さまざまな災害を扱うことができる。例えば、携帯ゲーム端末上で地震防災を学べるクイズ型 SG<sup>(17)</sup> は、防災辞典も搭載しており、防災知識の獲得や議論のきっかけに有効である。火山防災を学べるクイズ型 SG<sup>(18)</sup> は、3次元 Computer Graphics (CG) を用いて噴火の様子や危険性を提示することで、防災意識を向上させ、防災知識の獲得を促進している。

#### (2) インタラクティブ・ストーリーテリング (IS)

IS は、学習者が能動的に物語を展開させることのできるシンプルなゲームといえ、クイズと同様に汎用性が高い。例えば、ハイチ地震 (2010 年) を題材にした IS 型 SG<sup>(19)</sup> は、キャラクタ (救援隊、被災者など) の視点で被災地の現状を伝えるドキュメンタリであり、学習者の選択 (キャラクタの行動) に応じて実際の被災映像を提示していく。E-Learning プラットフォームで動作する IS 型 SG<sup>(20)</sup> は、ストーリーテリングの過程にリフレクションやテストを組み込み、学習者の知識レベルなどに応じたシナリオやキャラクタの変更を実現しているほか、オーサリング環境も提供している。

#### (3) ロールプレイング (RP)

RP 型 SG は、複数の課題 (クエスト) から構成されるシナリオを導入し、役割 (ゲームキャラクタ) を介した課題解決型の災害疑似体験を指向している。特に、一人称視点の 3次元 CG を採用することで、視覚的なリアリティを向上させ、疑似体験を強化するものが多い。例えば、初期災害対応ボランティアを訓練する RP 型 SG<sup>(21)</sup> は、被災した架空の街 (3次元空間) でさまざまな倫理的ジレンマを学習者に与え、それに対する意思決定を疑似体験させる。テロからの避難を題材にした RP 型 SG<sup>(22)</sup> は、煙炎や破壊された建物を CG で表現するとともに、適切な避難行動を明示し、簡単な操作でキャラクタがその行動をとれるようにすることで、学習者に避難の成功を疑似体験させ自己効力感を向上させる。

### 3.1.2 Virtual Reality

近年、Head-Mounted Display (HMD) に代表され

る没入型インタフェイスが普及しつつある。これに伴い、Virtual Reality (VR) 技術を活用した ICTDE システムが積極的に開発されており、安全な環境下で視覚的リアリティと没入感の高い災害疑似体験を可能にしている。

#### (1) シミュレータ

シミュレータ型 VR は、より正確なデータに基づき、災害状況を 3次元 VR 空間にシミュレート・可視化する。例えば、消火活動や火災避難を疑似体験できるシミュレータ型 VR<sup>(23)</sup> は、HMD やマルチスクリーンに対応し、空間および火災データに基づいて可視化された有毒ガスや熱 (現実世界では不可視) を見ながら複数人で訓練できるようになっている。教育現場における地震発生時の初期対応に着目したシミュレータ型 VR<sup>(24)</sup> は、教室を再現した実空間において学習者 (教員) が VR 空間内の仮想生徒に対して口頭で安全確保を指示するという訓練を実現しており、指示内容に応じてオペレータが仮想生徒の行動などを変化させることもできる。

#### (2) SG との融合

VR が SG と融合されれば、動機づけはもちろん疑似体験の強化につながる。例えば、旅客機の緊急事態 (バードストライクによる緊急着水) を疑似体験できる SG 型 VR<sup>(25)</sup> は、HMD とゲーム用ジョイスティックを採用し、没入感と操作性 (VR 空間内の移動や行動選択) を高めている。シナリオ内の各課題において、学習者が安全を妨げる不適切な行動を選択すると、それによって生じる結果 (負傷などを表現する GC) と適切な行動 (メッセージ) が表示され、その課題をやり直すことになる。連続して不適切な行動を選択した場合、ゲームオーバーとなる。

### 3.1.3 展望

#### (1) Local 層への学びの継続

GLI モデルでは、学習者が Global 層 (ICTDE システム) から Local 層へと学びを継続させることが求められる。教育現場に ICTDE システムを導入した場合、教員が生徒を Local 層に導くことは比較的容易だろう。しかし、個人学習の場合、学習者が主体的に Local 層へと学びを継続させるとは限らない。

Local 層への学びの継続は、学習者が Global 層への学びからコミュニティの防災を連想できるか (学ん

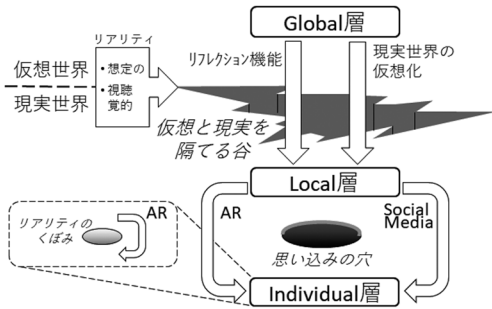


図3 GLIモデルにおける学びの阻害要因

だ内容とコミュニティとの関係性に気づくか)、にかかっている。このような連想には、学習者がGlobal層での学び(特に疑似体験)をどれだけリアルに感じるか、も重要になるだろう。ICTDEシステムが扱うリアリティには、次の二つがあると考えられる。

- ①想定リアリティ：想定(シナリオ)すなわち災害状況の妥当性(想定に無理や矛盾がないか)
- ②視聴覚的リアリティ：CGや効果音による災害状況の表現力(実際に眼前に広がりそうな光景か)

