事前学習と継続的実践を融合した防災まちあるき支援システムの構築

葛城太貴*・山本佳世子**

Development of a Disaster Prevention Walking Tour Support System Integrating Pre-Learning and Continuous Engagement

Taiki Katsuragi*・Kayoko Yamamoto**

Abstract: In recent years, “disaster prevention walking tours,” in which local residents visit evacuation shelters and hazardous areas during normal times to learn about disaster prevention measures to take in the event of a disaster, have been gaining attention. In order to participate in these tours, it is necessary for learners to acquire disaster prevention knowledge in advance. Based on this background, this study aims to develop a system that supports disaster prevention walking tours from the perspectives of both advance learning and continuous practice. This system is developed by integrating an e-learning system, Web-GIS, and a disaster prevention walking tour support system. The e-learning system provides disaster prevention knowledge and supports prior learning necessary for disaster prevention walking tours. Web-GIS displays the locations of dangerous areas on digital maps, streamlining on-site confirmation during disaster prevention walking tours. The disaster prevention walking tour support system utilizes gamification to motivate continuous disaster prevention learning.

Keywords: 防災まちあるき（Disaster prevention walking tour），web-geographic-information-system（Web-GIS），e ラーニングシステム（E-learning system），防災学習（Disaster prevention education），ゲーミフィケーション（Gamification）

１．序論

近年，自然災害の頻発により，地域住民が災害時に適切な行動を取るための実践的な防災学習の重要性が高まっている（上杉ほか，2023）．その一形態として，地域住民が平常時に避難所や危険箇所を巡りながら防災行動を学ぶ「防災まちあるき」が注目されている（榎田ほか，2017）．こうした防災学習の実施形態は「防災まちあるき」と呼ばれている（水本，2023）．この活動を効果的に実施するには，屋外での散策に加え，防災知識の事前学習を一貫して支援する仕組みが必要である（畠山ほか, 2024）．また，災害時の適切な避難行動を促進するためには，平常時から住民の防災意識を高めることが重要であり，そのためには継続的に利用可能な支援システムの構築と，利用者への動機付けが求められる（田中ほか，2016）．そのためには，平常時に利用可能な防災まちあるき支援システムを構築し，これが継続的に利用されるように利用者に動機付けをすることが有用である（上杉ほか, 2022）．しかし，既存の防災まちあるき支援システムでは，事前知識の習得と継続的な実践支援を一貫して行うことが困難である．

本研究では，こうした課題を踏まえ，防災まちあるき支援システムに Web-GIS および e ラーニング機能を統合し，事前学習と継続的実践の両面から支援する統合型システムの構築を目的とする．本システムには，平常時の利用を想定し，①テキスト教材による危険箇所等の学習機能，②デジタル地図による位置情報の確認機能，③ゲーミフィケーションを活用した継続的な利用促進機能を実装する．

２．関連分野における先行研究と本研究の位置づけ

本研究の関連分野の先行研究は，（1）防災まちあるきの支援に関する研究，（2）防災学習支援システムに関する研究，（3）ゲーミフィケーションに関する研究の 3 つに分類できる．以下では各グループの代表的研究を紹介し，到達点と課題を整理したうえで，本研究の独自性を示す．

（1）の研究では，鈴木・富増（2019），Rachman et al.（2024）が事前学習を伴う防災まちあるきによる教育を実施している．Takenouchi et al.（2021）は，危険箇所や利用者の現在地を表示可能なシステムにより防災まちあるきを支援した．これらは短期的な学習プログラム内での活用を想定しており，平常時に地域住民が自主的に行う防災まち

* 学生会員 電気通信大学大学院情報理工学研究科 (The University of Electro-Communications)
Email：k2430029@gl.cc.uec.ac.jp
** 正会員 電気通信大学大学院情報理工学研究科 (The University of Electro-Communications)

