

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

孫 英英^{1,a)} 矢守 克也² 鈴木 進吾³ 李 勇昕² 杉山 高志²
千々和 詩織² 西野 隆博⁴ 卜部 兼慎⁵

受付日 2016年3月16日, 採録日 2016年10月4日

概要: 本研究は、津波の防災・減災対策を推進するうえで、避難訓練が有効であることを受け、そこにおける課題を洗い出し、関連する対策を提案し実施したものである。具体的には、地域社会における避難訓練の参加率が低いこと、訓練者の主体性が奪われていること、訓練者の具体的な行動を把握するのが困難、訓練結果のフィードバックが不十分、などの課題があったと指摘した。それに対して、住民が主役となる避難訓練の手法を、住民・行政・専門家が協力して開発した。その成果物の1つはスマートフォンをベースに開発した「逃げトレ」というアプリである。「逃げトレ」は、津波ハザードマップや津波到達時間を提供し、移動中の訓練者の現在位置や経路、スピードなどをGPSで記録し、訓練結果を判定するものである。これまで、大阪府と高知県において数回にわたって社会実装を行ってきた。実装の結果、訓練者から「緊張感を持って訓練できた」「津波を意識して避難できた」と、ポジティブな評価が得られた。さらに、訓練者には、避難する前の準備時間や避難途中の経過時間など、「時間」に対する関心が高まり、避難時間を短縮する努力や、余裕な時間を持って周りの高齢者を補助する行動が見られた。よって、「逃げトレ」は、これまでの訓練の課題を解決するツールとして役に立つだけでなく、住民自身が主体的に効率的な避難対策を模索するツールとしても役割を発揮したと位置づけられる。

キーワード：津波想定、個別訓練、「逃げトレ」訓練

Can Smartphone Apps Motivate Tsunami Evacuation?

YINGYING SUN^{1,a)} KATSUYA YAMORI² SHINGO SUZUKI³ FUHSING LEE² TAKASHI SUGIYAMA²
SHIORI CHIJIWA² TAKAHIRO NISHINO⁴ KENSHIN URABE⁵

Received: March 16, 2016, Accepted: October 4, 2016

Abstract: Evacuation drills have been verified as useful and effective methods for promoting tsunami disaster resilience. However, problems with drills have been identified. These problems include, for example, the low participation rate of community members, inactive participants, and poor feedback on the drill results. To counter these problems, research experts have collaborated with practical experts to develop an App called “MyDrill”. “MyDrill” provides information such as tsunami hazard maps and the lead times before a predicted tsunami arrives at a specific location. During a drill, “MyDrill” records user location, evacuation route, and speed through GPS-equipped smartphones. It gives information about whether the individual participant can successfully escape to a safe place from different starting locations and via different routes. “MyDrill” has been applied to community evacuation drills several times. User feedbacks were that “It made me anxious during the drill”, and “I was always watching the elapsing time”. Thus, “MyDrill” successfully got users to be aware of the importance of “time” during the drill. Related changing behaviors of users have been seen on shortening the evacuation time, or using spare time to help others in the community. Research to date has shown the development of “MyDrill” overcame problems in the traditional evacuation drills, and also validated the ability of “MyDrill” functions to facilitate community members’ motivation to appreciate the need for and develop their tsunami disaster resilience.

Keywords: tsunami predictions, single-person drill, “MyDrill”

1. 避難訓練の重要性

平常時における避難訓練の重要性を、経験的なデータとともにあらためて示したのは、東日本大震災であった。マスコミの報道や研究者の調査報告などでも大きく取り上げられた事例として、岩手県釜石市にある小中学生の注目すべき避難行動がある。地震発生後、児童生徒はすぐに避難を開始し、ふだんの避難訓練で避難先に指定されていた福祉施設（標高 10 メートル）に到着し、その後、さらに標高 30 メートルの介護施設へ避難することによって津波から命を守った [6]。同様に、東北 3 県で被災した保育所は 700 を超えた一方、施設で保育中の乳幼児が亡くなったのは 1 施設の 3 人だった [5]。厚生労働省の基準 [4] に基づいて保育所（園）は火事や地震などを想定した避難訓練を少なくとも毎月 1 回実施することが義務付けられているため、事前の訓練が人的被害の抑制につながったと考えられる。

また、地域社会においては、学校教育関係の組織と比べると、明確なデータを通して事前の訓練状況と実際の避難結果とを比較することは困難であるが、個別の面接調査の結果から避難訓練の効果についてある程度推測することができる。たとえば、消防庁が行った防災訓練に関する事例調査では、避難訓練を重ねてきた地域において、震災時に地区ごとに編成した班が避難誘導と安否確認を訓練どおりに行ったことで、犠牲者を最小限に食い止めることができたとの証言があった。また、避難訓練を毎年繰り返し実施してきたことで、避難マニュアルや避難所運営マニュアルが整備され、避難情報の伝達手段や避難場所の認知など、基礎的な部分の定着を図ることができた [12]。

2. 避難訓練の課題

自治体では、防災の日に防災訓練や地域一斉避難訓練を行ったり、学校や会社では定期的に訓練を実施したりする活動が定着しつつある。これらの訓練を本稿では「地域・組織の一斉集団避難訓練」（以下、単に「一斉集団訓練」と略す）と呼び、その課題について論じる。そして、一斉集団訓練の課題に対処するために考案された新たな訓練手法について概略し、その成果と残された課題を指摘する。

2.1 地域・組織の一斉集団避難訓練

一斉集団訓練の成果に関しては、上記 1 章でその一部を見ることができる。しかし他方で、訓練を推進し継続するうえで課題も山積している。それを実証する根拠の 1 つとして、各自治体で記録し公表されている避難訓練の参加率がある。

