

実環境における災害体験ゲームシステムの開発

浦野 幸^{1,a)} 于 沛超² 遠藤 靖典² 星野 准一²

受付日 2012年4月5日, 採録日 2012年10月10日

概要: 地域特有の災害リスクの対処法を楽しんで学習できるゲームシステムを提案する. 本システムはスマートフォンに搭載されている GPS と加速度センサを利用して, 実際に地域を歩きながらゲーム要素のある様々な災害イベントを体験する. 震災を想定したゲームアプリケーションを作成して実証実験を行った結果, 災害リスク認知支援に関する有用性が確認できると共に, 訓練に対する継続性の維持でも高い評価が得られた.

キーワード: 災害, ゲーム, 震災, スマートフォン, 学習

Disaster Experience Game in a Real World

SACHI URANO^{1,a)} PEICHAO YU² YASUNORI ENDO² JUNICHI HOSHINO²

Received: April 5, 2012, Accepted: October 10, 2012

Abstract: We propose a new disaster experience game system which could instruct about general knowledge and regionally specific disaster risk in a joyful way. The system does not give advice in a unilateral way; instead it helps the user, with an accurate awareness of the real world and then shows the risk information e.g., prevention plans and evacuation maps. Additionally, introducing game elements, the user plays with some level of interaction. Using this system, we created a game application for an earthquake. An assessment experiment of the game was clearly beneficial to not only understand Risk Perception but support it; it also has the motivation of a muster drill.

Keywords: disaster, game, earthquake, smartphone, study

1. はじめに

2011年3月11日に三陸沖を震源とする観測史上最大のマグニチュード9.0の巨大地震が発生した. 警察庁が発表した報告書によると, この震災の被害は2012年10月17日現在, 死者15,871人, 負傷者6,114人, 行方不明者2,778人に及び, 395,585軒の建物が全壊・半壊した. また東京都が発表した報告書では, 今後30年以内に南関東地域におけるマグニチュード7程度の地震の発生確率は70%と高く, 5,600人以上の死者と150,000人以上の負傷者が出る

と予想されている [1], [2]. 地震や台風, 竜巻などの災害が多発するわが国では, 防災計画や災害対策を立てて災害時に備えることは必要不可欠である.

災害時に起こりうる状況から危険性を把握することは災害リスク認知と呼ばれている. 災害は頻繁に起こるものではないため被災体験から災害リスク認知を学習することは難しいが, 被災を模倣した防災訓練などから学ぶことはできる. たとえば, 学校での避難訓練がある. これは行動習得を目的とした実地訓練であるが, 参加者は指示されたとおりに移動しているにすぎないため, 自発的に避難経路を考える能力が身につけにくい. 他方, 地図やイラストなどを使いつつ, 災害時に自分で意思決定する重要性を解説する啓発セミナーがある. これは効率良く災害リスク認知を提示できるものの, リスク認知と実地訓練が連動していないため実際の環境を想像しにくかったり, 専門的な知識を備えた指導者が必要なため全国規模で実施するにはコストが

¹ 筑波大学情報学群
School of Informatics, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki 305-8550, Japan

² 筑波大学大学院システム情報工学研究科
Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki 305-8573, Japan

a) info@sachiurano.jp

大きすぎたりするという問題がある。近年は、情報技術を導入した防災訓練が提案されているが、計算機などの画面上で災害時の状況を一方的に提示するため、地域固有の具体的な災害リスクを実感できなかった。そこで、本稿では、実環境における参加者の位置情報を正確に取得した後に、周囲に存在する災害リスクの認知や被災の体験をする新しいシステムを提案する。また、防災訓練は定期的に行うことが重要であるものの、一般的には防災訓練は「面倒なもの」と認識されているため [3]、本研究ではゲーム形式を取り入れることで訓練を楽しみながら継続できるような工夫も施した。

2. 関連研究

災害時に被害を最小限にし、自身の安全を守るためには災害リスクを正確に認知する必要があるものの「イメージできない状況に対応する対策を講じることは基本的には無理である」ため [4]、災害時の状況を再現する様々なシミュレーションツールが提案されている。