あるきを継続的に支援するものではない．また，事前学習と実地活動が分離されているため，まちあるきの最中に防災知識を確認することが困難である．

（2）の研究では，白浜・山本（2023）が e ラーニングと Web-GIS を統合し，家庭内備蓄の支援システムを構築した．Li et al.（2022）は，台風災害の発生過程を地図上に表示する教育システムを開発し，中川ほか（2015）は AR 技術を用いて被災地巡回を支援した．これらは防災知識の提供に重点を置いているが，継続的な利用を促す動機付けの仕組みは導入されていない．

（3）の研究では，Manalang et al.（2020）がシナリオ選択型ゲームの手法を活用した防災教育システムを構築した．上杉ほか（2023），Hatakeyama et al.（2017）は，ゲーミフィケーションを用いて利用者の動機付けを図る防災まちあるき支援システムを提案している．Manalang et al.（2020）は学習意欲の向上に寄与しているが，防災まちあるき自体の支援は行っていない．一方，上杉ほか（2023）や Hatakeyama et al.（2017）のシステムは継続的な実践を支援しているが，事前学習の支援機能は含まれていない．

以上の先行研究と比較して，本研究では防災支援システムに Web-GIS と e ラーニングを統合し，ブラウザ上で利用可能な一体型システムを構築することで，（1）場所や時間の制約を受けずに事前学習と実践を支援できること，（2）訪問した危険箇所に関する情報を即座に確認できること，（3）事前学習と継続的な実践を一つのシステムで一貫して行うことができることの 3 点において独自性を示す．

３．システム設計

３.１　システムの特性

本システムは，Web-GIS，e ラーニング支援システム，防災まちあるき支援システムの 3 要素で構成される．図 1 に各システムの特性を示す．利用に際しては，ID とパスワードを設定し，利用者情報をデータベースに登録する．利用者は，テキスト教材を用いて事前に防災知識を学習した後，デジタル地図を活用して地域の危険箇所を容易に訪問できる．また，訪問中にも教材を随時閲覧し，現地の危険箇所に関する情報を確認することが可能である．これにより，利用者は防災知識を把握しながら防災まちあるきを実践できる．さらに，本システムはブラウザ上で利用可能な構成とし，防災まちあるき支援機能により継続的な利用を促すことで，平常時から防災意識の向上を図る．なお，利用者の動機付けには，ゲーム要素を非ゲーム文脈に応用するゲーミフィケーションの手法を採用する（井上，2012）．

３.２　システムの有用性

本システムの有用性は，主に以下の 3 点である．

（1）利用者の円滑な防災まちあるきの支援

Web-GIS を用いて，危険箇所や避難所などをスポットとしてデジタル地図上に表示する．これを参照して利用者はスポットの位置を容易に把握することで，円滑にスポットを訪問することができる．

（2）事前知識を必要としない防災学習の支援

e ラーニングシステムを用いることで，防災の知識を持たない利用者も，必要な知識を習得してから防災まちあるきを実施することができる．また，テキスト教材とデジタル地図を連携させることで，事前学習が不十分な場合でも，訪れた危険箇所に関する知識をテキスト教材で即座に確認できる．

（3）平常時の継続的な利用促進

本システムはブラウザ上で利用可能なシステムとして構築されるため，利用者は場所や時間の制約を受けずに防災まちあるきを実施できる．また，本システムでは，利用者への動機づけのためにゲーミフィケーションを活用する．利用者にミッションを提示することで，利用者は具体的な目標を持ってシステムを利用できるようになる．



図 1 システム設計図

４．システムの構築

４.１　システムのフロントエンド

(1) 新規利用者登録/ログイン機能

本システムを初めて利用する利用者は，最初にシステムの新規登録を行う．新規登録画面では，「ID」「パスワード」を登録する．本システムの利用が 2 回目以降の利用者は，ログイン画面で「ID」「パスワード」を入力することで，本システムにログインすることができる．