特にRP型SGやVRがこれらのリアリティを追求するが、多くの場合、架空の街や建物(仮想世界)における災害状況を対象とする。したがって、学習者が所属している地域や組織(現実世界)との差異が大きければ、コミュニティの防災を連想させ学習者をLocal層に導くことは難しいかもしれない。本稿では、このような難しさを“仮想と現実を隔てる谷”と表現する(図3)。学習者がこの谷を越えるには、ICTDEシステムが谷に橋を架ける必要がある。例えば、システムがリフレクション支援機能を提供すれば、学習者がGlobal層での学びを客観的に振り返って見つめ直すことで、連想が促進され、Local層への学びの継続につながるだろう。

(2) 現実世界の仮想化

仮想と現実を隔てる谷を越える別のアプローチとして、現実世界の仮想化(モデリング)が挙げられる。例えば、ビル火災避難訓練を扱うSG型VR<sup>(26)</sup>は、建物の設計・施工・管理を総括するBIM(Building Information Modeling)データから3次元VR空間を構築し、現実世界と連携可能かつマルチプラットフォームな避難訓練を実現している。また、道路沿いの風景(パノラマ画像)をつなぎ合わせて現実世界を

再現するGoogle Street View(GSV)に着目し、GSV内で避難訓練を実施する試みもある<sup>(27)</sup>。近年、実在する都市の街並みを3次元データとして提供するサービスがあり<sup>(28)</sup>、これをICTDEシステムに取り入れることで、リアルかつ広域的な災害疑似体験の実現も期待される。

3.2 Local層

この層では、防災マップ作成や災害図上訓練(Disaster Imagination Game: DIG)といった、実在するコミュニティを対象とした真正な学びが展開される。ICTDEシステムはこれらの学びを支援する。

3.2.1 防災マップ作成支援

防災マップは地図上に防災情報(被災の危険性、避難場所など)を示したものであり、自治体によって提供されることが多い。一方で、十分な防災情報が示されていない場合、住民の自主防災活動や学校での防災授業として、フィールドワークによる防災マップ作成が実施されることも多い。このような防災マップ作成を通じて、例えば、Global層で適切な避難行動を学んだ学習者が発災時に首尾よくその行動をとれるようにするために、学習者の目線でコミュニティの危険箇所や避難場所などを把握することが期待される。また、防災マップは学びの成果物としてコミュニティの防災力強化に貢献しうるため、その作成は学習者の動機づけにも有効だろう。

近年では、紙媒体の防災マップに加え、Webで作成・公開可能なデジタル防災マップも増えており、情報発信型の防災教育に活用されている<sup>(29)</sup>。さらに、スマートフォンなどの携帯情報端末を導入することで、動画像を含む防災情報を位置情報とともに容易に登録できるようになっている<sup>(30)(31)</sup>。発展的な防災マップ作成支援システムとして、例えば、自治体提供の防災情報と住民からの防災関連ツイートをマッシュアップして提示したり<sup>(32)</sup>、ゲーミフィケーションの導入により防災情報の閲覧や投稿を動機づけた<sup>(33)</sup>、共有タッチスクリーンに表示された地図上の動画像をインタラクティブに閲覧しながら災害リスクについて議論できたり<sup>(34)</sup>するものが挙げられる。

3.2.2 DIG支援

DIGは、学習者が災害状況を想像しながら地図上に

防災の現状を可視化（着色や注釈）し、防災対策について議論するグループワーク型の防災教育である。学びの結果が反映された地図は、防災マップとして機能しうる。DIGにおいて、災害状況を想像することが重要な学びといえるが、想像することが難しかったり、妥当性を欠く想像になったりすることも懸念される。そこで、学習者の想像を補完して議論に集中させるDIG支援として、シミュレータによる災害状況の可視化が挙げられる。例えば、津波災害を対象としたシミュレータ<sup>(35)</sup>は、津波氾濫だけでなく、避難行動や情報伝達もシミュレートすることで、多角的な防災対策の議論を促進できる。また、グループワークというDIGの実施形態を考慮し、複数の学習者が容易に操作できるTangible User Interfaceを導入したシミュレータもある<sup>(36)</sup>。

### 3.2.3 展望

#### (1) Individual層への学びの継続

学習者はLocal層でコミュニティの防災の現状を学ぶが、防災上の脆弱性を見逃したり過小評価したりして、「このコミュニティにいれば、自分は防災対策をしなくても大丈夫」と思い込むことが懸念される。このような学習者をIndividual層へ導くことは難しいかもしれない。本稿では、このような難しさを“思い込みの穴”<sup>(注3)</sup>と表現する(図3)。専門家の指導により、思い込みの穴を回避できるが、小さなコミュニティなどでは防災マップ作成やDIGに専門家を充足配置できるとは限らない。

別の回避アプローチとして、リフレクション支援のほか、学習者に脆弱性を印象づけるICTDEシステムの導入が考えられる。例えば、フィールドワーク中に学習者の現在位置に対応する災害状況（想定または過去の被災状況）を可視化する携帯情報端末用アプリがあれば、印象づけに有効かもしれない。これまでに、Augmented Reality (AR)により津波や洪水の想定浸水深を可視化するアプリが開発され、実践的に利用されている<sup>(37)(38)</sup>。

#### (2) ソーシャルメディアの活用

Local層での学びは情報共有や議論を伴うことから、ソーシャルメディアとの親和性が高い。Twitterを活

(注3) 思い込みの穴は、訓練を対象とするかどうかの違いはあるが、“災害固定化の壁”<sup>(11)</sup>に共通する概念といえる。

用した防災マップ作成のほかに、例えば、特定の災害・コミュニティを対象にした議論（想定や防災対策の観点を増やすため）のプラットフォームとしてFacebookが活用されている<sup>(39)</sup>。専門家や他学習者との議論を通じて、思い込みの穴が回避されることも期待できる。広く普及しているソーシャルメディアをLocal層（ICTDEシステム）にうまく取り入れることで、学習者が日常的な情報閲覧・発信と同じ感覚で積極的に防災を学んでいくことが期待される。