東海・南海地震に関する県民意識調査の中で、静岡県は 1999 年より、県内で実施される防災訓練の参加率が全体として 6 割前後を維持している [11]。この実績は全国的に見ても非常に素晴らしいものではあるが、100%に達しているわけではない。東日本大震災の被災地でも、防災訓練への住民参加率が低いという課題をかかえている。宮城県石巻市が震災後初めて実施した 2012 年度の訓練の参加率は 11.6%だったが、13 年度は 8.4%、14 年度は 8.8%へと急落し、2 桁を下回っていた [3]。

同様に、南海トラフの地震による被害が想定される地域で、実際の災害時に避難率が低い傾向にある点は特に憂慮すべき事項である。たとえば、2004 年 9 月 5 日に起こった紀伊半島南東沖地震時の避難行動に関する調査では、津波警報・避難勧告が出たにもかかわらず、避難場所まで移動した住民はわずか 15%にとどまっていた [15]。同じく南海トラフ地震で大きな被害が想定される静岡や和歌山、高知など太平洋岸の 6 県で、東日本大震災の際、大津波警報と津波警報により避難指示・勧告が出たにもかかわらず、指定場所に避難したのは対象者の 2.5%（6 県平均）にとどまっていたことも明らかになった [8]。

これらの調査結果は、一斉集団訓練の課題を、1) 地域社会における訓練の参加率が低調で、しかも 2) 実際の災害時の避難率が低い、と明確に示している。こうした結果をもたらす原因として、筆者は以下の点を指摘できると考える。第 1 に、訓練自体がマンネリ化しており、参加者自身の主体性が奪われている。第 2 に、避難訓練の内容と、個人の具体的な行動が不問にされがちである。第 3 に、訓練後のフィードバックと訓練結果の活用が重視されていない。

2.2 個別避難訓練タイムトライアル

一斉集団訓練に関する上記の課題を克服するため、自治体の防災担当者や専門家たちは多くの手法を考案してきた。たとえば、訓練参加者の主体性を引き出すために、避難しながら避難の呼びかけを行う「大声コンテスト」がある。また、訓練の内容をよりリアリティなものにするために、トランジスタメガホンを使って避難を呼びかけたり、ショッピングカートやストレッチャなどの道具を使って訓練者を運ぶなどの方法が考案された [7]。だが、一斉集団訓練に見られた課題に対して根本的な形で代替案を提示し

¹ 四川大学
Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610200, China
² 京都大学
Kyoto University, Uji, Kyoto 611-0011, Japan
³ 国立研究開発法人防災科学技術研究所
National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Tsukuba, Ibaraki 305-0006, Japan
⁴ 有限会社アールツー・メディアソリューション
R2 Media Solution, Kyoto 604-0000, Japan
⁵ 株式会社 GK 京都
GK Kyoto, Kyoto 602-0898, Japan
a) sunying@scu.edu.cn

本研究は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「レジリエントな防災・減災機能の強化」（管理法人：JST）によって実施された。



図 1 動画カルテのサンプル (制作: 京都大学防災研究所矢守研究室, タニスタ, NHK 大阪放送局)

Fig. 1 Screenshot of multi-screen movies (Producers: Yamori Laboratory of DPRI at Kyoto University, Tanista, Osaka Broadcasting Corporation of NHK).

た事例は、個別的な訓練参加者を対象とする個別避難訓練タイムトライアル (以下、単に「個別訓練」と略す) である [13], [14].

個別訓練は、個人または家族を対象に、自宅や勤務先などから高台へ、自分たちが逃げようと思う避難場所まで、実際に逃げてみるものである。訓練時に、地元小学校の児童が訓練サポーターとしてビデオカメラや GPS ロガーを用いて、訓練参加者の動きを記録する。すべての結果を、動画カルテと呼ぶ映像 (図 1) にまとめる。左上と右下は訓練参加者の様子をそれぞれ異なるアングルから撮影した動画、右上は訓練者と訓練サポーターのコミュニケーション、左下は訓練者の動きと津波浸水シミュレーションが重ね合わせた避難アニメーションである。

個別訓練の実施を通して得られた大きな成果としては、下記の 4 つをあげることができる。第 1 に、避難訓練を地域レベルから個人レベルへと変更させ、個別具体的に 1 人 1 人の訓練行動について調べることができた。第 2 に、訓練参加者は自らの判断で、スタート地点、避難手段、ゴール地点を決めなければならず、訓練の「主役」としての意識を高めることができた。第 3 に、動画カルテの制作によって、津波ハザードと人間行動との関係性が可視化され、訓練参加者へのフィードバックも徹底できた。第 4 に、個別訓練は専門家と住民とが対話しながら行う活動であり、防災・減災をめぐるコミュニケーションの新たな形式を提示した。

だが、同時に、課題もある。個別訓練を 1 回実施するには、多数の訓練サポーターが必要なため、訓練参加者の側の人数が大幅に制限されている。また、動画カルテの作成をめぐって、津波の専門家や CG 制作の専門家など、多様な関係者による共同の実践が実現されているが、その作成には一定の費用と時間がかかるため、多人数の訓練者に対し

表 1 避難訓練の成果と課題

Table 1 Achievements and problems of evacuation drills.

