

オフライン対応型モバイル GIS を用いた津波避難支援システムの評価

—北海道小樽市を実験フィールドとして—

深田秀実・橋本雄一・赤渕明寛・沖 観行・奥野祐介

Evaluation of Tsunami Refuge Support System using mobile GIS with offline capability

— Taking Otaru City, Hokkaido as the experimental field —

Hidemi FUKADA, Yuichi HASHIMOTO, Akihiro AKABUCHI,

Miyuki OKI and Yusuke OKUNO

Abstract: There are three important elements of tsunami disaster prevention: self-help, mutual aid, and public aid. One aspect of self-help is considering evacuation behavior and so forth beforehand using a tsunami hazard map. However, in most cases it is thought that residents do not look closely at distributed tsunami hazard maps, and simply put them away somewhere in the house so they are not actively used. As a result, we looked at offline GIS developed for tablet PCs, and have proposed a tsunami refuge support system for displaying tsunami hazard maps and the current position, movement path and other information about the user. This paper reports on the results of evaluating field experiments during the summer and winter, conducted in Otaru City, Hokkaido, using a prototype of the proposed system.

Keywords: 防災情報システム (disaster information system), モバイル GIS (mobile GIS), 津波 (Tsunami), ハザードマップ (hazard map), 避難行動 (refuge behavior)

1. はじめに

地震や津波などの自然災害に対する防災・減災対策では、「自助」・「共助」・「公助」が重要である。津波防災の「自助」としては、地方自治体が公表している津波ハザードマップを入手し、事前に避難場所の確認や避難経路などを検討しておくことが考えられる。

しかし、住民は、行政から配布された津波ハザ

ードマップを詳しく見ることなく、家の中にしまい込む場合が多いとされ、活用されているとはいえない。また、地域では行政が中心となって「共助」となる津波避難訓練を行ってきたが、従来の避難訓練は希望者参加型訓練であるため、防災に興味の薄い住民や若年層に対してアプローチすることが難しいといった限界も指摘されている(片田ほか, 2011)。

そこで、本研究では、オフライン型モバイル GIS を用いて、タブレット PC の画面に津波ハザードマップを表示し、ユーザの現在位置や移動軌跡を表示することが可能な津波避難支援システムを提案する。平常時に本提案システムを活用した津

深田 秀実 〒047-8501 北海道小樽市緑3丁目5-21

小樽商科大学商学部社会情報学科

Phone: 0134-27-5399

E-mail: fukada@res.otaru-uc.ac.jp

波避難訓練を実施できれば、津波ハザードマップ上にリアルタイムで自分の避難移動軌跡などを確認することが可能になり、津波防災への興味励起や能動的な避難訓練への参加が期待できる。

本稿では、本提案システムのプロトタイプを用いて、北海道小樽市で行った夏季と冬季におけるフィールド実験の結果を報告する。

2. 津波避難支援システムの提案

2.1 システム設計のコンセプト

本提案システムでは、津波警報発令時の避難行動において、自分の現在地を把握することが特に重要と考え、モバイル端末の現在位置を電子地図上に表示できることを基本コンセプトとした。設計方針は以下の2項目である。図-1 に提案システムの概念図を示す（深田ほか，2011）。

- ・設計方針1：オフライン型 GIS で電子地図が表示でき、かつ、容易に操作が可能なこと。
- ・設計方針2：モバイル端末の GPS 機能により避難に必要な位置情報を表示できること。

2.2 プロトタイプの機能と実装

提案システムの設計方針に基づき、主に平常時の津波避難訓練の際に用いる基本機能をプロトタイプとして実装した（深田ほか，2013）。実装に用いたタブレット PC は、GPS 機能を持つ富士通製の Arrows Tab F-01D（OS：Android 3.2，ディスプレイサイズ：約 10.1 インチ）である。図-2 にプロトタイプの画面例を示す。

(1) オフライン型 GIS による電子地図の表示

現段階では、提案システムを平常時の津波避難訓練で使用することを想定しているが、今後、津波警報発令時に使用することを想定し、情報通信インフラが不安定になった場合でも動作可能なオフライン型 GIS を用いて実装する。

今回採用した GIS エン진은、タッチパネル操作に対応した TapGIS で、タブレット PC 内部に基本地図データを保存することが可能である。



図-1 提案システムの概念図



図-2 プロトタイプの画面例

(2) GPS 機能による位置情報の表示

タブレット PC の GPS 機能を用いて、ユーザ（操作者）の現在位置を画面中央付近に自動表示する。また、避難してきた移動軌跡を画面に表示する。この軌跡表示により、避難中の現在位置をより明確にし、スムーズな避難行動に導く。

3. システム評価実験

3.1 評価実験の概要

本提案システムにおける基本機能の有効性を検証するため、実装したプロトタイプを用いて、システム評価実験を行った。実験フィールドは、北海道小樽市の港湾地区である（図-3）。

実験は、積雪時における避難行動の場合も想定し、夏季と冬季に実施した。夏季は、2012年8月8日～9日、冬季は2013年1月19日である。被験者は20歳代の大学生で、夏季・冬季を合わせて、男女計18名（男9名、女9名）である。

被験者には、夏季・冬季とも、実験開始前に、一端、近くの公共施設に参集してもらい、プロトタイプの操作方法を説明した。また、その際に「津波警報が発令され、避難所へ待避する必要があるという想定」であることを説明した。その後、被験者には、それぞれスタート地点に向かってもらった。

3.2 実験方法

今回の実験では、実験フィールドに合わせて、津波ハザードマップを事前にタブレット PC にインストールしている。また、避難先として、小樽市が指定する避難所をポイントデータとして作成し、マップ上にアイコンで表示している。

