

Google ストリートビューを用いた

バーチャル避難訓練システム

室川 優希^{*1}, 光原 弘幸^{*2}, 井上 武久^{*3}, 山口 健治^{*3}, 武知 康逸^{*3}, 森本 真理^{*3},
上月 康則^{*2}, 井若 和久^{*4}, 獅々堀 正幹^{*2}

*1 徳島大学工学部, *2 徳島大学大学院理工学研究科, *3 株式会社オプトピア,
*4 徳島大学地域創生センター

Virtual Evacuation Drill System Using Google Street View

Yuki Murokawa^{*1}, Hiroyuki Mitsuhara^{*2}, Takehisa Inoue^{*3}, Kenji Yamaguchi^{*3}, Yasuichi Takechi^{*3},
Mari Morimoto^{*3}, Yasunori Kozuki^{*2}, Kazuhisa Iwaka^{*4}, Masami Shishibori^{*2}

*1 Faculty of Engineering, Tokushima University

*2 Graduate School of Science and Technology, Tokushima University

*3 OPTPIA Co., Ltd.

*4 Center for Community Revitalization, Tokushima University

本研究では、天候などに左右されず安全に ICT 活用型避難訓練を実施することを目的として、Google ストリートビューを用いたバーチャル避難訓練システムを開発している。本システムは主要な Web ブラウザで動作するだけでなく、携帯情報端末のジャイロセンサ等を用いてストリートビューの直感的な全方位確認を実現しており、没入感（視聴覚的リアリティ）を向上させている。訓練参加者はストリートビュー内をスモールステップで移動して避難場所へ向かう。移動中、避難シナリオで設定された場所に入ると、災害時の困難な状況を表現したコンテンツが表示され、参加者は判断（選択）を求められる。

キーワード: ICT 活用型避難訓練, Google ストリートビュー, バーチャルリアリティ, 防災教育

1. はじめに

近年、自然災害が世界的に増加傾向にあり⁽¹⁾、防災教育の充実が求められている。特に、ICT（情報通信技術）活用型防災教育への期待は大きく⁽²⁾、さまざまなシステム開発や実践が行われている。例えば、Gongらは、HMD（Head Mounted Display）と Kinect センサを用いて、非接触動作入力により VR（Virtual Reality）空間内を避難できる地震避難訓練システムを開発した⁽³⁾。大越らは津波避難を対象に、シミュレーションシステムやモバイルアプリケーションを組み合わせた非同期参加型の避難訓練システムを開発した⁽⁴⁾。畠山らは、フィールドワークでタブレット端末を用いて防災情報（写真など）を収集し、デジタル防災マッ

プを作成できるシステムを開発した⁽⁵⁾。

本研究ではこれまで、GPS 搭載携帯情報端末（スマートフォンやタブレット）を用いた ICT 活用型避難訓練を提案・開発し、教育現場で実施してきた⁽⁶⁾⁽⁷⁾。この避難訓練において、参加者は携帯情報端末をもって避難場所まで移動する。移動中、参加者が避難シナリオで設定された場所（領域）に入ると、対応するコンテンツ（仮想的な災害状況を表現した動画やスライドショー）が表示され、参加者に判断（例えば、負傷者を救助するか／しないか、どの迂回路を通るか、といった選択）を迫る。判断により避難シナリオを変化させることもでき、ゲーム要素としてマルチエンディングを導入できる。このように、従来の避難訓練よりもリアルかつインタラクティブで、参加者に考えさせる

避難訓練を実現している。しかしながら、この避難訓練は主に屋外で実施されるため、天候や参加者の健康状態によっては実施できないことがあり、交通事故などに十分注意しながら実施する必要もあった。

そこで本研究では、天候などに左右されず安全に ICT 活用型避難訓練を実施することを目的として、Google ストリートビューを用いたバーチャル避難訓練を提案し、システムを開発してきた⁽⁸⁾。開発システムは主要な Web ブラウザで動作するだけでなく、携帯情報端末のジャイロセンサ等を用いてストリートビューの直感的な全方位確認を実現しており、没入感（視聴覚的リアリティ）を向上させている。

2. ICT 活用型避難訓練

避難訓練は典型的な防災教育のひとつであるが、多くの場合、避難場所・経路の確認が目的であり、災害時の困難な状況における判断（行動）について参加者に十分に考えさせてはいない。

本研究における ICT 活用型避難訓練は、携帯情報端末を用いた実世界指向の“考えさせる”避難訓練であり、避難シナリオとコンテンツにより状況的リアリティと視聴覚的リアリティを向上させ、避難の疑似体験を強化する。

