

# 津波の時間発展を考慮した疑似避難訓練システムの利活用

塩崎大輔<sup>†1</sup> 橋本雄一<sup>†2</sup>

**概要:** 本研究は避難訓練時の移動軌跡データをリアルタイムで収集し、災害情報と合わせた可視化を行う疑似避難訓練システムを開発し、疑似避難訓練にて運用しその課題を明らかにし、利活用方法を検討する。まず、避難訓練参加者の多機能端末にインストールする位置情報収集アプリと、位置情報及び災害情報を格納し可視化する Web アプリケーションからなる避難訓練システムを開発する。次に北海道大学文学部に所属する学生・教員を対象とし、北海道釧路市における疑似津波集団避難訓練を実施する。訓練実施後、システムを利用し津波疑似避難訓練の結果を参加者にフィードバックし、フィードバック事前事後でアンケートを行う。最後にシステム運用結果及びアンケート調査結果を元にシステム及びフィードバック学習の課題を明らかにし、利活用方法を議論する。

システム運用の結果、位置情報をリアルタイムで収集し、災害情報と合わせて可視化することによって、訓練後速やかに訓練結果を参加者にフィードバックすることが可能となった。また参加者の多機能端末を利用することによる位置情報精度のばらつきは、今回の実験に際しては見られなかった。

フィードバック学習を行うことによって、参加者が訓練の評価に関して、主観的な評価ではなく客観的な評価を行うことを促すことができた。また説明者が事前に訓練結果をチェックすることによって、訓練結果の特徴などを説明することができ、訓練結果に応じた防災学習を展開することが期待できた。

**キーワード:** 津波災害, GIS (地理情報システム), 避難訓練, 防災教育, 釧路市, 厚岸町

## 1. はじめに

東日本大震災以降、日本では地震や津波といった巨大災害に対する防災・減災意識が高まり、国や地方自治体、そして個人といった様々なスケールで防災・減災に対する取り組みが議論されてきた。国レベルでは、中央防災会議の南海トラフ巨大地震対策検討WGが、地震及び津波災害に対する防災教育・防災訓練の充実を具体的に実施すべき対策の一つとして挙げており、その中では実際の避難訓練とともに、Eラーニングなどを活用した教育を推進している(内閣府, 2013) [1]。

自治体レベルでは、津波浸水想定の見直しを進めるとともに、新想定に対応したハザードマップを作成し、住民に周知するなどしている。避難困難地域においては津波避難ビルを指定、あるいは津波防災タワーを設置するなど、ソフト・ハード両面から対策を進めている。

個人レベルでは防災・減災に関する知識を収集するとともに、家族などと情報を共有するなど、平常時からの対応が推奨されている。こうした中、個人が取り組める災害対策として防災訓練が重要視されており、中でも避難訓練は発災時の行動を迅速に行うための訓練として各地域にて行われている。避難訓練は日頃から、発災時における避難場所の確認と、避難経路の確認に非常に有効であると考えられる。

近年では情報通信技術を利用した防災訓練が取り込まれており、中でも広がりを見せているのが、シェイクアウト訓練である。シェイクアウト訓練は訓練用アプリをインストールし、インストールされた端末に対して、地域によって指定された日時に一斉に訓練情報を送信され、その情

報を元に発災時の行動を訓練するというものである。北海道では2012年から北海道庁が北海道の地域・組織・住民に対して、一斉訓練に参加するよう啓発活動を行っている。防災の日に合わせて2017年9月に実施されたシェイクアウト訓練では、北海道の登録サイトに185,513人の登録があるなど、訓練の広がりを見せいていた(北海道庁, 2017) [2]。また北海道室蘭市で行われた室蘭シェイクアウトでは、発災時の緊急回避行動だけでなく、その後の避難訓練も合わせて実施した。

このような訓練時のデータを収集し、今後の防災・減災対策に活かす試みも進められている。北海道神恵内町や北海道八雲町などで行われた避難訓練では、冬季に住民の津波避難訓練を実施した。この際に住民がGPSロガーを携帯し、住民の避難行動ログを収集するなど基礎データの収集が行われた。避難訓練から得られた位置情報の分析に関しては、先行研究においても多くの知見が得られている。奥野・橋本(2015)は、釧路市において個人を対象とした疑似津波避難訓練を行った[3]。この訓練時の移動軌跡データを夏季と冬季で比較・分析し、積雪寒冷地における避難行動固有の課題を明らかにした。また個人だけではなく、疑似津波集団避難訓練を実施し、集団での避難行動時における特性と課題を明らかにする試みも進められている。生富ほか(2016)は、先に挙げた室蘭シェイクアウト時の避難訓練にて収集された移動軌跡データを収集し、その近隣住民に対する声掛け等といった行動特性を考慮したマルチエージェントシステムにシミュレーションを行い、大規模災害時の避難者の行動を推定した[4]。

他方で避難行動者が自らの避難行動を振り返り、災害情

<sup>†1</sup> 北海道大学大学院文学研究科・院  
Hokkaido University, Graduate School of Letter.  
<sup>†2</sup> 北海道大学大学院文学研究科

Hokkaido University, Graduate School of Letter.