	成果	問題点
一斉集団訓練	<ul style="list-style-type: none"> 避難マニュアルや避難所運営マニュアルの整備 避難情報の伝達手段の熟知 避難道路・場所の認知 	<ul style="list-style-type: none"> 避難訓練がマンネリ化 訓練者の主体性の喪失 具体的な訓練の行動が不明瞭 訓練結果のフィードバックが不十分
個別訓練	<ul style="list-style-type: none"> 訓練を地域レベルから個人レベルへと変更 訓練参加者の主役意識の向上 津波ハザードと人間行動の関係性の可視化 専門家と住民が対話しながら訓練できること 	<ul style="list-style-type: none"> 多数の訓練参加者への対応の困難性 フィードバック用の成果物の製作にかかる金銭的・時間的な大きな負担
簡易版個別訓練	<ul style="list-style-type: none"> 多数の訓練参加者の行動を同時に把握 地域レベルの防災・減災対策を検証・提案 共助型避難計画の作成への寄与 	<ul style="list-style-type: none"> 不特定多数の訓練参加者への対応の困難性 訓練結果をフィードバックするには時間がかかる

て制作することは難しい。

2.3 個別避難訓練タイムトライアル：簡易版

個別訓練における課題を克服するため、その訓練プロセスを簡素化させ、「個別避難訓練タイムトライアル：簡易版」(以下、単に「簡易版個別訓練」と略す) の手法が提案された [14]. 簡易版個別訓練時に、訓練参加者の 1 人 1 人に、事前に番号付けられた GPS ロガーを配布し、避難訓練を行ってもらう。この訓練では、訓練サポーターを 1~2 人まで減らし、訓練の結果を図 1 の左下の画面のように、津波浸水ハザードと訓練者の行動が示されている避難アニメーションに集約する。避難アニメーションでは、1 人 1 人の訓練参加者が 1 つのドットとして現れ、訓練開始時間とともにいっせいに動き出すものである。

簡易版個別訓練の実施を通して得られた成果は、以下の 3 つがある。第 1 に、訓練者に GPS ロガーを装着してもらうことで、1 人 1 人の具体的な行動を把握することができる。第 2 に、多数の訓練者の結果を 1 つの避難アニメー

ションにまとめ、たとえば、多くの住民が利用した避難路を重要避難路として指定する。それに対して両脇のブロック塀の撤去、道幅の拡幅など、具体的な防災対策を提案することができる。第3に、訓練参加者自身の避難だけでなく、周りの人々の行動にも目を配り、地域における共助型避難計画の作成に役に立つ。

しかし、簡易版個別訓練を実施するには、いくつかの制限条件がある。GPS 配布の関係で、事前に訓練参加者を把握する必要があるため、不特定多数を訓練の対象とする場合には難しい。そして、訓練結果のフィードバックは、訓練直後ではなく、依然として専門家による編集の完成を待たなければならない。しかも、訓練者の人数が多ければ多いほど編集時間がかかってしまう。

上述した一斉集団訓練、個別訓練、簡易版個別訓練の成果と課題を、表1に整理している。これらの避難訓練の成果を最大限に生かし、それらの課題を乗り越えるために、新たな避難訓練手法の開発が求められている。

3. 研究目的

本研究は、急速に社会に普及したスマートフォン（以下、スマホ）を活用した避難訓練の手法を提案する。具体的には、上述の個別訓練、およびその簡易版を基盤として、「逃げトレ」と呼ぶ訓練用アプリを津波専門家、アプリ開発会社、デザイン会社、防災専門家、地域住民とともに開発した。なお、「逃げトレ」という名称には、逃げるためのトレーニングという意味合いがある。本稿では、「逃げトレ」の機能の概要を紹介し、それを用いた社会実装の結果の概要を示す。

まず、4章で関連研究を述べ、5章では「逃げトレ」のシステム構成と機能について説明を行う。6章では社会実装の結果をまとめ、7章では考察と今後の課題について述べる。

4. 関連研究

本章では、「逃げトレ」の開発と密接に関連すると思われる先行研究についてレビューし、先行研究の試みとの比較・対照を通して「逃げトレ」の特徴を明らかにする。

まず、どのような研究を関連の先行研究として取り上げたかについて記す。本研究は、最広義には、災害時の対応行動を支援する教育・訓練ツールの開発研究と位置づけることができる。しかし、この枠内に含まれる研究は非常に多数にのぼる。そこで、ここでは、対応行動の中でも「避難行動」を取り扱ったもので、かつ、スマートフォンなど携帯型端末の「アプリ開発」を行っており、加えて、単に、既存のハザードマップをスマートフォンで見られるようにすることを主内容としたアプリの開発ではないこと（この種の開発研究は非常に多い）、以上3点を条件として関連研究を選定した。

第1に、AR（Augmented Reality, 拡張現実）を利用したハザードマップアプリの研究がある[16]。この研究は、スマートフォンを使用し、AR技術を用いて、カメラから取り込んだ実際の風景の映像と津波浸水時に想定される映像（想定浸水深の情報を活用）とを重ねて表示する仕組みを開発したものである。浸水時の状況を人々にリアルに知覚してもらうために有効な仕組みである。他方で、「逃げトレ」のように、ユーザの実際の避難行動をアプリ上で可視化する機能はない。

第2に、オフライン型の避難支援システムがある[17]。このシステムでは、たとえば、避難場所の位置など、災害時の避難を支援するための情報（サーバに蓄積されている）をユーザがアプリ上で閲覧すると、取得したデータがスマートフォンの内部ストレージに蓄積される。この結果、災害発生時にもオフラインであらかじめ取得しておいた避難支援情報をもとに支援が行われる。避難時に必要な情報を有効活用するために有用な仕組みである。他方で、このシステムも、ユーザの実際の避難行動をアプリ上で可視化する機能はない。