目黒らは、ポテンシャルモデルを用いた避難シミュレーションツールを開発した [4]、[5]。これは避難施設の空間特性や個人特性、災害状況などをポテンシャルという統一した概念で扱うことで、アルゴリズムを単純化させて計算効率を高め、計算機でも簡単にシミュレーションができるようにしたものである。VR空間上に展開された避難者の様子を様々な視点で眺められるため、利用者はより正確な避難イメージを持てるようになった。また、Kobayashiらは、テーブル型UIを適用した災害シミュレーションシステム「タンジブル災害総合シナリオ・シミュレータ」[6]を開発した。このシステムは複数人が防災対策の検討や議論をする場面を想定している。災害種別や規模、避難勧告を出す時刻、通行禁止区域、避難収容人数などの条件に基づいて住民の避難状況や災害状況がアニメーションで提示される。坂井らは、ジオラマに災害シミュレーションのCG映像を重ね合わせるシステムを提案した [7]。ジオラマの利用によって地形の特徴を認識しやすくなったため、災害時の様子をより正確イメージできるようになった。これらのシステムでは、より正確にリスク認知と予測をするために、新しいビジュアルシミュレーションやインタフェースを提案している。しかし、実環境での行動や意思決定を考慮したものはない。

防災科学技術研究所は、スマートフォンのカメラ機能を通して得られる実環境の映像にハザードマップや災害記録などの災害リスク情報を重ね合わせて提示するシステム「災害リスクファインダー」[8]を提案している。参加者は周囲に存在する災害リスクを容易に確認できるものの、自発的に学習を継続しにくい。また、末澤らが開発した思考型避難訓練「こまった訓」[7]は通常の避難訓練中に進行管理者が介入して、目にアイマスクする、腕をひもで縛る、

片足で歩かせるなど、参加者を実際に「困らせる」ことで緊張感を持たせ、つねに災害リスクを考えさせる。しかし、避難訓練のたびに専門家が直接介入する必要があるため、全国規模での運営は難しい。

このように、従来研究ではリスク情報の提示から二次災害の回避方法や災害時の対処法などの知識獲得までの一連の流れを考慮した防災訓練はない。また、内閣府は「災害被害を軽減する国民運動の推進に関する基本方針」の中で、災害知識を魅力的な方法で分かりやすく提供するために、紙芝居やゲームなどの多様なツールの活用を推奨している [7]。

3. システムコンセプト

防災訓練を実践する中で災害リスクを楽しみながら学べるゲームシステムを開発する。参加者は学校の教育現場や日常生活などの好きな時間に災害時に起こりうる危険な状況（災害イベント）を体験し、状況把握と対処法を学んでいく。専門家が災害イベントを作成することで正しい知識が獲得できるだろう。

Smartphone Contents Report [7]によると、2012年2月におけるスマートフォンの所有率は27.0%で、前回9月の同調査よりも8.2ポイント上昇するなど、市場の拡大が目覚ましい。そこで、本研究では、独自の携帯情報端末を開発するのではなく、人々にとって身近なツールとなりつつあるスマートフォンを使ってシステムを開発する。多くのスマートフォンに搭載されているGPSと加速度センサで位置や動きを検出し、各地点の災害イベントに対して適切な対処ができているかを確認する。実践が難しい災害リスクは、選択肢から選ぶ、画像の正しい位置をタッチする、文字を入力するなどして学習していく（図1）。現段階では、適切な意思決定や行動を行わせることよりも災害時の対処方法を学ぶことを重視しているため、参加者がイベント時に提示された内容を実行したかどうかは考慮しない場



図1 コンセプトイメージ
Fig. 1 Concept image.

合もある。

4. システム構成

4.1 システム構成概要

本システムはクライアントシステムとサーバシステムの2つから構成される (図 2)。

4.2 クライアントシステム

クライアントシステムはスマートフォン上で機能し、サーバシステムからダウンロードしたイベント情報と、スマートフォンに内蔵されている GPS や加速度センサから取得した参加者の位置や動作情報を分析してゲームを進行する。参加者の位置情報やイベントの体験ログはサーバシステムに送信される。

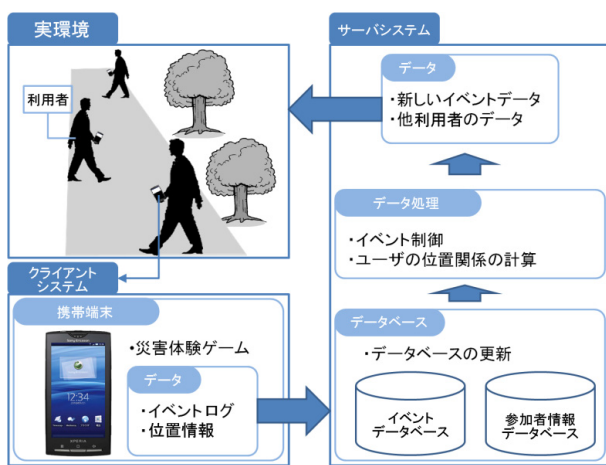


図 2 システム構成

Fig. 2 System configuration.