報と合わせて議論するようなフィードバック学習を目的とした情報共有手法については未だ議論の余地があると考えられる。もちろん先行研究のように、避難訓練で収集したデータの分析から得られた結果を、地域にフィードバックするという事例はあり、また個人で情報を収集し確認するというアプリケーションも存在する(孫ほか, 2017) [5]。しかし訓練後の防災教育等で専門家がデータを参照しながら説明できるようなシステムは未だ少ない。情報通信技術を利用することの利点の一つに、リアルタイムで情報を収集し共有できることが挙げられ、訓練後に行われる防災教育や講演会等で利用できるシステムは、避難訓練者が自身の行動を振り返る上で有用であると考えられる。

そこで本研究は避難訓練時の移動軌跡データをリアルタイムで収集し、災害情報と合わせた可視化を行う疑似避難訓練システムを開発し、疑似避難訓練にて運用しその課題を明らかにし、利活用方法を検討する。

## 2. 研究方法及び研究対象地域

### 2.1 研究方法

本研究の研究方法は以下の通りである。まず、避難訓練参加者の多機能端末にインストールする位置情報収集アプリと、位置情報及び災害情報を格納し可視化する Web アプリケーションからなる避難訓練システムを開発する。次に北海道大学文学部に所属する学生・教員 39 名を対象とし、北海道釧路市における疑似津波集団避難訓練を実施する。訓練実施後、システムを利用し津波疑似避難訓練の結果を参加者にフィードバックし、フィードバック事前事後でアンケートを行う。最後にシステム運用結果及びアンケート調査結果を元にシステム及びフィードバック学習の課題を明らかにし、利活用方法を議論する。

### 2.2 対象地域

本研究の対象地域は北海道釧路市及び北海道厚岸町とする。北海道は沿岸部に多くの自治体を有しており、また函館市や釧路市といった人口密集地も沿岸部に位置しており、津波災害の潜在的なリスクを負っている。地震調査研究本部の最新の予測では、千島海溝沿いにおける 30 年以内にマグニチュード 8.8 以上の超巨大地震発生確率が 7~40%程度となっている。また根室沖におけるマグニチュード 7.8~8.5 程度の地震発生確率は 80%と高い値が示されている[6]。沿岸部において巨大地震が発生した場合、津波が発生する可能性が高い。釧路市や厚岸町が属する北海道道東部沿岸地域は、道内の他地域に比べて潜在的なリスクが高いと言える。

北海道釧路市は人口が 174,742 人、面積が 1,362.9 ㎢である。人口密集地が沿岸部に位置しており、後背には釧路湿原が広がる低地である。北海道が公開する最新の津波浸水

シミュレーションデータでは、後背の釧路湿原まで浸水が広がる想定である。橋本 (2017) は最新の津波浸水データを元に、沿岸市町村における想定域内夜間人口を計算した [7]。その結果、釧路市は域内夜間人口が 12.8 万人と全市町村で最も多いことを明らかにした。これは実に人口の 73.5%が被災するリスクを追うことになる。

北海道厚岸町は 9,778 人、面積が 739.26 ㎢である。厚岸湖と厚岸湾の境界に中心市街が形成された。北海道庁の公開する津波浸水想定では、最大クラスの津波が発生した場合、この中心市街地は完全に浸水すると予想されている。そのため、近年津波災害に対する対策が講じられており、平成 29 年度には厚岸町全域を対象とした津波避難訓練が行われた。

## 3. 疑似避難訓練システム及び利用データ

### 3.1 疑似避難訓練システム

本研究では避難訓練者の避難行動軌跡を収集し可視化することを目的とした、疑似避難訓練システムを開発した。システムは避難訓練参加者が使用する移動軌跡収集アプリと、軌跡を格納し必要に応じて災害情報とともに可視化する Web アプリケーションで構成される。

位置情報収集アプリは奥野ほか (2015) が実施した津波集団避難実験にて開発された端末アプリを改良し、利用した [8]。このアプリは起動と同時に位置情報の収集を開始し、サーバーに送信する機能を有する。今回の実験では位置情報のデータ数を制御するため、常に位置情報を更新しつつ、5 秒毎にサーバーに位置情報を送信する機能を付与した。不特定多数の参加者が利用することを前提に、特にシェアが大きい Android 及び iOS の両方で利用できるマルチプラットフォーム対応のアプリである。位置情報の収集を目的としているため、その他の機能は付与していない。機能が増えるほどアプリの操作が複雑になる可能性があるため、普段から多機能端末のアプリを利用しない不慣れな参加者に配慮した結果である。