#### (3) オープンデータの活用

近年、さまざまな分野でオープンデータが注目されており、防災に関するデータ（避難場所の位置など）を提供する自治体も多い<sup>(40)</sup>。防災オープンデータをICTDEシステムに取り入れることは有益だろう。例えば、防災マップ作成において、避難場所に関するデータを取得して地図上に表示したり、学習者を調査対象の避難場所までナビゲートしたりできれば、学びの効率化につながる。また、提供されるデータが充実すれば、DIGのシステム化が加速することも期待できる。

## 3.3 Individual層

この層では、避難計画策定や避難訓練といった、“どのように命を守るか”を考えて防災対策につなげる個人化された学びが展開される。ICTDEシステムはこれらの学びを支援する。

### 3.3.1 避難計画策定支援

避難計画は、学習者がさまざまな想像を持ち寄り、家族やコミュニティ内で議論して策定すべきである。その策定はDIGの発展的な学びともいえることから、DIGと同様の懸念として、想像する難しさが挙げられる。よって、シミュレータを導入した避難計画策定支援が求められる。これまでに、例えば、住民参加型ワークショップを対象として、GISと連携させたマルチエージェントシミュレータで避難過程をアニメーション表示する津波避難計画策定支援システムが開発されている<sup>(41)</sup>。このほか、シェイクアウト避難訓練時の移動軌跡データなどをマルチエージェントシミュレータに反映させたシステムもある<sup>(42)</sup>。

### 3.3.2 避難訓練支援

従来の避難訓練は、避難場所・経路の確認を主目的とし、所定の経路をたどって終わることが多い。一

方、Individual層における避難訓練は、時間が切迫するなかで、動的に変化する災害状況に応じて意思決定（経路など避難行動を選択）する、避難疑似体験を指向している。

避難訓練支援システムは、現在広く普及しているスマートフォンなどの携帯情報端末上で動作し、災害状況（デジタルコンテンツで表現）の提示や意思決定の入力・記録を可能にする。例えば、自由な避難行動を許容するシナリオに沿って学習者の災害時の判断力を育成するシステムが開発され、高等学校での防災授業で実践利用されている<sup>(43)</sup>。屋外で避難訓練する場合、このシステムのように、Global Positioning System (GPS)によるGeo-fenceという枠組みを採用することが多い。急激な災害状況の変化を伴う津波に特化した避難訓練支援システムもいくつか開発されている。例えば、非同期参加型に着目したシステムは、訓練日時などに対して柔軟であることに加え、避難シミュレーションに基づいて津波避難場所の候補を表示するなど、参加しやすい訓練をめざしている<sup>(44)</sup>。津波避難における緊迫感を重視するシステムは、地図上に学習者の現在位置とともに津波シミュレーション結果をアニメーション表示することで、自分に迫ってくる津波を俯瞰しながら逃げるという訓練を実現している<sup>(45)</sup>。簡易的な津波シミュレーションを導入することで、どの沿岸地域でも津波避難訓練を実施できるシステムもある<sup>(46)</sup>。上記のシステムでは共通して、訓練後のリフレクションを重視しており、意思決定や移動軌跡を避難訓練ログとして保存し、可視化できるようになっている。

避難訓練における意思決定をゲーム要素と捉えるならば、上記の避難訓練支援システムは、現実世界と仮想世界を交錯させたAlternate Reality Game (ARG)システムに位置づけられるかもしれない。ARGと防災教育の融合は比較的新しい分野といえる<sup>(47)</sup>。

### 3.3.3 展望

#### (1) 協調作業／学習支援システムの導入

避難計画策定はDIGとの共通点が多いことから、情報共有や議論の支援が求められる。ほかのコミュニティの避難計画や策定ノウハウを共有することに加え、例えば、遠隔地の専門家とワークショップで議論したいという要望があるだろう。ビデオ会議などの協

調作業／学習支援システムを避難計画策定用にカスタマイズして導入することで、策定効率の向上だけでなく、より説得力のある避難計画が期待される。

#### (2) ARによる視覚的リアリティの補完

Individual層における避難訓練は、現実世界で平時に実施される。デジタルコンテンツで災害状況を表現するものの、学習者の眼前に災害状況が広がっているように見せるのは難しい。本稿では、このような難しさを“リアリティのくぼみ”と表現し（図3）、一部の学習者にとっては、避難訓練の緊迫感や没入感を低下させ、自分事としての学びに至らない（途中でつまずいてしまう）要因になると考える。

リアリティのくぼみを回避するアプローチとして、現実世界（リアルタイム映像または学習者の視界）への災害状況（デジタルコンテンツ）の重畳表示、すなわち、ARによる視覚的リアリティの補完が挙げられる。このようなARは、携帯情報端末や眼鏡型HMD上で動作する避難訓練支援システムとして実装されるだろう。ただし、移動を伴う避難訓練において、重畳表示の整合性（位置合わせなど）をいかに確保するかが課題となる。学習者が立ち止まった状態<sup>(48)</sup>や厳密な位置合わせを必要としない災害表現（雨や煙）<sup>(49)</sup>に限れば、ARによる視覚的リアリティの補完は実現されているが、学習者が移動しながら不快感（VR酔いなど）なくリアルに災害状況を見ることは十分には実現できていない<sup>(50)</sup>。

## 3.4 全般的な展望

### 3.4.1 アウトリーチ

紹介したICTDEシステム（表1）は、防災教育の多様化を示しているが、社会に浸透しているとはいえない。防災教育が手探りの状態にあるからこそ、多様なICTDEシステムが開発されるのは当然といえるが、現場レベルでの防災教育の多様化にむけて、ICTDEシステムという研究成果を社会に還元すること（アウトリーチ）が大きな課題として挙げられる。有望なアウトリーチのアプローチは、Webや携帯情報端末アプリを通じたシステムの公開だろう。例えば、飛行機内での救命胴衣装着を学ばせる携帯情報端末アプリ<sup>(51)</sup>は、簡単な操作（タッチやスワイプ）や即時フィードバックを採用したSGであり、従来のビデオ