第3に、観光客など一時的な滞在者を主な対象として、GPS機能を持つモバイル端末を用いた避難行動支援システムが開発されている[2]。このシステムでも避難場所などの情報が電子地図上に表示されるが、それだけでなく、ユーザが実際に避難した移動軌跡がハザードマップを兼ねた地図上に表示され、ユーザに対して現在位置や適切な避難方向を提示する役割を果たす。この点で優れた試みである。他方で、上記のハザードマップは津波浸水域を示したもので、「逃げトレ」のように、リアルタイムで変化するハザード情報（津波浸水域の時間的挙動）を提供する機能はない。

最後に、携帯情報端末にその時点で通行可能な避難経路などの避難関連情報を提供する研究が実施されている[1]。このシステムは、携帯情報端末を所持したユーザに防災情報（火災や通行止めの場所など）を提供し、避難場所までの誘導を支援するものである。発生したハザードをリアルタイム情報として配信し、避難行動を支援する試みは興味深い。他方で、このシステムで取り扱われているハザードは、「逃げトレ」の対象である津波ではないことに加え、その挙動（浸水域の空間変化）をリアルタイムでフィードバックする仕組みとはなっていない。同時に、誘導者以外の人々の実際の避難行動をアプリ上で可視化する機能はなく、想定されるユーザ数はかなり限られている。

「逃げトレ」の試みは、ハザードの時間的挙動（津波浸水域の時間的変化）と人間の時間的挙動（避難行動にともなう現在位置の時間的変化）、この両者を同時に可視化し、その結果をアプリのユーザにリアルタイムでフィードバックする点で、類似の課題に取り組んでいる先行研究と異なっているといえる。

5. 「逃げトレ」のシステム構成と機能

この章では、「逃げトレ」のシステム構成と主な機能について述べる。「逃げトレ」は、スマホのGPS機能を利用して現在地を表示し、訓練参加者は避難場所まで実際に逃げるルートを実録する。訓練開始と同時に、あらかじめ計算された津波シミュレーションの結果（基本的には、その土地における最悪の津波想定に基づく）が刻々の津波来襲状況を表示し、訓練参加者の避難行動と津波の動きが一目で分かる。訓練終了後、訓練の結果と津波浸水のシミュレーションを重ね合わせた避難アニメーションが即時に作成される。それによって、どの程度の時間的余裕があったのか、どの時点（場所）で最も切迫した状況になったかなど、避難の全体状況に関するフィードバックの情報を得ることができる。

「逃げトレ」のシステム構成の中で、一番重要な要素は、津波シミュレーションとユーザの移動記録、および両者を重ね合わせた結果をリアルタイムで提示することにある。日本太平洋側各地の津波シミュレーションは、その土地での訓練のつどにサーバから入手する。同時に、それぞれの避難場所に関する情報は、あらかじめサーバに仕込まれる。「逃げトレ」起動時、避難場所と津波シミュレーションを重ね合わせて表示される。ただし、ユーザの移動軌跡だけは、訓練時に自動記録される。人間の移動軌跡と津波シミュレーションが自動的に連動され、訓練の結果としてサーバに送信される。

「逃げトレ」のより詳細なイメージを示すため、以下、表2を用いて、4つのステップに分けて説明する。1つのステップは複数の画面によって構成される。

第1ステップは、「起動：ホーム画面」である。スマホに

表2 「逃げトレ」の仕組み
Table 2 System structure of MyDrill.

	第1ステップ	第2ステップ	第3ステップ	第4ステップ
画面1	起動画面	避難開始 時間の説明 (初回のみ)	避難訓練 開始画面	訓練結果
画面2	アプリ概要 (初回のみ)	避難開始 時間の設定	表示切替	基本情報
画面3	利用規約	避難場所の 説明 (初回のみ)	避難完了 確認	マップ 情報
画面4	データ提供 確認	避難場所の 確認	判定画面	メモ
画面5	基本設定			訓練 アルバム
画面6	ホーム画面			

インストールした「逃げトレ」のアイコンをタップすると、まず起動画面（スプラッシュ）が現れる。次に、アプリの概要に関する説明文、「リアルなパーソナル避難訓練」、「迫りくる津波から逃げろ」、「自分だけの避難カルテに」が、順番に表示される。次に、利用規約や訓練データ提供の確認、基本設定画面へと移る。これらの操作がひととおり終わると、「ホーム画面」が登場する（図2）。

第2ステップは、「訓練をはじめめる」の項目である。まず、避難開始時間の説明があり、次に避難開始時間を自由に設定する画面が表示される。その後、現地周辺にある自治体指定の避難先が地図上に現れる。訓練で避難目標とする予定の避難先をタップすると、ピンク色でマークされる（図3）。

第3ステップは、「訓練中」の項目である。避難訓練開始



図2 基本設定（左）とホーム画面（右）

Fig. 2 Settings (left) and menu options (right).

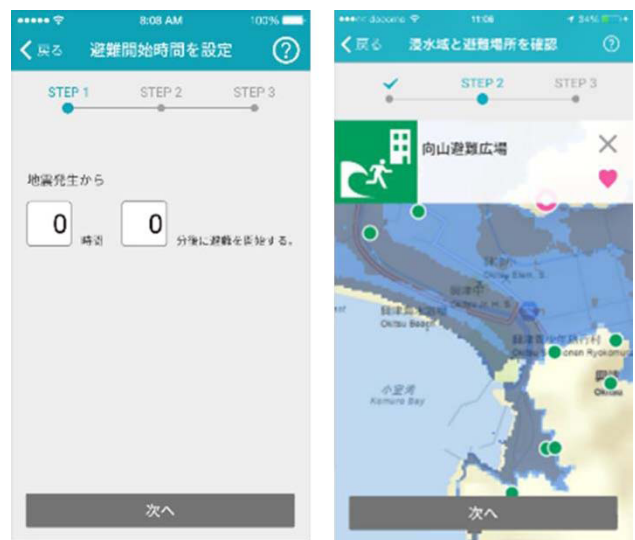


図3 避難開始時間（左）と避難場所（右）の設定

Fig. 3 Starting time (left) and shelters (right).

