

津波避難支援アプリケーション『逃げる一と』の開発と効果の検証

－防災ロバストコンパクトシティの構築 その6－

コンパクトシティ 避難支援アプリ
 アプリケーション 津波避難シミュレーション
 津波 実地検証

正会員 ○松下 鯉太郎 * 同 猪俣 咲月 ****
 同 瀬戸口 剛 **
 同 杉本 匠 ***

1. 研究の背景と目的

沿岸部を中心として発展した北海道の都市では、既成市街地や立地適正化計画によって定められた居住誘導区域が津波浸水想定区域と重複している例が多く存在する。既往研究では、GISを用いた避難シミュレーション¹⁾やマルチエージェントシミュレーションによる地域的課題の分析・対策提案²⁾や、避難訓練や防災ワークショップ（以下、「防災WS」）による住民の防災意識の把握や教育が行われている。一方で、発災直後のリアルタイムな避難行動に関する分析・対策の提案は十分に行われていない。

本研究では、個人の避難行動に関する課題を明らかにし、その対策として津波避難支援アプリケーション（以下「アプリ」）を開発する。市街地の広範囲が津波浸水想定区域と重複する北海道函館市、釧路市、釧路町を対象に、実証実験及びアンケートを行い、アプリの効果を確認する。

2. 研究の方法

①対象都市において、GISを用いた避難シミュレーション・住民へのアンケート・行政へのヒアリング・避難実験を行い、地域的な津波避難の課題及び行政・住民の意識、個人の避難行動の課題を明らかにする。②避難行動の課題に基づきアプリを開発する。③アプリを用いた避難実験及びアンケートによって、アプリの効果検証を行う。④以上により、津波災害リスクの高い地域におけるアプリの避難行動改善効果を明らかにする。

3. 対象都市における津波避難の課題把握

3-1. GISを用いた津波避難可否の把握

日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデルの最大クラスの津波浸水想定に基づき、函館市、釧路市、釧路町を対象としてGISによる津波避難シミュレーションを行った（図1）。両市町とも避難困難地域が点在しており、特に都心近郊の低層住宅街において避難困難地域が見られる。

3-2. ヒアリングによる避難に関する行政の立場からの課題把握

函館市へのヒアリング^{注1)}から、津波避難の課題で特に懸念している項目として以下の3点が挙げられた。①観光客、特に外国人やクルーズ船乗客への避難場所の確保や情報伝達手段等の対応。②駅周辺等での就業者と観光客を含む昼間人口増加による津波避難への影響。③避難生活の中長期化。

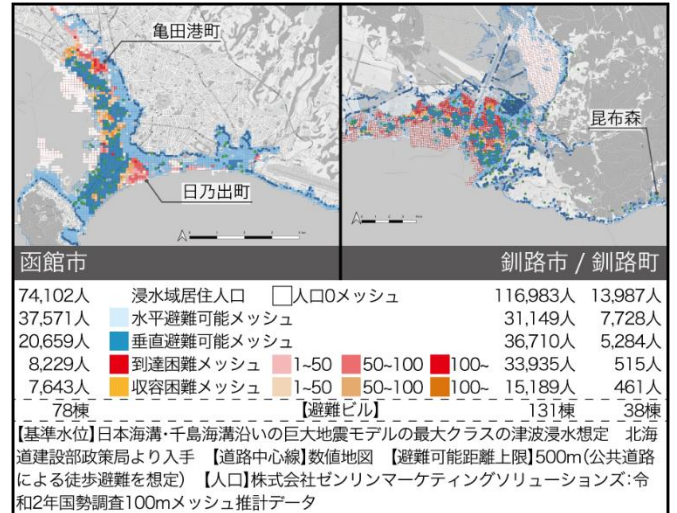
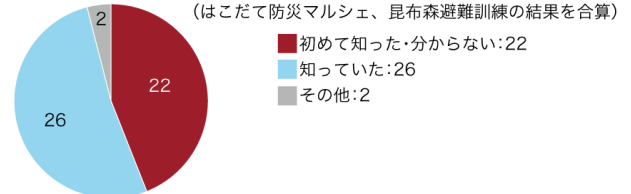