表1 ICTDE システムの GLI モデルによる分類（展望として挙げたシステムは除く）

層	システムカテゴリ	サブカテゴリ	特徴／備考	参考文献
Global	Serious Game (SG)	クイズ	さまざまな災害を扱うことができる	(17) (18)
		インタラクティブ・ストーリーテリング	クイズと同様、汎用性の高いシンプルゲーム	(19) (20)
		ロールプレイング	3次元CGを活用した課題解決型の疑似体験	(21) (22)
	Virtual Reality (VR)	シミュレータ	災害状況を3次元VR空間に正確に可視化	(23) (24)
		SG+VR	動機づけと疑似体験の強化	(25)
Local	防災マップ作成支援		携帯情報端末による防災情報投稿が可能	(29)～(34)
	DIG 支援		シミュレータによる災害状況の可視化	(35) (36)
Individual	避難計画策定支援		DIGの発展的な学びで、支援もDIGに類似	(41) (42)
	避難訓練支援		訓練後のリフレクションを重視	(43)～(46)

オやカードによる装着法の知識伝達に取って代わることをめざしている。

ICTDE システムのアウトリーチ、そして、防災教育ブームを起すには、世間の注目を集めることも重要である。結果的に十分な学びに至るのであれば、楽しさを前面に押し出した ICTDE システムがあってもよい。例えば、Geo-fence 型ゲームで AR 機能も有する Pokémon GO<sup>(52)</sup> は、世界的なブームを巻き起こしたが、プレイヤーに現実世界を探索的に移動させるタスクは Local 層における防災マップ作成に共通する。過去のブームと防災教育との共通項を見つけ、ICTDE システムに取り入れることは、有望な開発アプローチかもしれない。また、先端技術（ロボット、ガジェットなど）を取り入れた ICTDE システムは、世間の注目を集めやすいだろう。例えば、傷病者に見立てた人型入力デバイスに着目し、これとデジタルコンテンツを連動させた災害救護学習支援システムが開発されている<sup>(53)</sup>。

そのほか、防災関連施設に ICTDE システムを導入するというアウトリーチも有効である。例えば、震動体感装置と連動して揺れの仮想映像（家具の移動など）を HMD に出力するシミュレータ型 VR<sup>(54)</sup>、展示物からの学びを促進するためにゲーミフィケーション（仮想通貨）を導入したクイズ型 SG<sup>(55)</sup> などがある。展示内容のマンネリ化に悩む防災関連施設に、ICTDE システムの導入や共同開発を提案する意義は大

きい。

#### 3.4.2 研究・開発の副次的な発展

ICTDE システムは、そこで展開される学びの分析が研究になったり、新しい学習支援の検証ツールとして活用されたりと、研究・開発の副次的な発展にもつながる。例えば、IS 型 SG を題材として、プレイキャラクタの違いなどによる学習への影響を分析した結果から、感情移入や存在感を重視した SG 設計を提案する研究がある<sup>(56)</sup>。また、洪水の災害状況と行動選択肢を提示するシンプルなゲームを通じて、意図的に不安全避難行動を誘発するという学習支援の有効性が検証されている<sup>(57)</sup>。ICTDE システムの開発を前提として、洪水時の安全確保行動の理解を促進するフローチャート（防災マップに付随）から発展させた、逆思考問題という学習支援も考案されている<sup>(58)</sup>。

そのほか、SG や VR で取得した災害疑似体験のログデータを災害時の行動分析に活用することも可能だろう。ICTDE システムが社会に浸透すれば（利用者が増え、十分なデータが収集されるようになれば）、近年盛んに研究・開発されている Learning Analytics の対象になることも期待される。

## 4. ICT 活用型防災教育の実践事例

著者の研究グループは、いくつかの ICTDE システムを開発し、徳島県内の小中学校を中心として主に



図4 ICT活用型避難訓練の様子

デジタル防災マップ作成<sup>(59)</sup>とICT活用型避難訓練 (ICT-Based Evacuation Drill: ICTBED)<sup>(60)(61)(注4)</sup>を実践してきた。本章では、ICTBEDを概説し、著者の経験を交えながら訓練実施までの流れを述べる。

#### 4.1 ICT活用型避難訓練

ICTBEDにおいて、避難経路は自由である。学習者(訓練参加者)には、避難途中に遭遇するさまざまな災害状況に対して意思決定しながら、制限時間内に避難場所にたどり着くことが求められる(図4)。災害状況として、推奨避難経路の通行不可(別の避難経路を通行しなければならない)だけでなく、難しい意思決定を迫られるモラルジレンマも積極的に取り入れている。例えば、「津波からの避難途中に負傷者を救助する」という意思決定をした学習者には、負傷者に見立てた人形を実際に避難場所まで運ばせることで、救助の大変さなどを実感させる。また、必ず訓練後に振り返り授業を実施し、「なぜそのように意思決定したか?」、「難しい災害状況を回避するために日頃からできる対策は何か?」などについて議論させている。

ICTBEDはモラルジレンマや議論を取り入れることから、これまで小学校高学年以上を対象に実施してきた。また、用意できる携帯情報端末や実施スタッフ(大学生や院生)の数が多くないため、個人ではなくグループ単位(5名前後の学習者)で実施してきた。グループ単位であれば、意見対立などで意思決定が難