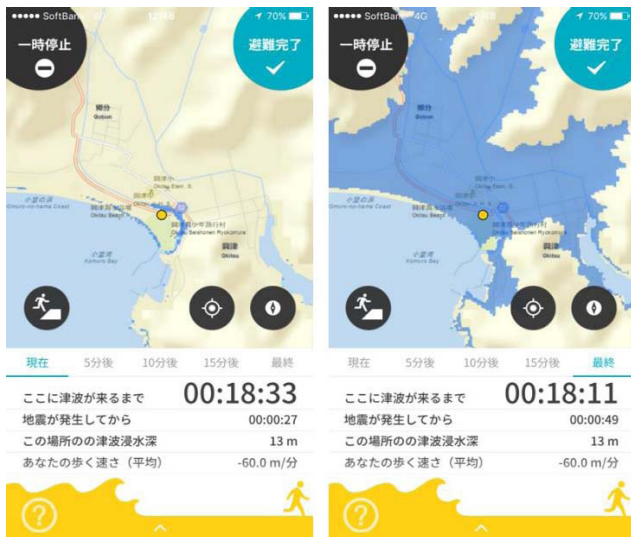


図 4 表示切替の画面

Fig. 4 Human movements overlaid with a tsunami simulation.



図 5 訓練結果の基本情報 (左) とマップと危険度メータ情報 (右)
 Fig. 5 Results of basic information (left) and inundation maps (right).

画面で「訓練開始」ボタンを押すと、図 4 のような画面が現れる。2つの画面が上下方向で相互に切り替えられるようになっている。これらの画面が、「逃げトレ」の中心要素である。「避難完了」ボタンを押すと、避難完了確認の画面が現れ、どこに避難できたかを選択してもらう。最後に、避難行動の可否を判定する画面が出て、成功「○」、危機一髪「△」、失敗「×」のいずれかの結果（マーク）が出てくる。

第 4 ステップは、「訓練結果」の項目である。基本情報とマップ情報に危険度が連動したメータ画面が設けられ、自分の位置と危険度をシームレスに表示している (図 5)。訓練結果をいつでも振り返ることができるように、「訓練アルバム」として項目に分けて結果が整理されている。

これら 4 つの基本ステップのほかに、訓練途中で各地点

表 3 社会実装の結果
 Table 3 MyDrill Implementation.

実施時期	実施場所	イベント名	対象者	人数
2015/3/1	大阪府堺市	浜寺 4 校区 避難訓練	若者	約 50 名
2015/6/28	高知県興津地区	海開き	海水浴客	25 名
2015/8/30	高知県興津地区	地区一斉津波避難訓練	高齢者	12 名
2015/11/28	高知県興津地区	夜間津波避難訓練	地域住民	15 名
2016/2/28	大阪府堺市	浜寺 4 校区 避難訓練	地域住民	約 100 名

を通過した際の危険度 (津波の切迫度) を、画面のカラーの変化や音声によって伝える機能がある。そして、訓練中で訓練を中断せざるをえないときに利用できる「訓練中断」の項目がある。訓練終了時に、もしその場所がまだ津波浸水域内の場合、「訓練に戻る」ボタンが設けられており、訓練者に引き続きより安全な場所へ行くように促す。

また、「逃げトレ」を利用して訓練した結果 (データ提供を許諾した利用者のみ) が、研究者側のサーバに送信される。それらの結果をまとめて、集団の避難状況を表す避難アニメーションを作成することもできる。また、訓練者数が増えるに従って、このエリアで避難に成功した人の 8 割は、この避難場所を選択した、あるいは、この地区では地震発生から〇〇分までに避難を開始すれば、山まで逃げられる可能性が 7 割を超えるといったデータを、訓練の成果として蓄積することができる。そのデータをそれ以降に実施される訓練のときに、利用者が避難場所を選択するための基盤データとしても活用できる。

現時点では、「逃げトレ」の「ベータ版」(試作版) が完成し、それをを用いて地域社会で数回の社会実装を行った。なお、「ベータ版」は、ユーザの Android スマホに自由にダウンロードできるが、iPhone スマホについては現時点では所定の手続きが完了しておらず、まだ自由にダウンロードすることはできない。

6. 社会実装の結果

地域社会における「逃げトレ」の実装の結果は表 3 に示したとおりである。これまで、大阪府堺市浜寺地区で 2 回、高知県四万十町興津地区で 3 回にわたって社会実装を行ってきた。各回の「逃げトレ」訓練は、訓練参加者がそれぞれ違っており、小学生から 80 代の高齢者まで、幅広い年齢層からの参加を得ていた。本章では、大阪府堺市の避難訓練と高知県四万十町の避難訓練での定量的・定性的な調査結果について述べる。

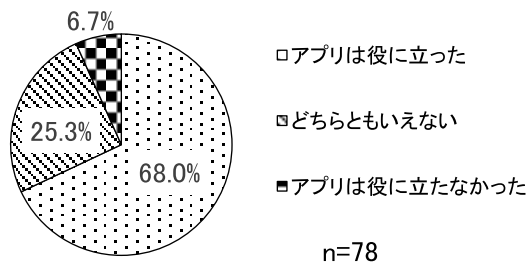


図 6 逃げトレアプリは役に立ったか?
Fig. 6 Do you think "MyDrill" is useful?