図1 GIS津波避難シミュレーションの概要

3-3. 住民アンケートによる避難行動に関する住民意識の課題把握

函館市と釧路町での防災WS^{注2)注3)}において、住民アンケートを実施した。自身の居住地が浸水域内かわからない住民も多く、カムチャツカ半島地震^{注4)}の際に避難行動を取らなかった、避難場所が分からなかったという課題も挙げられた（図2）。

■自身の居住地が浸水域か否かを把握しているか



■カムチャツカ半島地震の津波警報の際に避難行動をとったか

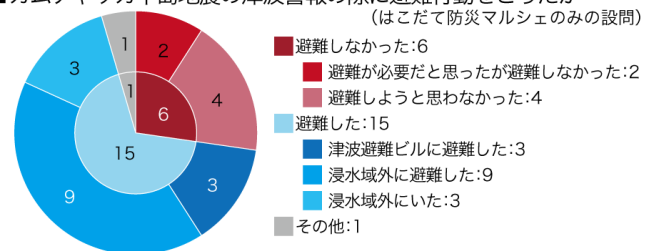


図2 避難行動意識に関する住民アンケートの概要

3-4. 避難実験による避難行動の課題把握

3-1章~3-3章を受け、函館市が懸念する観光客等の土地勘のない避難者を想定し、実験を行った^{注5)}。実験地に関しては、3-1章において、避難困難地域である亀田港町及び日乃出町を対象とした。

【方法】上記2地点から、土地勘のない被験者8名を、互いの行動が干渉しないように避難開始時間を数分ずつずらして、自由に避難開始させる。

【計測内容】GPSロガー^{注6)}による避難行動の経路・時間の計測。避難行動・避難先決定に関するアンケート・ヒアリングを行った。

【結果】①海から離れる方向、高い建物、公共建物を目指す傾向がある。②最寄り避難場所以外の避難先に避難することも多い。③浸水域を知るのは極めて難しい。(アンケート自由記述から)④最短経路以外を取ることが多い(図6)。

以上から、発災直後の避難行動の課題として、以下の4

つが挙げられる。(1)住民も地域の浸水域や避難先等を十分に把握できていない。(2)行政としても、観光客や就業者など土地勘がない人の避難への対策は十分でない。(3)土地勘のないエリアでは、最寄りの避難場所や浸水想定区域がどこまでかを把握することは困難である。(4)(3)の状態では、最寄り避難場所以外の選択・最短経路以外の避難経路を取りやすく、避難困難が生じやすい。

4. 津波避難支援アプリの開発

3章で示された課題への対策として、発災直後の避難行動改善を目的としたWebアプリ『逃げるーと』を作成した(図3)。主な機能は以下の4つである。①浸水域、避難ビルを表示する。②任意の地点または現在地から、1タップで最寄り避難場所・最短経路を表示する。③Googleマップアプリと連動し、詳細な道案内を行う。④任意の避難場所を選択した場合、そこへの最短経路を表示する。

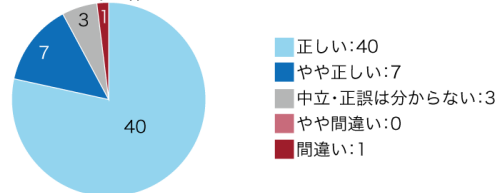
なお、探索・表示には、Google Map API^{注7)}を用いた。また、開発段階において、学生間の試用、函館市へのヒアリング、防災WSでの使用感に関するアンケートを行い、デザインや機能を改善^{注8)}し、5章以降で用いた。

5. 津波避難支援アプリの効果・課題の検証

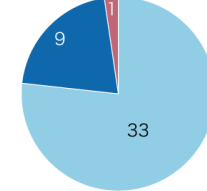
5-1. 行動意識への効果

函館市と釧路町の防災WSで、アプリを操作してもらい、効果に関するアンケートを実施した。92%が表示された経路が正しいと判断し、その根拠として、「最寄り避難場所・最短経路だと思うから」が高く、「避難を想定している避難場所だから」「安全な経路だと思うから」が挙げられた。また、体験後に、「複数の避難場所候補を把握できるようになった」、「避難行動のイメージが明確になった」という意見をほぼ全ての参加者から受けた(図4)。