(2) スポット表示機能

危険箇所や避難所などの位置情報をデジタル地図上で閲覧することができる．また，デジタル地図上でスポットをクリック/タップすると，スポットの詳細情報を表示するポップアップが表示される．図 2 にスポット情報を表示する画面を示す．加えて，利用者の端末の GPS 機能から現在地情報をリアルタイムに取得し，Web-GIS のデジタル地図上に表示する．

(3) スポット訪問機能

デジタル地図上で利用者の現在地と任意のスポットまでの最短経路を表示することができる．また，利用者が実際にスポットに訪れた記録を残すことができる．

(4) スポット投稿機能

利用者は，危険箇所などを示すスポットを投稿することができる．

(5) ミッション機能

利用者にミッションを提示する．利用者は，具体的な目標を持ってシステムを利用できるようになる．

(6) 教材閲覧機能

防災に関する知識を，テキスト教材を用いて学習することができる．利用者は「検索」ボタンを押すことで，教材の内容に関連するスポットをデジタル地図上に表示することができる．なお，テキスト教材の内容は，以下の 3 種類に分類される．

①避難所・避難場所

運用対象地域における避難所や避難場所の運用形態や利用方法について学ぶことができる．

②災害時の危険やリスク

災害の種類ごとに，怪我などのリスクが高くなる場所や避難時の注意点について学ぶことができる．

③災害時に支援を受けられる場所

災害時に飲料を無償で提供する自動販売機など，被災者を支援するサービスについて学ぶことができる．

４.２　システムのバックエンド

本システムのバックエンドでは，以下の処理を行う．

(1) 利用者情報の登録およびログインに関する処理

利用者情報はデータベースに保存される．この時，保存されたパスワードをハッシュ化することで，第三者による悪用を防止する．また，利用者ごとにログインを実施した日数を記録する処理をバックエンドで行う．

(2) スポット表示に関する処理

データベースに保存されたスポット情報を，Web-GIS のデジタル地図上で表示する処理をバックエンドで行う．

(3) スポット訪問機能に関する処理

利用者の端末の現在地情報を取得し，現在地から任意のスポットへの経路を表示する処理をバックエンドで行う．デジタル地図の表示中は利用者の現在地情報を継続的に取得し，それに伴い利用者の現在地および経路の表示も更新する．

(4) スポット投稿機能に関する処理

新たなスポットとして，地域の危険箇所などに関する情報が利用者から投稿された際には，これをデータベースに保存する処理を行う．

(5) ミッション機能に関する処理

「自宅または通学先・勤務先の近くの危険箇所を 3 ヶ所訪問し，それらの場所についての情報を確認する」などのミッションを画面に表示する．また，ミッションが達成された時には，データベース上のミッションの進捗状況を更新し，ミッション画面で新しいミッションが表示されるように処理を行う．



図 2 スポット情報表示画面

(6) 教材閲覧機能に関する処理

データベースに保存されたテキスト教材の情報を e ラーニングシステムの画面上に表示する.

4.3 システムのインタフェース

本システムのインタフェースは，PC，携帯情報端末向けに用意しているが，携帯情報端末で主に利用されることを想定している．なお，どちらの端末を用いて本システムを利用しても，デザインに大きく差が出ないインタフェースを構築した.

5．まとめと今後の研究計画

本研究では, 防災まちあるき支援システムと Web-GIS, e ラーニングシステムを統合し, 事前学習と継続的実践の双方から平常時における防災まちあるきを支援するシステムを構築した．本システムの有用性は，利用者の円滑な防災まちあるきを支援すること，防災に関する事前知識を必要としないこと，平常時からの防災まちあるきを促すことである．本システムのフロントエンドには，新規利用者登録/ログイン機能，スポット表示機能，スポット訪問機能，スポット投稿機能，ミッション機能，教材閲覧機能の 6 機能を実装した．これらの機能それぞれに対して，バックエンドで処理を行う.

今後の研究計画として，運用対象地域内外の方々を対象に, 約 30 日間にわたるシステムの本運用を予定している．運用対象地域としては，東京都調布市を選定した．調布市は多摩川流域に位置しており，水害の影響を受けやすいことに加えて，首都直下地震による甚大な被害が生じることが想定されている（東京都防災会議，2022）．そのため，幅広い種類の災害への対応が可能な本システムを運用することで地域住民の防災を支援することの有用性が高い.