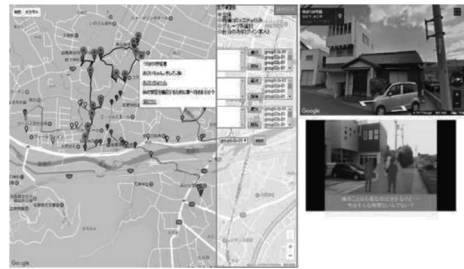


図5 ICTBEDシステムのリフレクション機能

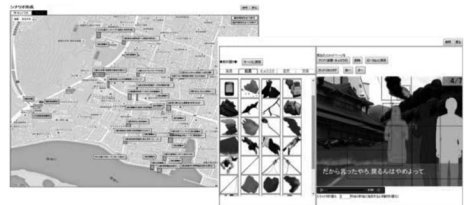


図6 ICTBEDシステムのオーサリング機能

しくなることもあり、振り返り授業における議論の活性化が期待できる。

ICTBEDシステム“防災ヤットサー”<sup>(62)</sup>はGeo-fenceの枠組みを採用しており、災害シナリオに基づいて、学習者の現在位置や時間経過に対応する災害状況(動画やスライドショー)を携帯情報端末に提示する。また、学習者の意思決定に応じてシナリオが分岐するインタラクティブな避難訓練を実現している。そのほか、Webシステムとして、避難訓練ログを可視化するリフレクション支援機能(図5)、シナリオ(場所や時間とデジタルコンテンツとの対応関係、分岐条件)やスライドショー(災害状況を表現する合成画像)

(注4) ICTBEDは、実践校の教員を中心にしばしば“バーチャル避難訓練”と呼ばれる。わかりやすく覚えやすい呼称がICTDEシステムの普及に効果的かもしれない。

を作成できるオーサリング機能（図6）も提供している。

## 4.2 訓練実施までの流れ

学校の防災授業として実施した ICTBED では、著者が実施者として主導的な立場をとってきた。以下に実施までの典型的な流れを示す。

- ①【実施者⇨学校】学校側に直接コンタクトをとったり、防災関連施設の担当者を介したりして、ICTBED の実施を呼びかける。（防災教育に継続的に取り組んでいる学校ほど、マンネリ化に陥っているかもしれない。）
- ②【実施者⇨学校】学校側が興味を示せば、実施者は学校を訪問し、ICTBED を詳説するとともに、学校の防災教育内容について尋ねて意思疎通を図る。（校区内の災害の危険性について事前に資料調査してから訪問する。話し合いには、対象学年担任や防災担当教員だけでなく管理職教員にも参加してもらうとスムーズである。）
- ③【実施者】実施が許可されれば、訓練実施エリアを現地調査し、防災の現状（避難場所、危険個所など）や避難経路候補の距離感を確認する。（この作業は実施者による防災マップ作成といえる。）
- ④【実施者】現地調査の結果を反映させた災害シナリオ案と訓練実施要項を作成する。
- ⑤【実施者⇨学校】学校訪問または資料送付により、主担当教員（担任や防災担当教員）にシナリオを確認してもらい、改善点を検討する。（このときまでに、訓練実施日時を確定し、振り返り授業の設計を依頼しておきたい。また、悪天候などによる順延に備えて、予備日も設定しておく。）
- ⑥【実施者】改善点を反映させたシナリオおよびデジタルコンテンツを作成する。
- ⑦【実施者⇨学校】学校を訪問して、主担当教員とシナリオを最終確認し、当日の実施手順と振り返り授業について打ち合わせる。このとき、生徒の性格や健康状態などを考慮して、グループ分けと避難開始地点を決定することが多い。（必要に応じて、地元の自主防災組織などに当日のボランティアを依頼する。）
- ⑧【実施者】実施者と実施スタッフが現地を訪問し、予行演習形式でシステム（シナリオ）の動作などを

確認する。（このとき、主担当教員に同行してもらえば、当日の授業展開がスムーズになる。）

- ⑨【実施者・学校・ボランティア】防災授業として ICTBED を実施する。多くの場合、訓練と振り返り授業にそれぞれ1校時（計2校時）が割り当てられる。（授業後、実施者と学校側が共同で訓練を振り返ることもある。）

これまでの経験上、①～⑨に約2カ月を要する。特に時間を要する工程は⑥である。

## 4.3 普及・継続に向けて

### 4.3.1 システム利用の促進

ICTBED の普及は、現場担当者が主導的な立場で実施できるかどうかが鍵となる。ICTBED システムは訓練実施までの一連の流れを支援しており、いかにしてシステム利用を促進するかが今後の課題といえる。例えば、システム講習会の開催、シナリオバタンの提供、実施ノウハウや学習指導案の共有など、現場担当者を動機づけるような取り組みが必要である。また、学校の防災授業として ICTBED を普及させるには、教育委員会など地方行政機関への働きかけも重要になるだろう。

これまで学校における ICTBED は、単発の防災授業（年1回）を6年連続で実施している事例を除いて、継続的に実施できていない。継続実施という観点からは、複数年（各年で複数回）で発展的に実施できる授業モデルも必要だろう。例えば、生徒が1年目にデジタル防災マップを作成、2年目に ICTBED に参加し、3年目に ICTBED の実施者としてシナリオやデジタルコンテンツを作成するという授業モデルが考えられる。

### 4.3.2 有効性の実証

ICTBED を普及・継続させるうえで、有効性を実証しアピールすることは重要である。これまでに、防災授業直後あるいは数日～3週間の回答期間を設けたアンケート調査から防災意識の向上などを確認できているが、防災意識の推移やどのような防災対策がとられたかについて中長期的な追跡調査は実施できていない。ICTBED の評価手法を確立することは急務といえる。