以前は、インタラクティブな避難シナリオによるゲーム要素、または、仮想的な災害状況の表現を強調し、ゲーム型避難訓練（Game-Based Evacuation Drill : GBED）またはバーチャル避難訓練（Virtual Evacuation Drill : VED）と表記していたが、本稿では ICT 活用型避難訓練を ICTBED（ICT-Based Evacuation Drill）と略記する。

2.1 訓練実施の流れ

ICTBED は、総合的な防災教育システム“防災ヤットサー”（Bosai Yattosar : BY）⁽⁹⁾を基盤とする。

(1) 訓練実施地域における防災情報の収集

訓練実施者（例えば、教師や自主防災組織のリーダー）は、行政等が提供する防災マップを参考にしたり、実際に訓練実施地域を訪れたりして、避難場所や危険箇所を調査・確認し、訓練実施に向けた防災情報を収集する。BY システムのデジタル防災マップ作成機能⁽¹⁰⁾を利用することで、効率的に防災情報を収集できる。



図1 BYアプリのUIとICTBEDの様子

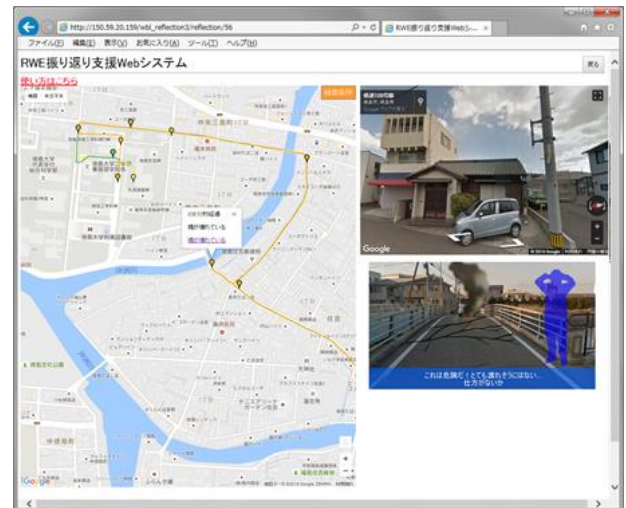


図2 振り返り機能のUI

(2) 避難シナリオとコンテンツの作成

実施者は、BY システムのオーサリング機能⁽¹¹⁾を用いて避難シナリオとコンテンツを作成する。最終的に、避難シナリオ（XML ファイル）とコンテンツが避難訓練ファイル（ZIP ファイル）にまとめられ、ダウンロード可能ユーザを指定して公開される。

(3) 避難訓練の実施

訓練参加者は事前に、訓練実施用 BY アプリを携帯情報端末にインストールし、当該の避難訓練ファイルをダウンロードしておく。参加者は、実施者により指定されたスタート地点を訪れ、BY アプリを操作して訓練を開始する。図1にBYアプリのユーザインタフェースとICTBED実施中の様子を示す。

(4) 避難訓練の振り返り

訓練ログは、BY アプリから BY システム（サーバ）に送信され、振り返り機能により可視化される。参加者は訓練終了後、Web ブラウザで BY システムにアクセスし、自分や他者の避難経路や表示されたコンテンツ（選択した判断を含む）を閲覧しながら、避難訓練を振り返ることができる。図2に振り返り機能のユーザインタフェースを示す。