本運用終了後には，システムの利用者へのアンケート調査およびシステムのアクセスログ解析の結果から，システムを評価する．その後，評価結果に基づき本システムの機能の改善策を提案する.

参考文献

井上明人（2012)『ゲーミフィケーション<ゲーム>がビジネスを変える』, NHK 出版.

上杉昌也・森山聡之・小山和孝・和田亨・新山悠紀・石本俊亮（2022）平常時からの地域防災に向けた現地散策型アプリの開発とその有効性の検証.「都市計画論文集」, **57**(3), 1431-1438.

上杉昌也・森山聡之・小山和孝・和田亨・新山悠紀・石本俊亮（2023）地域防災のための防災教育に向けた位置情報ゲームアプリケーションの活用可能性.「都市計画報告集」, **22**(2), 287-292.

榎田宗丈・福島拓・吉野孝・杉本賢二・江種伸之（2017）まち歩き型防災マップづくり支援システムの利用による防災意識への影響.「情報処理学会関西支部支部大会講演論文集」. **G-27**, 1-6.

白浜裕貴・山本佳世子（2023）自助・共助を支援するための防災情報システムの構築.「日本地震工学シンポジウム論文集」, **16**, 10.

鈴木佐代・豊増美喜（2019）タブレット端末を用いた小・中学生向け防災まち歩きの活動プログラムの開発-教員養成大学の学生への実践とその評価の分析.「福岡教育大学紀要」, **68**(6), 1-8.

田中皓介・梅本通孝・ 糸井川栄一（2016）既往研究成果の系統的レビューに基づく大雨災害時の住民避難の阻害要因の体系的整理.「地域安全学会論文集」, **29**, 185-195.

東京都防災会議（2022）首都直下地震等による東京の被害想定報書.
<https://www.bousai.metro.tokyo.lg.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/021/571/20220525/n/002n.pdf>.

中川政治・尾形和昭・佐藤翔輔・佐藤茂久・藤間千尋（2015）ICT を活用した仮想体験型震災学習プログラムの開発-東日本大震災で被災した石巻市における「防災まちあるき」実践事例.「地域安全学会論文集」, **26**, 37-44.

畠山久・永井正洋・室田真男（2024）フィールドワークを取り入れた ICT 活用型防災学習の授業デザインとその評価-高等学校における実践-.「科学教育研究」, **48**(3), 239-251.

水本匡起（2023）地域防災力向上を目的とした 水害リスク・コミュニケーションの実践的手法: 地形発達史の観点を取り入れた防災まち歩き.「東北福祉大学研究紀要」, **47**, 55-71.

Hatakeyama, H., Nagai, M., Murota, M. (2017). Acquiring disaster prevention knowledge from fieldwork activities in a region. In International Conference on Human-Computer Interaction. 433-442.

Manalang, L.L., Misa, A.P.A., Soriano, N.M., Samonte, M.J.C., Balan, A.K.D., & Daluz, M.L.C. (2020) Kidzaster: A Web-based Learning Management System on Disaster Preparedness for Kids. *Proceedings of the 6th International Conference on Frontiers of Educational Technologies*, 16-20.

Li, J., Xia, H., Qin, Y., Fu, P., Guo, X., Li, R., & Zhao, X. (2022) Web GIS for sustainable education: *Towards natural disaster education for high school students. Sustainability*, **14**, 2694.

Rachman, I., Fumitoshi, M., & Yayoi, K. (2024) Disaster mitigation education: Efforts to improve school community disaster preparedness. *Journal of Environment and Sustainability Education*, **2**, 73-85.

Takenouchi, K., & Choh, I. (2021) Development of a support system for creating disaster prevention maps focusing on road networks and hazardous elements. *Visual computing for industry, biomedicine, and art*, **4**, 22.