### 4.3.3 安全性の確保

多くの場合、ICTBED は屋外で実施され、時間の拘束により学習者を焦らせるシナリオになる。よって、交通事故や怪我のないよう、安全には細心の注意を払

わなければならない。実施にはまず、学習者およびその監督者（教員、保護者など）の十分な理解・協力が不可欠である。これまでの学校での実施では、各グループに実施スタッフを必ず同行させ、できるだけ教員やボランティアにも同行してもらっており、重大な事案は発生していない。今後、より安全性を高めて ICTBED を普及・継続させるには、地域や行政機関から協力（例えば、訓練中一時的に道路を封鎖するなど）を得るための交渉も必要になるだろう。

#### 4.3.4 実施スタッフの育成

ICTBED の成功には、実施スタッフの育成も欠かせない。実施スタッフの基本的なタスクは、システム操作補助と安全確保であるが、グループによっては訓練に没入できなかつたり、意思決定までに時間がかかったりすることもある。実施スタッフには、シナリオを熟知したうえで、没入感を高める雰囲気づくりや問いかけ、意思決定に影響を及ぼさない程度の介入ができるようになることが求められる。

## 5. おわりに

本稿では、防災教育が多様化していない状況に焦点を当て、状況改善につながる ICT 活用型防災教育 (ICTDE) システムを二つの提案モデル (防災教育の継続モデルおよび GLI モデル) と対応づけながら紹介するとともに、システム開発・活用の展望を示し、著者の ICTDE 実践事例について述べた。これまでにさまざまな ICTDE システムが開発されている。今後、これらのシステムを社会に浸透させ、現場レベルで防災教育の多様化を実現することが期待される。

本稿では割愛したが、災害対応専門家ならびに“復旧・復興”や“軽減”を対象とした ICTDE システムも開発されている。また、防災教育を直接扱うわけではないが、e ラーニングや遠隔講義システムは被災地における教育の空白期間（“対応”から“復旧”にかけて）の最小化に大いに貢献する。防災教育を難しくしている要因として挙げた、考慮すべき心理的・認知的要素の多さならびに理論と実践知の関連構造の不透明さについては、理論的枠組みの整理を通じて行動意思決定モデル（分岐配管モデル）<sup>(11)</sup> が提示されたことで、難しさが取り払われたといえよう。

防災教育は未だ手探りの状態にあるかもしれないが、着実に発展してきている。本稿が ICTDE に携わる人を少しでも増やし、研究・開発・実践を一層加速させることにつながれば幸いである。そして、より多くの人が防災を自分事として学び、将来遭遇するかもしれない災害に対して準備を強化することを願ってやまない。

## 謝辞

本稿で紹介した著者の研究は、総務省・戦略的情報通信研究開発推進事業 SCOPE（地域 ICT 振興型研究開発）の委託研究（142309003）、科学研究費基盤研究 C（No. 15K01026）などの研究助成によるものである。

共同研究者、防災教育実践協力校、ならびに WBL 研究班の学生メンバーに謝意を表する。

## 参考文献

- (1) Munich, R. E.: “Topics Geo: Natural Catastrophes 2016: Analyses, Assessments”, Positions (2017)
- (2) Institute for Economics & Peace: “Global Terrorism Index 2016” (2017)
- (3) 文部科学省: “ESD 持続可能な開発のための教育”, <http://www.esd-jpnatcom.mext.go.jp/> (参照 2018.1.15)
- (4) 文部科学省: “学校防災のための参考資料「生きる力」を育む防災教育の展開”, <https://anzenyouiku.mext.go.jp/mextshiryuu/data/saigai03.pdf> (参照 2018.1.15)
- (5) 防災教育チャレンジプラン実行委員会: “防災チャレンジプラン”, <http://www.bosai-study.net/top.html> (参照 2018.1.15)
- (6) National Governors’ Association Center for Policy Research: “Comprehensive Emergency Management: A Governor’s Guide”, Washington, D.C. (1979)
- (7) Maslow, A. H.: “A theory of human motivation”, *Psychological Review*, Vol. 50, No. 4, pp. 370–396 (1943)
- (8) Clerveaux, V. and Spence, B.: “The communication of disaster information and knowledge to children using game technique: The disaster awareness game (DAG)”, *International Journal of Environmental of Research*, Vol. 3, No. 2, pp. 209–222 (2009)
- (9) Yamori, K.: “Using games in community disaster prevention exercises”, *Group Decision and Negotiation*, Vol. 21, No. 4, pp. 571–583 (2012)