4.3 サーバシステム

サーバシステムは、イベントデータベースと参加者情報データベースを参照してクライアントシステムに情報を提供する。イベントデータベースには災害イベントが複数格納されている。また、参加者情報データベースで参加者の位置、体力や気力、スコア、年齢などの設定情報を管理しており、他の参加者の位置や振舞いから新たなイベントを発生させるなど、他の人とイベントを共有することも可能である。

システムが実用化された場合、同時アクセス数やデータ通信量を問わず、常時稼働させる必要がある。そこで、Google が提供するクラウドコンピューティングサービス：Google App Engine を利用して、サーバの安定性とスケラビリティを維持する。

5. 災害イベント

5.1 イベントの構成

災害イベントの構成要素を表 1 に示す。本システムでは、現在地とイベントの発生位置を経緯度で定め (場所)、画像とテキストで災害の状況を提示する (内容)。次に、その状況に対して参加者に行わせる操作内容を特定し (対応)、参加者の行ったイベントを表 2 の観点で評価し (報酬)、ゲーム終了時にグラフとして表示する。本システムは参加者全員が同じ世界にいると想定しているため、操作を行ったことによるゲーム環境の変化は他の参加者のそれにも反映する (因果関係)。たとえば、ある参加者のイベントで橋が崩れてしまった場合、他の参加者のイベントに橋が存在していないと書き換える。

表 1 災害イベントが持つ情報

Table 1 Event information.

場所	緯度・経度によって実環境上の位置を示す
内容(問題提示)	その場所における災害の状況を示す 画像、テキストを用いてスマートフォン上に提示する
対応	参加者が行う操作に関する情報 参加者の操作はイベント毎に異なる (詳細: 6.2)
報酬	参加者の操作に対して加点, 体力・気力を変更
因果関係	参加者の操作による他の参加者への影響

表 2 災害イベント終了時の評価項目

Table 2 Event evaluation items.

知識	災害リスクに対する正確な知識を持っているか 例: 出血によって止血が必要な人がいたときの止血点, 止血の方法等
判断力	提示されたイベントを理解して正しく判断できるか 例: 崩れる危険がある道が目的地への近道だったときに, その道を渡るか渡らないか
行動力	問題解決のために正確な行動を起こせるか 例: 出入り口が見つかったときに, ゆっくり行動するか速やかに行動するか



図 3 イベント体験の種類

Fig. 3 List of event category.

5.2 イベント体験の種類

本システムは、選択肢から選ぶ、画像の正しい位置をタッチする、文字を入力する、実際に行動するという4種類の操作が用意されており、それぞれから生成されるイベントを選択肢イベント、タッチイベント、タイピングイベント、行動イベントとする(図3)。

5.2.1 選択肢イベント

設問に対して2~4個程度の選択肢から最適だと思われる回答を選択し、シミュレーションできない行動を学習したり、行動前に参加者の認識を確認したりする。たとえば、竜巻が接近したときの避難場所を選択してもらう。

5.2.2 タッチイベント

設問に対して問題解決のための最適解をタッチスクリーン上で探す。特に、防災器具の操作や負傷者の応急手当などの状況判断が必要となきに使われる。

5.2.3 タイピングイベント

設問に対して文字入力によって回答する。災害用伝言板の電話番号や避難所の住所など、重要な情報を暗記するために使われる。

5.2.4 行動イベント

設問に対して実際に行動することで回答する。開始点が

ら移動した距離や速度をGPSと加速度センサで取得して、災害時の適切な動作方法や移動方法を参加者に伝える。たとえば、津波の危険がある場合にどのようにどちらの方向に逃げるかを実働する。

5.3 イベントの登録

イベントはゲームの開始前に登録する。専門家に監修してもらいつつ特定の地域におけるイベントを作成することで、災害時に生まれる地域固有の災害リスク認知を多くの参加者に伝えられる。

6. 災害体験ゲーム

5章のシステムを応用して災害体験ゲームを作成した。ゲームは7つのシーンによって構成されている。参加者は発生した災害イベントに回答しながら、最終的な目的地である避難場所まで移動する。ゲーム画面を図4に示す。

6.1 災害イベント発生前のシーン

6.1.1 タイトル

ゲームのオープニング画面としてシステムを起動したときに表示される。「TOUCH START(図4(a))」が示すよ



図 4 アプリケーションの画面キャプチャ

Fig. 4 Screenshot of application.