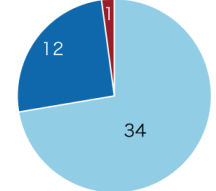
■表示された経路は正しいと思うか



■複数の避難場所候補を把握できるようになったか



■避難行動のイメージが明確になったか



■ なった ■ 少しなった ■ 変わらない ■ 少ししにくくなった ■ しにくくなった

図4 アプリの効果に関する住民アンケートの結果

5-2. 避難行動への効果

実空間での避難行動への影響を調べるため、以下の実験を行った^{注5)}。

【方法】3-3章の実験と同様に、2地点から8名の被験者を、アプリを用いて自由に避難させる。避難後にアンケート



【主な使用方法】

①最短経路の検索・表示
 「現在地から避難」ボタン、または、浸水域内の任意の地点をタップ。
 →自動的に経路を検索・表示
 →任意の避難場所をタップし、「ここに避難する」を選択で、経路を再検索

②詳細な道案内
 「Googleマップ」ボタンをタップし、詳細な経路案内の開始。

函館市・北斗市
https://robust4ko.github.io/ver4_hakodatehokuto/
 釧路市・釧路町
https://robust4ko.github.io/ver4_kushirocho/

図3 津波避難支援アプリ『逃げるーと』の概要

で行動要因を調べる。

【結果】①亀田港町では、「アプリの指定した経路」が主な行動要因となり、アプリがない場合に比べ、最も避難時間が短縮した被験者では7.3分、中央値では3.1分短縮した。②日乃出町では、最寄り避難場所以外の避難先に避難した被験者がいたことから、平均の避難時間は増加したが、最も避難時間が短縮した被験者では5.5分、中央値では1.0分短縮した（図5）。③指定避難ビルまたは浸水域外以外に避難した被験者が、亀田港町では6名から0名、日乃出町では2名から0名と減少した（図6）。④アプリには海に向かう・海と並行する経路や川を渡る経路などリスクが高いと考えられる経路が表示されることがあり、経路の安全性に疑問・不安感を持つ声がみられた。⑤アプリの表示及びGoogleマップの道案内のみでは、避難ビルの確認が得られず、避難ビルの看板などを確認する行動がみられた。⑥アンケートでは、現在地や避難ビルの写真、津波の予想到達時間をアプリに追加してほしいという意見が挙がった。

■各地点におけるアプリ有無での避難実験の結果

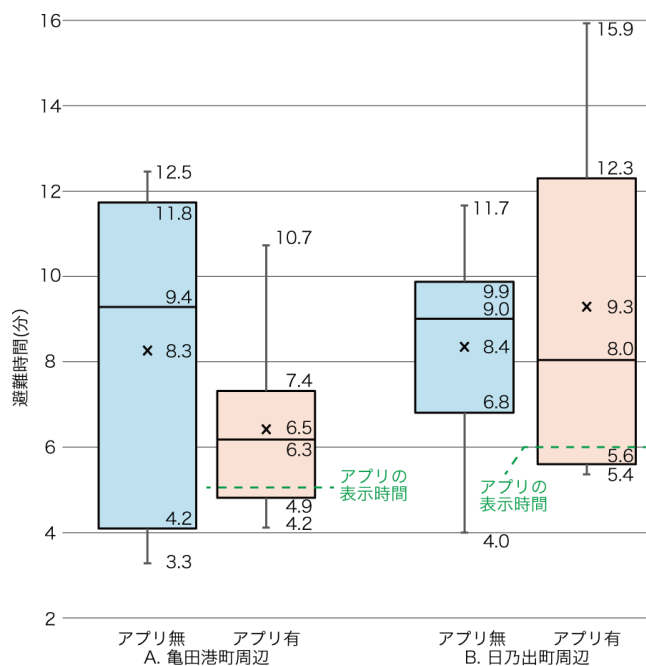


図5 アプリ有無での避難実験の結果

以上より、以下の3点が示された。(1)アプリによって両地点ともに被験者の多くで、避難時間が短縮された。(2)アプリを用いる場合でも、リスクの高い経路の回避や、最終的な避難先の判断のために、一般的な津波避難に関する知識が必要である。(3)(2)における正しい判断のために、避難の判断材料となる情報をアプリ上に追加する必要がある。