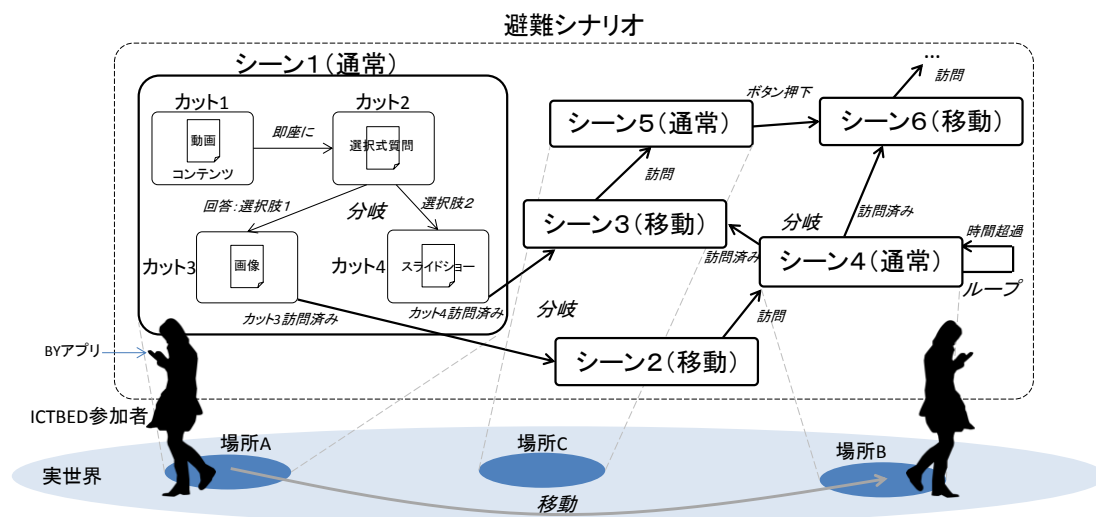


図3 避難シナリオの構成

2.2 避難シナリオ

避難シナリオは複数のシーンから構成され、シーンは1つ以上のカットから構成される。シーンやカットに条件分岐を設定することで、マルチエンディングを提供できる。図3に避難シナリオの構成を示す。

2.2.1 シーン

シーンには以下の3種類がある。

(1) 通常シーン

通常シーンは場所（緯度経度による矩形領域）と対応づけられる。BYアプリが、通常シーンとして設定された場所をGPSで検知し、コンテンツ（その場所で発生する仮想的な災害状況）を表示する。

(2) 移動シーン

移動シーンは通常シーンの間に割り当てられる。BYアプリがメッセージやBGM等により次の通常シーンへの移動を促す。

(3) 割込シーン

割込シーンは、災害状況の時間変化や避難訓練の強制終了（避難時間オーバー）を表現する。BYアプリが指定時間またはシーン訪問からの経過時間によって強制的に割込シーンのコンテンツを表示する。

2.2.2 カット

カットはコンテンツと対応づけられる。シーンの中で複数のコンテンツを表示する場合は、複数のカットを連ねることになる。

表1 代表的な条件分岐

条件	対象	説明
選択（選択式質問への回答）	カット間	選択式質問への回答に応じて、次のカットを変える。
正誤（選択式クイズの回答）	カット間	正誤（正誤設定のある選択式質問）によって、次のカットを変える。
訪問済み	カット間、シーン間	特定のカットまたはシーンに訪問したかどうかで次のカットまたはシーンを変える。

2.3 コンテンツ

コンテンツには、テキストメッセージ、音声、静止画、動画、スライドショー、選択式質問を採用できる。スライドショーはスライド切り替え時間や同期再生音声を指定可能で、BYシステムを用いて作成できる。選択式質問は、正誤設定によりクイズとして表示できるほか、判断（選択）に応じた条件分岐に用いられる。

2.4 条件分岐

実際の避難時には、難しい判断を迫られる状況に遭遇し、その判断が避難の成否を左右することが予想される。したがって、参加者に判断させ、その判断によって避難シナリオを変化させる必要がある。言い換え

で指定されたコンテンツを表示する。

- (6) カットまたはシーンに条件分岐が設定されていれば、設定された次のカットまたはシーンへユーザを遷移（訪問）させる。
- (7) カットまたはシーンの遷移時に、遷移履歴（選択式質問の回答も含む）を訓練ログデータとして SS へ送信する。
- (8) 避難シナリオの終了条件を満たさず（ゴール地点に設定された通常シーンを訪問する、または、制限時間を超過する）と、訓練終了を SS に通知する。

3.2.2 サーバサイド

SS は以下のような処理を実行する。

- (1) ユーザによって選択された避難シナリオをデータベースから取得し、XML 形式に整形して CS へ送信する。
- (2) 訓練ログデータを保存するための一時テーブルを作成する。
- (3) CS から受信した訓練ログデータを、一時テーブルに保存する。
- (4) 訓練が終了すると、一時テーブル内のデータに訓練識別データを追加し、ログテーブルへ保存して一時テーブルを破棄する。
- (5) 訓練が途中終了した場合（ユーザが Web ブラウザを閉じた、または、戻るボタンでページを遷移した等）、一時テーブルのデータはログテーブルには保存せずに破棄する。

3.3 ユーザインタフェース

GE システムは、BY システムで作成された避難訓練ファイル（避難訓練シナリオとコンテンツ）に基づいて実行される。よって、GE 実施者は、BY システムで避難訓練ファイルを作成・公開しておく。ユーザ（GE 参加者）は一般的な Web ブラウザから BY システムにアクセスし、避難シナリオを選択して GE に参加する。GE 参加の流れとともに、図 5 に GE システムのユーザインタフェースと GE 参加時の様子を示す。