うに、画面をタッチすると次のシーンに遷移する。参加者の情報が未登録であればユーザ設定へ、登録済であれば待機シーンへ遷移する。

6.1.2 ユーザ設定

参加者は性別、年齢、住居、国籍を入力して送信する(図 4(b))。ゲーム中に登録情報を変更する場合は、待機シーンに表示されるメニューから選択する。

6.1.3 待機

イベントが発生するまで待機シーンが表示される(図 4(c))。画面下の「通信開始」のボタンを押すと、サーバとスマートフォンが通信してイベント発生準備ができる。参加者にはイベントが発生する時間が知らされないため、周囲の状況に注意を向けながら行動する必要がある。

6.1.4 災害発生

効果音と画像、テキストによってイベントの発生を伝える(図 4(d))。本システムは参加者の位置からイベントの発生場所を特定しているため、GPS から正確な位置情報を取得する必要がある。そこで、参加者が屋内にいる場合は屋外に出るように促し、正確な情報が取得できた段階で災

害ゲームが始まる。

6.2 災害発生後のシーン

参加者の位置を GPS で取得して目的地に到着しているかを調べる。到着していない場合はイベントデータベースに登録されているイベント発生地と参加者との距離を比較する。この距離が一定値以下である場合はイベントが発生し、一定値以上である場合は参加者の位置を再取得する。目的地に到着するまでこれを繰り返す。

6.2.1 災害イベント体験

画面上には目的地までの直線距離が表示されており、参加者は目的地に向かって移動しながらイベントを体験する。イベントの発生地点に近づくと効果音とバイブレーションが作動し、間もなく災害イベントシーンに自動的に切り替わる。

6.2.2 災害イベント

5.2 節で説明した災害イベントを体験する。イベントの結果によって参加者の体力値・気力値や「報酬」項目の各得点が採点される。イベント終了後は災害イベント探索シー

ンに戻る。

6.2.3 目的地到着・結果表示

GPS から取得された参加者と目的地の位置が一致すると図 4(e) のシーンが表示され、目的地への到着が知らされる。「次へ」ボタンをタッチすると結果表示シーン(図 4(f)) に遷移する。ここでは、イベントの体験によって獲得した総合得点からランク付けがなされる。各得点の算出方法を以下に示す。

- **体力値・気力値**：各イベントに対する活動量を視覚的に表示し、災害時に安全、迅速に避難や救助ができるか評価する。現段階では参加者の平均的な災害対応能力値を計測していないため、全員が 100 点満点から減点される。ゲームの最中に体力値・気力値のいずれかがゼロになるとゲーム終了となる。
- **知識点・行動点・判断点**：より継続的に防災ゲームを利用してもらうために、体験者の取り組み具合を反映する 3 つの得点を導入した。それぞれを 100 点満点とし、三角形のレーダチャートで表示する。このチャートを見ることで、参加者は避難時に不足している要素を視覚的に理解できる。
- **ランク**：全イベントの知識点・行動点・判断点と体力値・気力値をあわせた 5 項目の合計を求める。合計得点は 500 点満点となっており、430 点以上を S ランク、429 点～360 点を A ランク、359 点～290 点を B ランク、289 点～220 点を C ランク、219 点～150 点を D ランク、149 点～80 点を E ランク、79 点～0 点を F ランクとする。ランク付けによってさらに高い得点を取りたいという次回へのやる気につながり、継続性の維持に役立つ。

7. 評価実験

災害時をイメージしながら楽しんで災害リスク認知ができていないかを検討するために、2010 年 10 月 18 日に以下の評価実験を行った。今回は震災を想定したイベントを作成した。