避難行動のスタート地点は、津波浸水予想範囲内に設定した。各被験者は、タブレット PC を持ち、画面上に表示された現在位置を確認して、避難所へ向けて移動する。その状況は、後方からビデオカメラで撮影し、記録した（図-4）。

3.3 実験結果と考察

各被験者には、避難所へ到着した後、再度、実験説明を行った公共施設に集合してもらい、アンケートに回答して頂いた。アンケート評価は、5段階評価とし、最も肯定的な評価を5点、最も否定的な評価を1点として得点化して、質問項目ごとに集計した。

(1) 電子地図表示に関する評価結果と考察

アンケート評価の質問項目として、「タブレット PC の操作は簡単に出来たか（操作性）」と尋ねたところ、5評価段階の5と4を選択した肯定的評価が89%で、平均は4.0となり、良好な結果を得た。

また、「画面上の避難所などのアイコン表示は見やすいか（視認性）」との問いに対して、肯定的評価は44%で、平均は3.4となった。この低評価の原因は、避難所アイコンの配色を黄色にしたことが要因のひとつと考えられる。

(2) 現在位置表示に関する評価結果と考察

次に、被験者に対して「現在位置の表示は自動



図-3 評価実験フィールドの位置



(a) 夏季の実験状況



(b) 冬季の実験状況

図-4 評価実験の状況

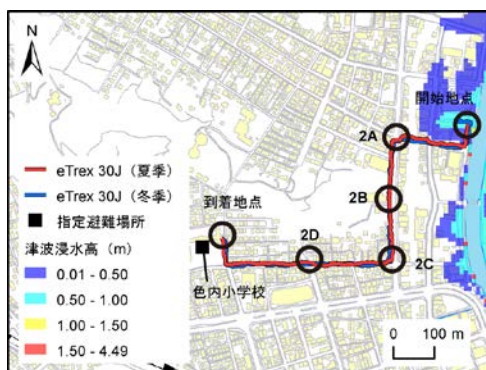
的に変化したか（正確性）」と尋ねたところ、肯定的評価が72%で、平均は3.8となった。この要因は、冬季における実験日の天候が雪であり、タブレット PC の画面が濡れたため、一部のタブレット PC の動作が不安定になったことがあげられる。

また、「移動した軌跡の表示は避難所に向かうとき役立つ（有用感）」との問いに対しては、肯定的評価が83%で、平均は3.9となり、おおむね良好な結果となった。

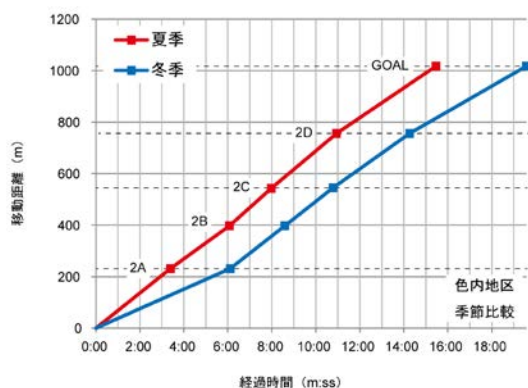
4. 評価実験の GPS ログデータ分析と考察

今回の評価実験では、夏季・冬季とも、被験者にハンディ GPS 端末を同時に携帯してもらい、避難移動の GPS ログを取得した。この GPS ログデータを GIS により可視化した結果（色内地区）を図-5(a) に示す。このログデータに対して、移動距離と時間経過の関係をグラフ化した結果を図-5(b) に示す。なお、図-5 に示した GPS ログは、同一被験者のログデータである。

図-5(a) をみると、夏季と冬季の避難移動は、ほぼ同一の移動軌跡を描いているが、図-5(b)では、冬季のほうが避難場所への到着に時間を要している。積雪寒冷地では、図-4(b) に示したように、冬季は、降雪による歩道幅の減少や路面圧雪・凍結により、歩行速度の減少がみられる。このことから、津波避難に際しては、冬期間における避難路の確保が重要な課題と言えよう。



(a) 避難移動軌跡の可視化(色内地区)



(b) 避難移動距離と経過時間の関係(色内地区)

図-5 評価実験における GPS ログデータの分析

5. おわりに

本稿では、提案した津波避難支援システムのプロトタイプを用いた評価実験の結果を報告した。システム評価実験の結果、プロトタイプの操作性や有用感に対して、おおむね良好な評価を得ることができた。また、実験の際に記録した GPS ログの分析により、津波避難に際して、積雪寒冷地特有の課題が明らかになった。

今後は、実際の津波警報発令時に必要となる避難ルートナビゲーション機能などの実装を検討し、地域で実施される津波避難訓練で試用してもらうことで、実運用に向けたより具体的な課題抽出を行っていきたい。

付記

本研究は、科学研究費補助金 基盤研究 (C)「ジオマイクロデータを用いた積雪寒冷地都市内部における冬季災害避難の地理学的研究」(課題番号: 24520883, 代表者: 橋本雄一) の助成を受けたものである。

参考文献

- 片田敏孝, 金井昌信, 細井教平, 桑沢敬行 (2011): 希望者参加型の防災実践の限界 — 津波避難個別相談会の実施を通じて —, 土木学会論文集 F5, Vol. 67, No. 1, 1-13.
- 深田秀実, 橋本雄一, 赤渕明寛, 沖 観行, 奥野祐介 (2011): 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 回研究発表大会予稿集, 266-269.
- 深田秀実, 橋本雄一, 赤渕明寛, 沖 観行, 奥野祐介 (2013): タブレット PC を用いた津波避難支援システムの提案, マルチメディア・分散・協調とモバイル (DICOM2013) シンポジウム論文集, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, Vol. 2013, No. 2, 1938-1944.