- (1) ユーザ（GE 参加者）は避難シナリオ名などを参照し、避難訓練ファイルを選択する。（図 5-a）
- (2) スタート地点から避難を開始する。
- (3) 移動シーンでは、移動可能な方向が矢印アイコンで表示される。アイコンをクリックすると、矢印の方向に約 7m 移動する。これを繰り返して、GSV



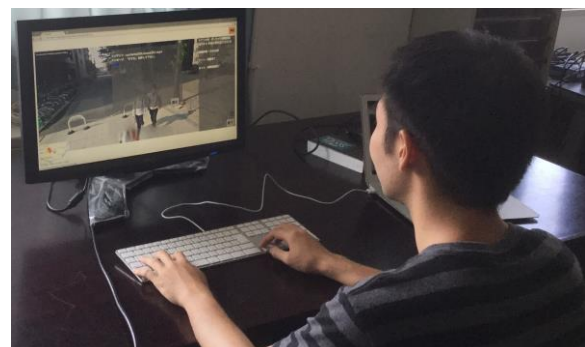
(a) 避難シナリオ選択



(b) 移動シーン



(c) 通常シーン(選択式質問表示)



GE参加時のユーザ

図 5 GE システムの UI と参加時の様子



図 6 スマートフォン HMD 対応 GE システム

内を移動していく。GSV 内の任意の場所に 1 クリックで移動できないようになっている。また、GSV 左下の Google マップにはユーザの現在位置が表示されるが、Google マップ上での移動操作もできなくなっている。“情報” ボタンをクリックすると、経過時間や現在のシーン名を参照できる。(図 5-b)

- (4) GSV 内で通常シーンに入ると、対応するコンテンツが表示される。選択式質問の場合、表示された選択肢から回答する。(図 5-c)
- (5) 割込シーンが設定されていれば、突然、コンテンツが表示されることもある。
- (6) 制限時間内にゴール地点（通常シーンとして避難場所などを設定）に到着すれば、避難成功となる。
- (7) GE の訓練ログデータは、ICTBED と同様に保存されている。ユーザは GE 参加後、BY システムで避難訓練を振り返ることができる。

3.4 スマートフォン HMD への対応

近年、スマートフォン HMD が注目されおり、立体視やヘッドトラッキングの機能により没入感の高い教育・学習コンテンツも開発されている⁽¹²⁾。

3.4.1 目的

GE システムは、Web ブラウザ搭載のスマートフォンやタブレットでも動作する。ユーザはマウス操作により GSV 内の全方位を確認できるが、避難訓練では迅速な移動が求められるため、GE は全方位確認を推奨していない。しかし、実際の避難時には危険回避のために、全方位を適宜確認しながら移動する(例えば、頭上からの落下物に注意しながら移動する)ことは重要である。

そこで本研究では、移動を妨げず全方位を確認できる GE をめざして、スマートフォン HMD への対応に取り組んでいる。具体的には、スマートフォン HMD の動き、すなわち、ユーザの頭の動きに合わせて GSV 内の視線（ユーザ位置にある仮想カメラの向き）を変えて全方位確認を実現する。

このようなヘッドトラッキング機能により、GSV への没入感のさらなる向上が期待できる。

3.4.2 実装

スマートフォン HMD のヘッドトラッキング機能は、GoogleMaps API の標準機能として提供されている。GSV が表示される Web ページにモーショントラッキングに対応する端末からアクセスすると、API が自動的に端末のセンサの値を取得し、GSV 内のカメラを端末の動きに追従させる。

現在のところ、ユーザは GSV 内を移動するために、スマートフォンの画面をタッチ操作する必要がある。GE システムは、スマートフォン使用时専用の移動ボタン“move”を表示し、ユーザの視線（仮想カメラの向き）にもっとも隣接する方向へ移動できるようにしている。よってユーザは、スマートフォン HMD（構成部品である段ボール製ホルダ）の下部にある操作用の穴から移動ボタンをタッチすることになる。移動ボタンは、`google.maps.StreetViewPanorama` クラス内のメソッドを用いることで実装している。`getLinks` メソッドは、隣接する各地点の情報を配列として取得する。現在のカメラの正面方向と `getLinks` メソッドで取得した各地点の方位を比較することで、最も方位の変化が小さい地点を調べ、その地点に割り振られてい