6. 結論

本研究では、避難支援アプリを開発し、住民アンケート、行政へのヒアリング、避難実験によって避難行動に関する課題及びアプリの効果を明らかにした。本研究の成果を以下にまとめる。

- 1) 津波避難において、土地勘のない人は、最寄り避難場所の位置や浸水域の範囲を把握するのが難しいという課題があり、その対策として、津波避難支援アプリ『逃げる一と』を開発した。
- 2) アプリが提示する最寄り避難場所・最短経路によって、避難時間の短縮や最寄り避難ビルへの避難といった避難行動の改善が実験で確認され、アプリの有効性が示された。
- 3) 防災情報を直感的に把握できるようになったこと、複数の避難先の比較・検討が可能になったことがアプリの効果としてアンケートから示された。
- 4) 一方で、アプリを使用した場合でも、現実空間での現在地の把握や避難ビルの識別は困難であるという課題が残った。実際の避難行動は、避難者の総合的な判断によるため、アプリ上の情報と現実空間の情報を補完的に提供することが必要である。

今後の展望として、アプリ使用者の現実空間の認知や避難先決定要因に関する詳細な分析を行うとともに、「現在地表示」、「避難ビルの写真」、「予想到達時間の表示」をはじめとした諸機能を追加し、検証を行い、機能の改良を進め実用化を目指したい。

謝辞

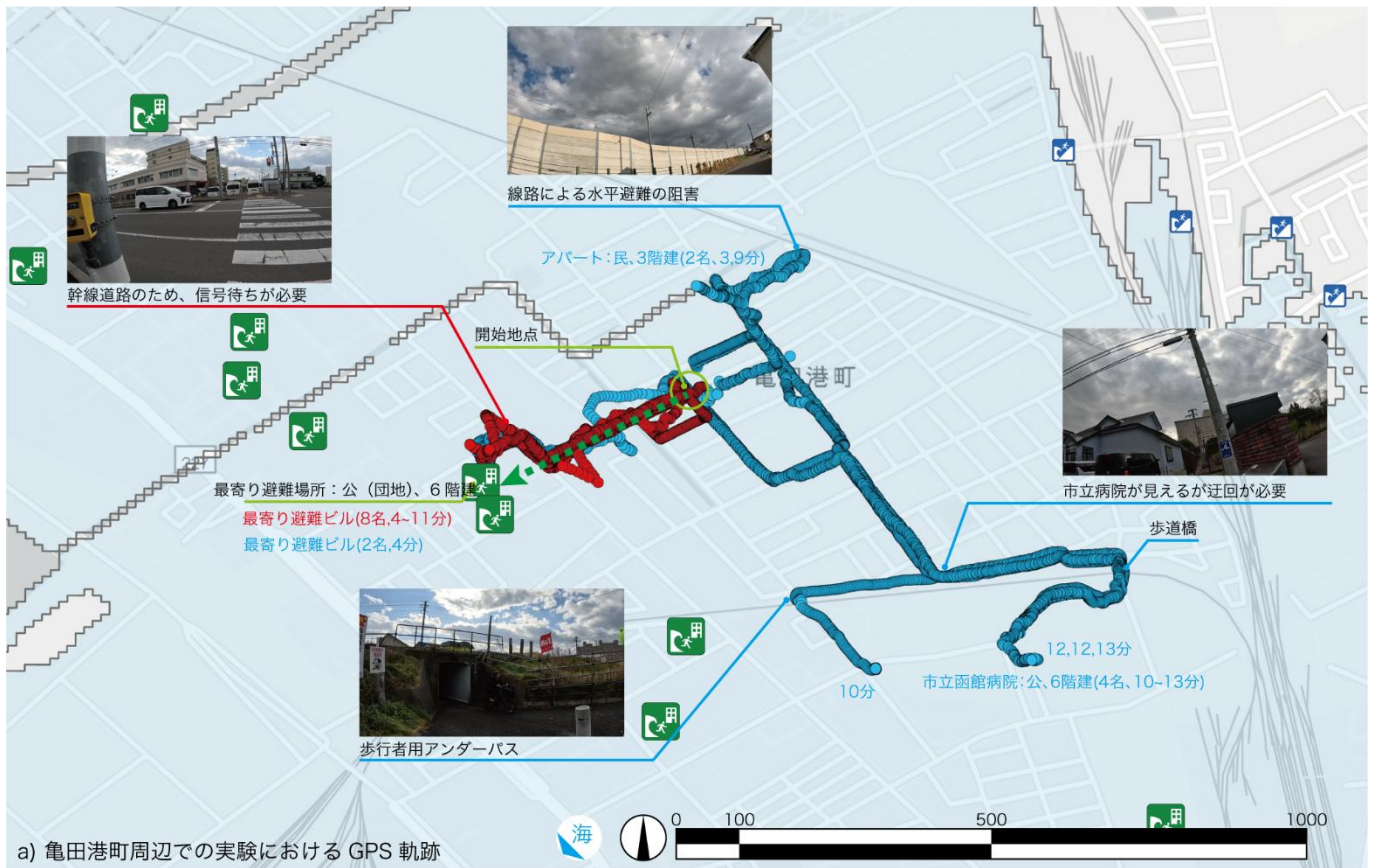
本研究は JSPS 科研費 JP21K18174 「人口減少都市において防災効果を高めるロバストコンパクトシティの構築」の助成を受けたものです。