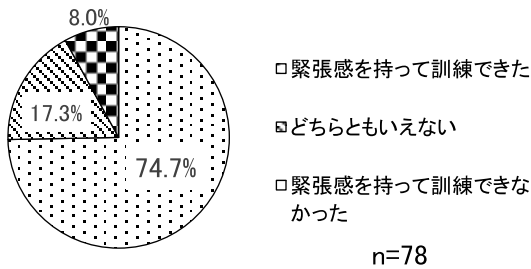


図 7 緊張感を持った訓練を実施できたか?
Fig. 7 Did you feel nervous during "MyDrill"?

6.1 堺市の「逃げトレ」訓練

本節では、2016年2月28日に実施した大阪府堺市浜寺4校区の避難訓練での結果を詳述する。大阪府堺市では、南海トラフ地震を想定して、最も厳しい条件のもとで津波浸水のシミュレーションを実施した結果、30cmの津波が約100分で到達し、津波高（津波水位）が最大で4.9メートルになると予測されている[10]。2016年2月28日に堺市で実施した避難訓練は、「逃げトレ」を用いた避難訓練としては最大規模の参加人数であり、一定数の調査対象者に「逃げトレ」についての定量的な調査を行った。なお、今回の調査は、訓練参加者のうち、6歳から83歳までの男女78名（平均年齢 = 36.8, SD = 17.65）に「逃げトレ」を訓練中に使用してもらい、訓練後にアンケート調査票を用いて実施した。主な結果は下記のとおりである。

まず、「Q1：要支援者を訓練で支援・救助する際に、逃げトレアプリは役に立ったと思いますか」という設問に対して、「アプリは役に立った」と回答した訓練参加者が68.0%、「どちらともいえない」と回答した訓練参加者が25.3%、「役に立たなかった」と回答した訓練参加者が6.7%という結果が得られた（図6）。

次に、「Q2：逃げトレアプリを使用することで緊張感を持った訓練を実施することができましたか」という設問に対して、「緊張感を持って訓練できた」と回答した訓練参加者が74.7%、「どちらともいえない」と回答した訓練参加者が17.3%、「緊張感を持って訓練できなかった」と回答した訓練参加者が8.0%という結果になった（図7）。

また、「Q3：逃げトレアプリを使わない津波避難訓練と比べて、今回のように逃げトレアプリを使う津波避難訓練の違いは、何だと思いましたか」という設問では、「アプリ



図 8 「逃げトレ」訓練結果の避難アニメーション
Fig. 8 Animation of inundation on MyDrill.



図 9 「逃げトレ」訓練の様子
Fig. 9 MyDrill implementation.

を使用することで津波を意識して避難ができる」「緊張感を持って訓練できた」「地図が表示されているので分かりやすかった」という回答が数多く寄せられた。

さらに、訓練終了後、防災学習会が開催され、「逃げトレ」のユーザの訓練結果が避難アニメーションとして上映され、参加者全員にフィードバックされた（図8）。訓練の前後に、その結果を表示できたことのインパクトも非常に大きかった。

6.2 四万十町の「逃げトレ」訓練

本節では、2015年6月、8月、11月に四万十町興津地区で実施した避難訓練の結果について詳述する。東日本大震災後に公表された津波想定によると、興津地区では最悪の場合、震度6強の強い揺れに見舞われ、地震後15~20分ぐらいで津波が来襲し、最大津波高は30メートルを超える[9]。筆者らは興津地区で、10年近くにわたって、津波防災に関するフィールドワークを継続しており、2章で述べた一連の個別訓練の活動を住民とともに開発してきた。「逃げトレ」訓練も、それらの津波防災活動の一環として実施された。

具体的には2015年6月に、興津地区で行われる年中行事の1つである海開きのイベントの後、海水浴客や地元の住

民の約 25 名を対象に「逃げトレ」訓練を実施した (図 9)。参加者は、海辺をスタート地点として訓練を開始した。また、8 月に、地区の一斉集団訓練において、高齢者の 12 名を対象に実施した。各参加者は自宅から訓練を開始した。さらに、11 月に、夜間避難訓練において、住民の 15 名を対象に実施した (表 3)。これら 3 回の訓練で、筆者らと役場の職員がサポータとして一部の訓練者に付き添って避難場所まで行った。そして訓練後、サポータは自らが付き添った訓練者に対して半構造化インタビューを行った。それぞれ、12 名、9 名、3 名で、合計 24 名から回答を得ていた。インタビューの内容は、避難訓練そのものに関する項目のほか、アプリのデザインの改善に役立つものもある。ここでは、訓練活動を中心に、3 回のインタビューで共通した質問の結果について述べる。

まず、興津地区の津波リスクに鑑み、地震発生してから避難できるまでの余裕時間に対する住民の意識を把握する問題が設けられた。「Q1:地震発生後、何分後に避難を開始すると設定しましたか」という問題に対して、「0 分」と回答したのは 1 名 (4.2%)、「2–5 分」と回答したのは 15 名 (62.5%)、「6–10 分」(33.3%) と回答したのは 8 名、という結果が得られた。

「0 分」と答えたユーザは観光客である。その理由として、「アプリは第 1 回目なので、0 分開始のデータを確認し、今後の訓練に生かしたい」と説明した。その他の回答者には、想定される準備時間に差が見られた一方で、あげられた理由として、「持ち物などを準備するには必要と思う」「避難するときのリュックサックの準備と、あとは火の元の確認」などと、共通項目が多い。