- (10) 文部科学省研究開発局地震・防災研究課：“地震調査研究成果の普及展開方策に関する調査報告書（概要版）”，<http://www.jishin.go.jp/main/seisaku/hokoku15h/s49-s02.pdf>（参照 2018.1.15）
- (11) 田中孝治：“防災教育への展開を目指した行動意思決定モデルの検討”，教育システム情報学会誌，Vol. 35, No. 2, pp. 81–93 (2018)
- (12) 高橋暁子，吉田 護，喜多敏博，山田文彦：“Local Knowledgeを活かした減災型地域社会リーダーのコンピテンシー設計プロセス”，日本教育工学会論文誌，Vol. 38, Suppl, pp. 57–60 (2014)
- (13) Johnson, V. A., Ronan, K. R., Johnston, D. M. et al.: “Evaluations of disaster education programs for children: A methodological review”, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol. 9, pp. 107–123 (2014)
- (14) 株式会社毎日新聞社：“平成 24 年度文部科学省委嘱事業「ICT を活用した防災教育に資する教材の開発・普及のための調査研究」成果報告書”，[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/1340779.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/1340779.htm)（参照 2018.1.15）
- (15) Gampell, A. V., Gaillard, J. C., Parsons, M. et al.: “Beyond stop disasters 2.0: An agenda for exploring the contribution of video games to learning about disasters”, *Environmental Hazards*, Vol. 16, No. 2, pp. 180–191 (2017)
- (16) Wahyudin, D. and Hasegawa, S.: “The role of serious games in disaster and safety education: An integrative review”, *Workshop Proc. of the 25th International Conference on Computers in Education (ICCE 2017)*, pp. 180–190 (2017)
- (17) 藤岡正樹，梶 秀樹，三平 洵：“携帯端末による地震防災教育用ゲームの開発とそれを使った教育研修提案”，地域安全学会論文集，No. 14, pp. 133–139 (2011)
- (18) Mani, L., Cole, P. D. and Stewart, I.: “Using video games for volcanic hazard education and communication: An assessment of the method and preliminary results”, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, Vol. 16, No. 7, pp. 1673–1689 (2016)
- (19) PTV Productions: “Simulation: Inside the Haiti Earthquake”，<http://insidedisaster.com/haiti/>（参照 2018.1.15）
- (20) Gaeta, M., Loia, V., Mangioneet, G. R. et al.: “A methodology and an authoring tool for creating complex learning objects to support interactive storytelling”, *Computers in Human Behavior*, Vol. 31, pp. 620–637 (2014)
- (21) Wahyudin, D. and Hasegawa, S.: “Mobile serious game design for training ethical decision making skills of inexperienced disaster volunteers”, *Information and Systems in Education*, Vol. 14, No. 1, pp. 28–41 (2015)
- (22) Chittaro, L. and Sioni, R.: “Serious games for emergency preparedness: Evaluation of an interactive vs. a non-interactive simulation of a terror attack”, *Computers in Human Behavior*, Vol. 50, pp. 508–519 (2015)
- (23) Cha, M., Han, S., Lee, J. et al.: “A virtual reality based fire training simulator integrated with fire dynamics data”, *Fire Safety Journal*, Vol. 50, pp. 12–24 (2012)
- (24) 高橋亨輔，井面仁志，白木 渡，磯打千雅子：“災害状況再現・対応能力訓練システムの開発と学校教員を対象とした地震発生時の初期対応訓練の実践”，情報処理学会論文誌，Vol. 58, No. 5, pp. 1124–1137 (2017)
- (25) Chittaro, L. and Buttussi, F.: “Assessing knowledge retention of an immersive serious game vs. a traditional education method in aviation safety”, *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, Vol. 21, No. 4, pp. 529–538 (2015)
- (26) Wang, B., Li, H., Rezgui, Y. et al.: “BIM based virtual environment for fire emergency evacuation”, *The Scientific World Journal*, Vol. 2014, Article ID.589016 (2014)
- (27) Mitsuhara, H., Inoue, T., Yamaguchi, K. et al.: “Game-based evacuation drill inside google street view”, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, Vol. 498, pp. 655–666 (2016)
- (28) 株式会社ゼンリン：“ZENRIN City Asset Series”，<http://www.zenrin.co.jp/product/service/3d/asset/>（参照 2018.1.15）
- (29) 日本放送協会：“NHK ぼうさいマップを作ろう”，<http://www2.nhk.or.jp/bousaimap/>（参照 2018.1.15）
- (30) 防災科学研究所：“e コミマップ”，<http://ecom-plat.jp/index.php?gid=10457>（参照 2018.1.15）
- (31) Okazaki, Y., Kozaki, S., Matsuo, S. et al.: “Prototyping of community-based hazard mapping support system for traditional towns with local heritage”, *Workshop Proc. of ICCE 2017*, pp. 171–179 (2017)
- (32) 大熊健裕，山本佳世子：“都市災害情報の蓄積を目的としたソーシャルメディア GIS に関する研究—減災対策のための平常時の災害情報の蓄積—”，*社会情報学*，Vol. 2, No. 2, pp. 49–65 (2013)
- (33) 吉野 孝，濱村朱里，福島 拓，江種伸之：“災害時支援システム “あかりマップ” の地域住民による防災マップ作成への適用”，情報処理学会論文誌，Vol. 58, No. 1, pp. 215–224 (2017)
- (34) Maresh-Fuehrer, M. M. and Smith, R.: “Social media mapping innovations for crisis prevention, response, and evaluation”, *Computers in Human Behavior*, Vol. 54, pp.