7.1 実験概要

7.1.1 参加者

Smartphone Contents Report [11] によると、スマートフォンの所有率は 20 代の男性が 48.3%、女性が 42.5%と全年代の中で最高になっている。今後、スマートフォンを所有している世代を対象にサービス展開することを想定し、IT リテラシがある程度ある 20 代の工学系学生 11 人(男：10、女：1)に参加してもらった。端末の操作を熟知していることがシステムを利用する必要条件とならないように、スマートフォンを所持していない参加者を半数とした。また、どの参加者も学校での避難訓練に参加した経験はあるものの、自分から災害リスクに関する知識の習得をした

ことはない。

7.1.2 実験内容

まず、参加者のシステム体験前の災害リスクに関する認知度を調べるためのアンケート調査を行った(7.2.2 項)。次に Android OS 搭載の携帯端末の操作方法と、ゲーム画面の簡単な説明を行った。

本実験では、NTT ドコモが発売している SO-01B (Xperia) と SC-02B (GALAXY S) の 2 種類の端末を使用した。学校や地域コミュニティなどの様々な環境での利用を想定し、11 人の参加者を 2 人、9 人の 2 つのパートに分け、前者は 1 人に、後者は 3 人に対して 1 台の端末を供給して 5 組のグループを作った。実験場所は筑波大学構内を縦断するペDESTリアンデッキを利用した。災害イベントはこのペDESTリアンデッキ沿いに配置し(図 5)、分岐している道はどちらに進んでも同数のイベントが体験できるように考慮した。グループごとに異なる地点からゲームを開始し、それぞれの目的地に向かう以外は参加者の自由にゲームを進めてもらった。ゲームが終了した参加者には、体験前と同様の調査に加えてゲームの評価(7.2.3 項)をしてももらった。

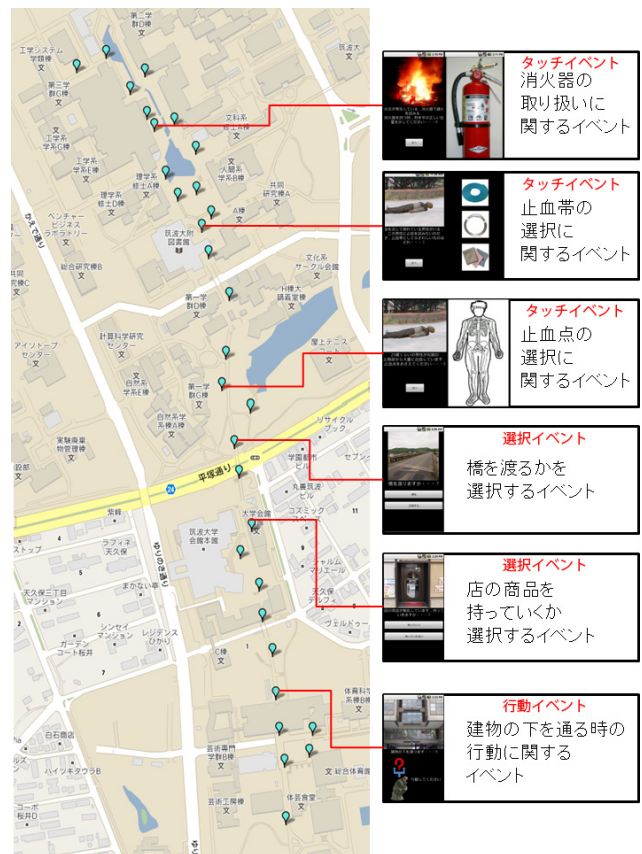


図 5 評価実験でのイベント体験

Fig. 5 Event at the evaluation experiment.



図 6 体験場面

Fig. 6 The scene of the experience.

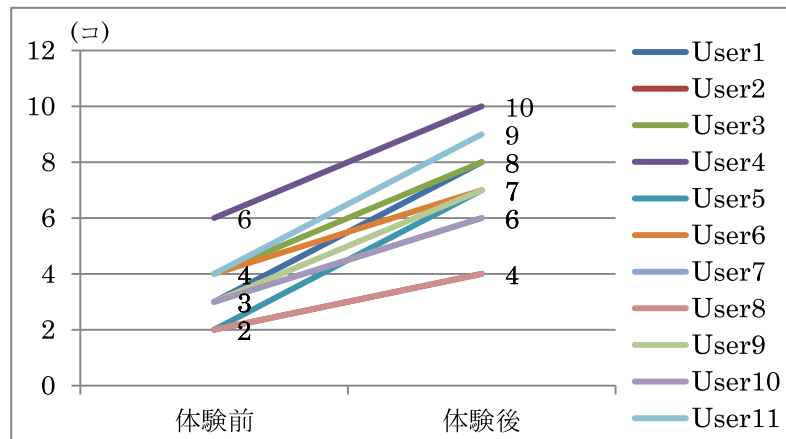


図 7 災害リスク認知数の変化

Fig. 7 Result of risk perception number before and after experienced the game.