る ID を取得し、setPano メソッドの引数として取得した ID を渡すことで ID に紐づいた地点に移動する。図 6 にスマートフォン HMD 対応 GE システムのユーザインタフェースと使用中の様子を示す。

4. おわりに

本稿では、天候などに左右されず安全に ICT 活用型避難訓練 (ICTBED) を実施できる、Google ストリートビュー (GSV) を用いたバーチャル避難訓練システム (GE システム) について述べた。GE システムは一般的な Web ブラウザ上で動作し、避難訓練ファイル (避難シナリオとコンテンツ) に基づいて GSV 内で避難訓練を実施できる。GE システムのプロトタイプでは、GSV 内の任意の場所に 1 クリックで移動できるようになっていたこともあり、実世界で避難訓練を実施する ICTBED と比べて避難が早く完了してしまう傾向があったが、現在の GE システムでは、移動速度 (1 クリック分の移動の方向と距離) を制限している。また、スマートフォン HMD にも対応しており、GSV への没入感、すなわち、GE の視聴覚的リアリティの向上も期待できる。

今後の重要な課題は、GE システムの避難訓練としての有用性を検証することである。ICTBED と比べて安全性は向上していると考えられるが、避難訓練としての有用性は明らかにできていない。大規模災害がいつでも発生してもおかしくない状況において、避難訓練の充実は防災・減災 (特に、災害から命を守ること) に大きく貢献する。よって早急に、学校など防災教育の現場で検証を進めていきたい。

謝辞

本研究は、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) の委託研究によるものである。

システム開発および避難訓練シナリオ作成等に携わった飯領田茜氏、川井淳矢氏、北島成子氏、山住遙氏をはじめとする WBL 研究班メンバーに謝意を表す。

参考文献

- (1) Munich RE: “Topics Geo: Natural catastrophes 2015 Analyses, assessments, positions”, https://www.munichre.com/site/corporate/get/documents_E1576427756/mr/assetpool.shared/Documents/0_Corporate%20Website/_Publications/302-08875_en.pdf (2016 年 11 月 22 日確認)
- (2) 株式会社毎日新聞社: “「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/_icsFiles/afieldfile/2013/10/28/1340779_01.pdf (2016 年 11 月 22 日確認)
- (3) Gong, X., Liu, Y., Jiao, Y., Wang, B., Zhou, J. and Yu, H.: “A Novel Earthquake Education System Based on Virtual Reality”, *IEICE Transactions on Information and Systems*, Vol.E98.D, No.12, pp.2242-2249 (2015)
- (4) 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)
- (5) 畠山久, 永井正洋, 室田真男: “モバイル端末を用いた防災マップ作成システムの開発”, *日本教育工学会第 30 回全国大会講演論文集*, pp.654-655 (2014)
- (6) 三木啓司, 角川隆英, 宮下純, 光原弘幸, 小西正志, 井若和久, 上月康則: “実世界 Edutainment によるバーチャル避難訓練-南海地震津波を想定した徳島県徳島市津田地区の場合”, *日本災害情報学会第 14 回研究発表大会予稿集*, pp.34-37 (2012)
- (7) Mitsuhara, H., Sumikawa, T., Miyashita, J., Iwaka, K., and Kozuki, Y.: “Game-based evacuation drill using real world edutainment”, *Interactive Technology and Smart Education*, Vol.10, No.3, pp.194-210 (2013)
- (8) Mitsuhara, H., Inoue, T., Yamaguchi, K., Takechi, T., Morimoto, M., Iwaka, K., Kozuki, Y. and Shishibori, M.: “Game-Based Evacuation Drill Inside Google Street View”, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, Vol.498, pp.655-666 (2016)
- (9) Mitsuhara, H., Inoue, T., Yamaguchi, K., Takechi, T., Morimoto, M., Iwaka, K., Kozuki, Y. and Shishibori, M.: “Web-Based System for Designing Game-Based Evacuation Drills”, *Procedia Computer Science*, Vol.72, pp.277-284 (2015)
- (10) 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)

- (11) 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: “ICT 活用型避難訓練のためのオーサリングシステム”, 電子情報通信学会信学技報(教育工学), Vol.115, No.492, pp.193-198 (2016)
- (12) 石村司, 岡本勝, 松原行宏: “HMD 型環境を活用した無機化学学習支援システム”, 2016 年度人工知能学会全国大会論文集, 1C3-4 (2016)