次に、アプリの機能の中で、どれが一番住民の避難訓練のニーズに込えているかを把握するための問題が設けられた。「Q2:避難途中、アプリ画面からの情報を見て、どこが一番気になりましたか」という問題に対して、「津波の到達時間が気になる」と言及した回答者は全体で 12 名 (50%) いた。具体的な理由として、「この時間までに避難しないといけないと意識することができたため」「急がなければという気持ちにさせられた」「早く到着できるルートを選択した」などがあげられた。

しかし、8 月訓練時の 9 名の高齢者の回答を見ると、3 名が「津波の到達時間」、3 名が「色 (危険度メータ)」(図 5)、3 名が「特にない」という結果が得られた。「特にない」と答えた回答者から、「老眼鏡なしではアプリの文字が見えない」「避難タワーをのぼる階段で前が詰まってパニックになった」との理由があげられた。

最後に、アプリは住民の避難訓練に実際に役に立ったかどうかを把握するため、堺市でのアンケートと同様の問題が設けられた。「Q3:逃げトレアプリを使わない津波避難訓練と比べて、今回のように逃げトレアプリを使う津波避難訓練の違いは、何だと思いましたか」という問題に対

して、「津波到達時間が分かる」「数字が出ることによって、より現実的な訓練になった」と言及した回答者は 18 名 (75%) いた。具体的な意見として、「津波が到達するまでの時間をチェックすることで、無用に焦ったり急いだりすることなく、落ち着いて避難することができた」「訓練アルバムでは、マップ情報に表示される避難アニメーションはとて分かりやすく、「安全」だった場所、「危険」だった場所について自分の都合をふり返ることができたので、役に立った」「『逃げトレ』は、訓練の結果を累積してくれるので、次の訓練も行いたい」などである。

6.3 堺市と四万十町の訓練における「逃げトレ」の課題

本節では、上記の調査結果の中で指摘された「逃げトレ」の課題をまとめる。課題は、下記の主に 3 点である。

1 点目の課題は、アプリのユーザビリティに関する問題である。両者の避難訓練で「画面の文字が小さくて見えにくい」「画面上の言葉の意味が分かりにくい」「ボタンが小さくて操作しにくい」といった課題が指摘された。これらのデザイン面の課題は、訓練を重ねるごとに改善を加えていく予定である。

2 点目の課題は、アプリの音声ガイド機能の追加である。訓練の中で「歩きながらアプリを使うので、音声によってガイドしてもらえるような機能が付いていたほうが使いやすい」「歩きスマホを防止するためにも、音声ガイド機能をアプリに実装したほうが良いのではないか」という感想が出てきた。「逃げトレ」では、津波到達までの残り時間にに応じてブザー音が鳴るように改善し、アプリの音声ガイドも新たに実装しているところである。そのほかにも、人の声による避難の励ましをする声などを新たに実装していくアイデアも出されており、「逃げトレ」の音声ガイド機能を拡充していく予定である。

3 点目の課題は、アプリ上で災害時の環境を忠実に再現する機能の追加である。訓練の感想として、「道路閉塞を再現できる機能を追加してみてもどうか」「火事が起きたり、建物倒壊が起きたりする」という条件のもと、訓練できるような新たなモードを入れてほしい」といった声が寄せられた。現在、「逃げトレ」は、SIP (戦略的イノベーション創造プログラム)「レジリエントな防災・減災機能の強化」の研究グループと連携して、津波災害のリアルタイム被害予測機能を、アプリに実装する計画がある。これらの追加機能とともに、建物倒壊や道路計測などのシミュレーションのもとで避難訓練を試行するモードを実装していく予定である。

7. 考察と今後の課題

本研究では、これまで地域社会で行われた津波避難訓練に現れた諸課題を克服し、より効果的で実践的な訓練を促進するために、多様な関係者の協力によって「逃げトレ」

アプリを開発した。そして、アプリの機能とその社会実装の結果について詳述した。

実装結果を見ると、約7割のユーザが「アプリが役に立った」「緊張感を持って訓練できた」と高く評価した。これらの結果から、「逃げトレ」が津波避難訓練支援ツールとして効果的に活用できたことが分かった。

表1で列挙された訓練の課題の中で、特に訓練のマンネリ化と訓練結果のフィードバックを根本的に改善できた。「逃げトレ」では、ハザードの時間的挙動と人間の時間的挙動を同時に可視化し、訓練者1人1人にこれまでにない切迫感と緊張感が与えられ、訓練を「自分のために」実施するものとユーザに理解させた。これによって、ユーザは訓練における自らの行動、つまり主体性の大事さに気づき、「こういう訓練することによって、自分たちの災害に対する気持ちが前向きになる」(2015年6月, 30代男性)という効果が現れた。

また、堺市での大規模訓練で実証されたように、「逃げトレ」は多人数の訓練に対応でき、1人1人にフィードバックできるだけでなく、図8のようにアニメーションを自動的に作成することによって地域全体に対するフィードバックも実現できた。

今後の研究と実践の課題としては、第1に、6章の社会実装で提起された課題の解決が急務である。第2に、「逃げトレ」の開発と実装に際して、ユーザに対する説明会や勉強会の開催など、アプリ本体を活かすための周辺プログラムの整備が必要である。第3に、ユーザのレベルに応じて異なる体験ができる技術の開発が必要である。第4に、システム運用上に現れた細かい技術的バグをクリアし、年内に「ベータ」版から正式版へとレベルアップさせ、アップストアなどに正式にリリースする必要がある。正式版にすることで、すべてのユーザに自由に使ってもらい、「逃げトレ」アプリの社会実装の拡大と実装結果の検証を継続して行う。

謝辞 本研究の実施にあたりまして、大阪府堺市危機管理室の皆さま、高知県四万十町危機管理課の皆さまに多大なご協力をいただきました。ここに記して、感謝の意を申し上げます。

参考文献

[1] 浅見圭貴, 藤岡 弦, 小林大二, 野嶋尚子, 市原和雄, 桜井将人, 山本 栄: 新宿区笹笥町における携帯情報端末を用いた集団避難時の避難行動, 日本災害情報学会第14回研究発表大会, pp.258-261 (2012).