【参考文献】1) 川井智大,他5名:津波被害を低減するコンパクトシティの計画手法 -防災ロバストコンパクトシティの構築 その1-,日本建築学会年次大会,2023 2)松下鯉太郎,他4名:マルチエージェントシミュレーションを用いた防災地域まちづくりの計画手法-防災ロバストコンパクトシティの構築 その2 函館市・釧路市を対象として-,日本建築学会年次大会,2024

【注釈】注1) 函館市ヒアリング,2025/9/19 注2)はこだて防災マルチシミュ,2025/9/27 注3)釧路町昆布森避難訓練,2025/11/2 注4)2025/7/30カムチャツカ半島地震 注5)函館市アプリ比較実験:計8名(防災士会道南ブロック所属の防災士6名、NHK函館放送局職員1名、明治大学教員1名),2地点それぞれでアプリを用いない場合、アプリを用いた場合の2回実験を行った,2025/11/22 注6)GT-730FL-S 注7)地図表示およびルート探索機能の実装にGoogle Maps PlatformのMaps JavaScript API, Distance Matrix API, Directions APIを用いた。Maps JavaScript APIを用いて動的地図を表示し、Distance Matrix APIにより避難地点までの距離・時間を算出し、Directions API で最短経路を取得した。注8)アイコンの修正、多言語対応、任意の避難先の選択機能など

* 株式会社 竹中工務店 工務
 ** 北海道大学 理事・副学長/大学院工学研究院 教授 博士 (工学)
 *** 北海道立総合研究機構 法人本部 研究推進部 工務
 **** 北海道大学大学院工学院 修士課程

Takenaka Corporation, M.Eng.
 Executive Vice President, Hokkaido Univ., Prof., Dr. Eng.
 Hokkaido Research Organization, M.Eng.
 Master Course, Graduate School of Eng., Hokkaido Univ.



【凡例】

- : アプリがない場合の軌跡
 - : アプリがある場合の軌跡
 - : 実験開始地点
 - : アプリの示した経路
- それぞれの場合において、青文字、赤文字で「避難先名: 公民の別、階数 (避難した人数, 避難完了までの時間)」を記載。被験者の GoPro 画像で適宜補足説明。

図 6 各地域での避難実験における GPS 軌跡