表 3 災害リスク認知の変化に関する t 検定

Table 3 Significance test for survey of the improvement of risk perception.

t 値	有意水準 1%
-10.77	3.169

7.2 結果の考察

7.2.1 実験結果

図 6 は体験場面である。5 組とも直線距離 1 キロ前後を移動し、図 5 のような様々なイベントをそれぞれ 10 個程度体験してゲームを完遂した。体験時間は 30 分から 40 分で、4 組の成績が B ランク、1 組の成績が A ランクであった。

7.2.2 リスク認知度に関する結果の考察

本システムの体験が、震災時の災害リスクの認知を支援しているか検討する。ゲーム体験前後に「想像しうる災害リスクを列挙してください」と参加者に告げ、用紙に自由記述してもらった。体験前後で重複回答は可能とした。参

加者が列挙した災害リスクの数を比較したところ、11 人すべての参加者において体験前よりも体験後に災害リスクの回答数が増加した (図 7)。また、この結果を t 検定したところ、体験前後では有意差が認められた (表 3)。これにより、本システムの利用は新たな災害リスクの認知に有用であるといえる。

次に、参加者が記述した災害リスクの内容に関して考察する。体験前の記述では「建物が倒壊して、下敷きになる」、「火災が発生して、巻き込まれる」に類似した回答が多く得られたことから、これらは大地震が起きたときの一般的な知識として定着している認知であると考えられる。一方、体験後の記述では、

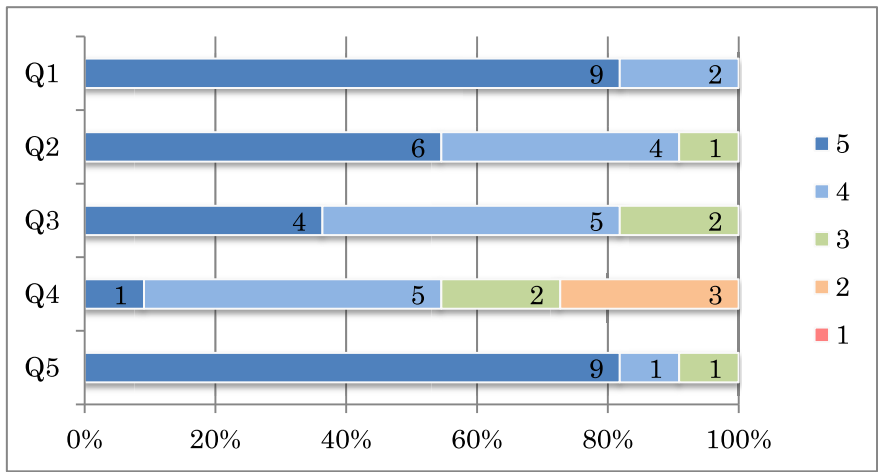


図 8 ゲームに関するアンケート結果
Fig. 8 Result of questionnaire.

- ① 建物の一部が崩れてくる危険性があるので、建物の壁からはなるべく離れるか上方に注意を向ける。
- ② 倒れている人がいる場合、意識の確認やけがの程度を確認してできる限りの応急処置の知識を習得しておく。
- ③ 崩れている道がある場合、焦って通らず、注意を払う。
- ④ 人ごみに巻き込まれると、身動きがとれなくなる可能性があるがあるので、なるべく近寄らない。巻き込まれたら流れに逆らわない。
- ⑤ 避難場所が分からず孤立する。しっかりと避難場所は確認しておく。
- ⑥ 寒さで体調が悪化する危険があるので、防寒具を確保する。