[2] 深田秀実, 橋本雄一, 赤淵明寛, 沖 観行, 奥野祐介: GPS・GISを用いた避難行動支援システムの提案, 日本災害情報学会第14回研究発表大会, pp.266-269 (2012).

[3] 石巻市: 平成26年度石巻市総合防災訓練結果概要(2014), 入手先 (http://www.city.ishinomaki.lg.jp/cont/10181000/0070/8057/02_siryou1-2.pdf) (参照 2015-12-18).

[4] 児童福祉法: 児童福祉施設の設備及び運営に関する基準(2015), 入手先 (<http://law.e-gov.go.jp/htldata/S23/S23F03601000063.html>) (参照 2015-12-18).

[5] 河北新報: 焦点/保育所, 津波襲来で明暗/犠牲少なく, 毎月避難訓練で備え(2011), 入手先 (http://www.kahoku.co.jp/spe/spe_sys1071/20111004.01.htm) (参照 2015-12-18).

[6] 片田敏孝: 人が死なない防災, 集英社(2012).

[7] 近藤誠司, 杉山高志: 地域防災実践におけるアイデンティの変容—神戸市長田区真陽地区の津波避難対策を例に, 地区防災計画学会梗概集第1号(2015).

[8] 共同通信: 大震災の津波警報でも避難2%台 静岡など太平洋岸6県(2011), 入手先 (<http://www.47news.jp/CN/201104/CN2011041801000295.html>) (参照 2015-12-18).

[9] 内閣府: 南海トラフ巨大地震の被害想定について(第二次報告), 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ(2013), 入手先 (http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku_wg/pdf/20130318_shiryu2.1.pdf) (参照 2015-12-18).

[10] 堺市: 津波避難対策について 堺市津波避難計画(2014), 入手先 (<http://www.city.sakai.lg.jp/kurashi/bosai/tsunami/tsunami.html>) (参照 2015-12-18).

[11] 静岡県: 東海地震についての県民意識調査(2013), 入手先 (https://www.pref.shizuoka.jp/bousai/e-quakes/shiraberu/higai/toukei_kenmin/index.html) (参照 2015-12-18).

[12] 消防庁: 「実践的な防災訓練の普及に向けた事例調査報告書」の公表(2014), 入手先 (http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/houdou/h26/2603/260325.1houdou/01_houdou_ushiryu.pdf) (参照 2015-12-18).

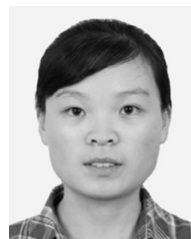
[13] 孫 英英, 近藤誠司, 宮本 匠, 矢守克也: 新しい津波減災対策の提案—「個別訓練」の実践と「避難動画カルテ」の開発を通して, 災害情報, No.12, pp.76-87 (2014).

[14] Sun, Y. and Yamori, K.: New Approaches to Evacuation Drills for Tsunami Risk Reduction, *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, Vol.34, No.1 (in press).

[15] 東京経済大学: 4県(三重県・和歌山県・徳島県・高知県)共同地震・津波県民意識調査報告書(2005), 入手先 (<http://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/011400/bousai/050415/pdf/4-01.pdf>) (参照 2015-12-18).

[16] 梅本拓馬, 高橋智幸, 熊谷健蔵, 伊豆隆太郎, 川上晋也: 防災教育を目的としたARハザードマップアプリケーションの開発, 日本災害情報学会第15回研究発表大会, pp.70-73 (2013).

[17] 吉野 孝, 濱村朱里, 福島 拓, 江種伸之: オフライン対応型災害時避難支援システム“あかりマップ”の構築, 和歌山大学防災研究教育センター紀要, No.1 (2015).



孫 英英

平成26年京都大学大学院情報学研究科博士後期課程修了。博士(情報学)。日本学術振興会特別研究員(PD)。津波避難および防災教育の手法の開発の研究に従事。



矢守 克也 (正会員)

昭和 63 年大阪大学大学院人間科学研究科博士後期課程単位取得退学。博士 (人間科学)。京都大学大学院情報学研究科教授・京都大学防災研究所教授。防災心理学の研究に従事。



卜部 兼慎

株式会社 GK 京都第 3 デザイン部副部長。プロダクト、グラフィック、環境の総合デザイン領域での企画・デザイン業務および防災デザイン研究に従事。



鈴木 進吾

平成 18 年京都大学大学院情報学研究科博士後期課程研究指導認定退学。博士 (情報学)。国立研究開発法人防災科学技術研究所研究員。津波減災システムの開発研究に従事。



李 勇昕

平成 26 年京都大学大学院情報学研究科博士後期課程修了。博士 (情報学)。京都大学防災研究所特定研究員。地域の災害復興研究に従事。



杉山 高志

京都大学大学院情報学研究科博士後期課程 2 年生。修士 (情報学)。被災体験の語り継ぎと津波防災の研究に従事。



千々和 詩織

京都大学大学院情報学研究科博士前期課程 1 年生。地震と津波防災の研究に従事。



西野 隆博

有限会社アールツー・メディアソリューション代表取締役。システム開発に従事。