- 620-629 (2016)
- (35) 片田敏孝, 桑沢敬行: “津波に関わる危機管理と防災教育のための津波災害総合シナリオ・シミュレータの開発”, 土木学会論文集 D, Vol. 62, No. 3, pp. 250-261 (2006)
- (36) Kobayashi, K., Narita, A., Hirano, M. et al.: “DIGTable: A tabletop simulation system for disaster education”, Proc. of 6th International Conference on Pervasive Computing, pp. 57-60 (2008)
- (37) 株式会社キャドセンター: “AR ハザードスコープ”, <https://www.cadcenter.co.jp/products/archives/7> (参照 2018.1.15)
- (38) 板宮朋基: “スマートフォンと紙製ゴーグルを用いた災害状況疑似体験教材の開発と実証活動”, 平成 28 年度東三河地域防災協議会受託研究報告書 (2017)
- (39) 小林秀行, 池尻良平, 黄 欣悦, 地引泰人, 大原美保, 田中 淳, 吉川肇子, 藤本 徹, 山内祐平: “SNS を通じた防災教育による防災知識構造の拡大と深化”, 日本災害情報学会誌, Vol. 13, pp. 74-86 (2015)
- (40) 荻島和真, 松井 健, 福安真奈, 浦田真由, 遠藤 守, 安田孝美: “防災情報における自治体オープンデータの現状と展望—市民利用を見据えた災害時生活情報のオープンデータ化—”, 社会情報学会 2016 年大会研究発表論文集 (2016)
- (41) 畑山満則, 中居楓子, 矢守克也: “地域ごとの津波避難計画策定を支援する津波避難評価システムの開発”, 情報処理学会論文誌, Vol. 55, No. 5, pp. 1498-1508 (2014)
- (42) 生富直孝, 浅田拓海, Boonmee, C., 有村幹治: “避難訓練プローブデータを用いた津波避難計画立案支援ツールの構築”, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 72, No. 5, pp. L331-L339 (2016)
- (43) 畠山 久, 永井正洋, 室田真男: “野外において主体的な判断に基づく避難行動を促すシナリオベース学習支援システムの開発と実践”, 教育システム情報学会誌, Vol. 35, No. 2, pp. 134-144 (2018)
- (44) 大越 匡, 米澤拓郎, 山本慎一郎, 中島 円, 神武直彦, 栗田 治, 中澤 仁, 徳田英幸: “EverCuate: ユーザ非同期参加型津波避難訓練システム”, 情報処理学会論文誌, Vol. 57, No. 10, pp. 2143-2161 (2016)
- (45) 孫 英英, 矢守克也, 鈴木進吾, 李 勇昕, 杉山高志, 千々和詩織, 西野隆博, 卜部兼慎: “スマホ・アプリで津波避難の促進対策を考える—「逃げトレ」の開発と実装の試み—”, 情報処理学会論文誌, Vol. 58, No. 1, pp. 205-214 (2017)
- (46) Kawai, J., Mitsuahara, H. and Shishibori, M.: “Tsunami evacuation drill system using motion hazard map and smart devices”, Proc. of 3rd International Conference on Information and Communication Technologies for Disaster Management, pp. 1-7 (2016)
- (47) Zhou, Z., Chang, J. S. K., Pan, J. et al.: “Alternate reality game for emergency response training: A review of research”, Journal of Interactive Learning Research, Vol. 27, No. 1, pp. 77-95 (2015)
- (48) Mitsuahara, H., Sumikawa, T., Miyashita, J. et al.: “Game-based evacuation drill using real world edutainment”, Interactive Technology and Smart Education, Vol. 10, No. 3, pp. 194-210 (2013)
- (49) Mitsuahara, H., Kawai, J., Iguchi, K. et al.: “Game-based evacuation drills using simple augmented reality”, Proc. of 16th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, pp. 133-137 (2016)
- (50) Kawai, J., Mitsuahara, H. and Shishibori, M.: “Game-based evacuation drill using augmented reality and head-mounted display”, Interactive Technology and Smart Education, Vol. 13, No. 3, pp. 186-201 (2016)
- (51) Chittaro, L., Corbett, C. L., McLean, G. A. et al.: “Safety knowledge transfer through mobile virtual reality: A study of aviation life preserver donning”, Safety Science, Vol. 102, pp. 159-168 (2018)
- (52) Niantic, Inc.・株式会社ポケモン: “Pokémon GO”, <http://www.pokemongo.jp/> (参照 2018.1.15)
- (53) 加藤隆雅, 田山友紀, 重野 寛, 岡田謙一: “人型入力デバイスを利用した災害救護のための個別学習支援システム”, 情報処理学会論文誌: デジタルコンテンツ (DCON), Vol. 4, No. 2, pp. 11-18 (2016)
- (54) 倉田和己, 福和伸夫: “仮想現実ソフトウェアと震動体感環境の融合による効果的な減災啓発ツールの開発”, 日本災害情報学会誌, No. 14, pp. 83-92 (2016)
- (55) Mitsuahara, H. and Shishibori, M.: “Virtual currency as gamification for learning in a disaster museum to increase the number of revisitors”, Proc. of ICCE 2017, pp. 746-754 (2017)
- (56) Bachen, C. M., Hernández-Ramos, P., Raphael, C. et al.: “How do presence, flow, and character identification affect players' empathy and interest in learning from a serious computer game?”, Computers in Human Behavior, Vol. 64, pp. 77-87 (2016)
- (57) 田中孝治, 梅野光平, 池田 満, 堀 雅洋: “疑似被災体験により不安全避難行動を誘発する学習支援方式”, 教育システム情報学会誌, Vol. 34, No. 1, pp. 44-53 (2017)

- (58) 北川悠一, 久山勝生, 池内惟真, 田中孝治, 池田 満, 堀 雅洋: “災害時の避難行動選択に関わる情報解釈能力向上のための逆思考問題による学習支援方式の検討”, 教育システム情報学会誌, Vol. 35, No. 2, pp. 122-133 (2018)
- (59) 光原弘幸, 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: “デジタル防災マップ作成支援システムとその防災授業利用”, 教育システム情報学会研究報告, Vol. 30, No. 7, pp. 89-96 (2016)
- (60) Mitsuhashi, H., Inoue, T., Yamaguchi, K. et al.: “Web-based system for designing game-based evacuation drills”, Procedia Computer Science, Vol. 72, pp. 277-284 (2015)
- (61) 光原弘幸, 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: “考えさせる ICT 活用型避難訓練の実践”, 教育システム情報学会研究報告, Vol. 31, No. 7, pp. 65-72 (2017)
- (62) 防災ヤットサー, <http://yattosar.net/> (参照 2018.1.15)

## 著 者 紹 介



### 光原 弘幸

1998年近畿大学工学部卒業。2000年同大学院博士前期課程修了。2003年徳島大学大学院博士後期課程修了。同年同大工学部助手。現在、同大学院社会産業理工学研究部講師。博士(工学)。2017年から半年間、Curtin Universityにて Visiting Academic.

ICT 活用型防災教育システムに関する研究・開発・実践に従事。2016年度教育システム情報学会研究会優秀賞などを受賞。情報処理学会, 電子情報通信学会, 日本教育工学会, IEEE, 日本災害情報学会, 人工知能学会, 各会員。