という回答が得られた。実験場所となった筑波大学構内は古い建物が多く、震災時に建物の下を通ると、落下物による傷害事故が発生する恐れがあると指摘されている。そのため、建物の下を通るときの歩き方に関する行動イベントを参加者に体験させたところ、記述①のように、災害による建物の崩壊、および落下物のリスクに対する注意を喚起することができた。また、震災発生時には道路が隆起する可能性があるため、行動イベントを通して避難所に向かう歩き方をアドバイスしたところ、③のような回答が得られた。これらの結果は、認知してほしいリスクを災害イベントとして参加者に体験させることで、災害時のリスクを認知してもらえた例である。また、⑤、⑥は本実験を行った季節が冬であったため、実環境で防災訓練を行うことで体得できた災害リスク認知であると考えられる。本システムによって、直接の体験から得られる災害リスク認知だけではなく、実環境で起こりうる災害リスクを自ら考えて認知できる可能性が示された。

7.2.3 ゲームの導入による面白さと継続性に関する結果と考察

次に、ゲームを楽しめたか、継続して行う意志があるかななどを評価するために、以下に示すアンケートを5段階で

- 評価してもらった (1. まったくそう思わない, 2. そう思わない, 3. どちらでもない, 4. そう思う, 5. 非常にそう思う)。
- Q1. 最後まで楽しみながら体験できましたか？
 - Q2. 積極的に参加していると感じましたか？
 - Q3. 提示されたイベントから、災害時の状況はイメージできましたか？
 - Q4. UIの操作性は適切でしたか？
 - Q5. また体験したいと感じましたか？

図 8 にアンケートの結果を、図 9 に自由記述での回答を示す。

Q1 では参加者全員が楽しかったという選択をした。また、自由記述の欄に「移動しながら進めていくゲームで面白かった」という意見があったことから、本システムの進行方法が楽しさを向上させている可能性がある。

Q2 から 9 割の参加者が積極的に参加していると感じていることが分かる。その一方で、自由記述の中に「ただ何となく歩いている」という意見もあった。歩いているときにも様々なところに注意を向ける仕組みを検討したい。

Q3 では 8 割の参加者が災害時の状況をイメージできるとした。本システムは危機感を感じさせるために、体力値・気力値のいずれかがゼロになった時点でゲーム終了となっている。しかし、自由記述にも記述されている問題提示の際の画像や効果音などのエフェクトも導入することで、さらに災害時の状況をイメージさせやすくなるだろう。

Q4 に関しては参加者の半分が適切であると判断した。Android OS では文字の入力もタッチパネル上で行う。今回の参加者は Android OS 搭載の端末に慣れていなかったため入力ミスや変換ミスが多かったり、かな英数の変換などが行えなかったりしたと思われる。

Q5 では、9 割の参加者がまた体験したいという選択をした。しかし、自由記述の中には「似たイベントを何回も体験すると飽きる」といった記述があるように、同じイベントのままだとシステムを使い続けてくれないだろう。本シ

- 様々なルートで挑戦してみたい
- 人が倒れているというイベントが多かった
- 似たイベントを何回も体験すると飽きる
- 実際の空間を移動しながらゲームを進めていくのが面白かった
- 目的地が遠いので何となく歩いている時間が多かった
- Android の操作に慣れていないので、メニューの開き方や文字の入力に戸惑ってしまった
- けが人の絵をリアルにしたり、壁・ガラスが崩れてくるところでは「ガラガラ」という効果音があったりした方がよい
- 選択肢を選ぶ時に、制限時間がある方が、緊張感が出ると思う
- 目的地がわからなかった
- 移動中に現在地がマップ上に表示されるとわかりやすい
- 大人数で行えると面白い

図 9 自由記述

Fig. 9 Free description.

システムは災害イベントを簡単に追加・作成できるため、定期的な災害イベントの変更、もしくは新しいシステムを導入していきたい。

8. おわりに

本稿では、災害時のリスクに関する一般知識だけでなく、地域特有の災害リスクを楽しみながら学習できる災害体験ゲームシステムを提案した。本システムは一般的な防災・避難方法を一方的に提示するだけでなく、実環境における参加者の周辺に潜む災害リスク情報をも提示する防災訓練である。このシステムから震災を想定したゲームアプリケーションを開発して評価実験を行ったところ、本システムでの災害リスク認知支援に関する有用性が確認できるとともに、被験者の訓練へのモチベーションの維持でも高い評価が得られた。

今後、震災以外を想定したイベントを作成して被験者実験を行ったり、対象となる参加者が求める用途に簡単にカスタマイズできるようにしたりし、様々な状況で利用できるようにしていく予定である。また、参加者がゲームに参加する中で気づいたリスクを共有するプラットフォームを作成したり、ゲーム結果を行政にフィードバックできるようにしたりし、国の防災対策に役立てたい。

謝辞 開発の初期段階でご協力いただいた皆木貴生氏、ご討論いただいた筑波大学延原肇先生、伊藤誠先生、庄司学先生、実験にご協力いただいた筑波大学エンタテインメントコンピューティング研究室各位に深謝の意を表す。本研究の一部は科研費基盤研究 B (24300043) による。

参考文献

[1] 東京都都市整備局：地震に関する地域危険度測定調査，東京都都市整備局（オンライン），入手先 http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/bosai/chousa_6/home.htm（参照 2011-01-19）。

[2] 東京都：首都直下地震による東京の被害想定報告書，東京都防災ホームページ，入手先 http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/knowledge/material_h.html（参照 2011-01-19）。

[3] 横松宗太：自主防災会におけるリスクコミュニケーションの成立可能性に関するゲーム論的研究，京都大学防災研究所年報，No.49, pp.147-154 (2006)。

[4] 目黒公郎，福田 卓：ポテンションモデルと VR を組み合わせた新しい避難シミュレーションツールの開発，生産研究，Vol.54, No.6, pp.401-404 (2002)。

[5] 横山秀史，目黒公郎，片山恒雄：人間行動シミュレーションによる地下街の安全性評価に関する研究，地域安全学会論文集，Vol.3, pp.160-164 (1993)。

[6] Kobayashi, K., Narita, A., Hirano, M., et al.: Collaborative simulation interface for planning disaster measures, *CHI'06*, pp.22-27 (2006)。

[7] 坂井隆一，横江祥吾，木村朝子ほか：防災研究・防災対策のための複合現実型情報提示：ジオラマを利用した対話型動的 3D ハザードマップ，電子情報通信学会技術研究報告，Vol.105, No.536, pp.201-206 (2006)。

[8] 独立行政法人防災防災科学技術研究所：「災害リスクファインダー」の開発—地理空間情報の相互運用技術と拡張現実技術を活用し，現実の映像に災害リスク情報を重ね合わせた動的閲覧をスマートフォン上で実現，災害リスク情報プラットフォームの開発に関する研究（オンライン），入手先 <http://bosai-drip.jp/info/1004info.htm>（参照 2011-01-19）。

[9] 末澤弘太，黒崎ひろみ，木村泰之，福本誠司：思考型避難訓練「こまった訓」の開発と実施，地域安全学会梗概集，No.20, pp.25-28 (2008)。

[10] NTT コムウェア広報室：“ゲーム感覚”が日本の防災教育を変える—池袋防災館が図上訓練コーナーに『タンジブル災害情報管理システム（デジタルペン版）を導入』，てら，No.43, pp.13-16 (2010)。

[11] ビデオリサーチインタラクティブ：Smartphone Contents Report, Vol.2 (Mar. 2012)



浦野 幸 (学生会員)

筑波大学情報学群情報メディア創成学類在学中。ACM, 日本建築学会, 日本感性工学会, 各学生会員。人間の心理, 認知特性に基づいたシステム設計の研究に従事。



于 沛超

2006年中国東華大学コンピュータサイエンス学部卒業, 2012年筑波大学大学院システム情報工学研究科知能機能システム専攻修士課程修了。現在, グリー(株)勤務。ゲームテクノロジー, コンピュータエンタテインメントの研究に従事。

究に従事。



遠藤 靖典

1990年早稲田大学理工学部電子通信学科卒業, 1995年同大学院理工学研究科電気工学専攻博士後期課程修了, 博士(工学)。1994年早稲田大学理工学部助手, 1997年東海大学工学部講師, 2001年筑波大学機能工学系講師, 現在同大学システム情報系准教授。2012年IIASA(オーストリア)客員研究員。専門はソフトコンピューティングによるリスク解析手法の開発, 特にクラスタ解析。日本知能情報フェジィ学会, 電子情報通信学会, IEEE各会員。



星野 准一 (正会員)

1989年早稲田大学理工学部電子通信学科卒業。同年セコムIS研究所入所。1992~1994年MITメディアラボ客員研究員。2000年新潟大学自然科学研究科助手。2001年筑波大学講師。2010年同准教授。博士(情報科学, デザイン学)。エンタテインメントコンピューティングの研究に従事。IEEE, ACM, 電子情報通信学会, デザイン学会, 人工知能学会, 芸術科学会各会員。