サーバーサイドは VPS サーバー上に LAMP 環境 (CentOS、ApacheHTTPServer、MySQL、PHP) で構築された (図 1)。特に MySQL は近年、POINT データや GEOMETRY データなどの空間データに対する操作が拡張されており、距離算出やポリゴンに対する内外判定などの必要な空間演算を SQL で行うことが可能となった。今後のシステム拡張にも十分利用できると思われる。サーバー側 Web アプリケーションは、主に端末アプリから送信された位置情報を受け取る API 群と、収集された位置情報を可視化する機能を有する。可視化機能に関しては塩崎・橋本 (2016) が開発した津波浸水可視化アプリケーションを援用する形で、新規に開発した [9]。WebGIS ライブラリとして利用した Cesium は、時間属性をもったデータを動的に可視化することに優

れている。位置情報についても秒単位で可視化することが可能であり、移動軌跡を高い精度で再現できた。先行研究にて開発された津波の時間発展可視化機能を同時に利用することにより、移動軌跡と津波の時間発展を同時に閲覧することができ、実際に津波が起きた状況を再現した。

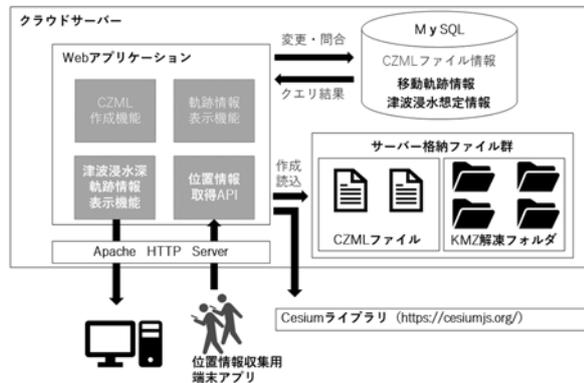


図1 システム構成概要

### 3.2 背景地図及び津波浸水データ

WebGIS で利用する背景地図は、国土交通省国土地理院が提供する地理院地図を利用した。地理院地図は背景基盤となるベースマップはもとより、より詳細に場所を確認できる航空写真や、デジタル標高地形図のような地形情報なども利用することができる。必要に応じて背景を変えることによって、より幅広い表現が可能になる。

津波浸水データは北海道危機対策局危機対策課から提供された最大想定津波浸水シミュレーションデータである。北海道では北海道防災会議地震火山対策部会地震専門委員会に設置されたワーキンググループの指導のもと津波波源モデルを設定し津波シミュレーションを実施し、津波浸水予測図を作成した。

本研究で用いるデータは 2016 年度に作成されたデータのうち「太平洋沿岸の津波被害想定に係る津波遡上データ」である。このデータはシェープ形式で保存されており、50メートルメッシュもしくは100メートルメッシュ毎に属性が付与されている。属性データとしては、位置情報及びID情報に加え、1cm、20cm、30cm、100cm、200cm、最大浸水深に達する時間が秒単位で付与されている。

本システムでは同データを二つの形式に分けて格納した。一つは対象地域の浸水状況を1分毎にラスタ化し、画像データ形式で格納した。もう一つは1メッシュ毎にレコードを作成し、DBに格納した。

これは、それぞれの形式には先行研究で示された課題が存在したためである。画像データで格納した場合、1時間のデータを可視化するのに、60枚の画像を読み込むだけで描画が可能である。そのため、可視化を担うクライアント側ブラウザに対して少ない負荷で描画させることが可能であった。しかし画像データを作成するために、運用者に作

成の負担と、地理情報システムに対する理解が求められる。また浸水データが更新されるたびに、再作成しなければならない。

対して全メッシュデータをレコード化しDBに格納した場合、広域の津波浸水データを一括で管理ができる。そのため、対象地域に関わらずシステムの機能を利用することができる。また、シェープファイル取り込み機能により、データの更新も少ない手間で行える。しかしクライアント側ブラウザで描画する際に、1メッシュ毎にポリゴンを作成し描画するため、クライアント側に高い性能が要求される。厚岸町のような描画範囲が限定されている場合は少ないデータ数で済むが、50メートルメッシュで構成された浸水データが広範囲に広がる釧路市のような低地では、対象データも極端に多くなる。避難訓練や防災教育といった不特定多数の利用者を想定する場合、クライアント側に過度な負荷を与えるような状況は避けるべきであり、状況に応じてこれら二つの形式を使い分けられるようにした。

## 4. 疑似避難訓練及びフィードバック学習

### 4.1 疑似避難訓練概要

疑似避難訓練は2018年6月29日及び同30日に3経路で実施した。参加者は北海道大学文学部で2018年度前期に開講された地域システム科学演習を受講している学部生、院生である。参加者には事前に避難訓練対象地域の地図及び避難経路を周知しており、避難経路に従い、また安全に配慮して歩行するよう指示した(図2)。歩行スピードなどの詳細については、参加者の判断に委ねられた。

釧路市では、寿3丁目付近の住宅地から津波避難ビルに指定されている道営住宅であえーる幸団地へ避難する経路と、入船5丁目付近の沿岸部から高台の釧路市立釧路小学校へ避難する2つの経路を設定した。厚岸町では厚岸大橋付近から、高台に位置する道の駅コンキリエへ避難する経路を設定した。実験場所まではバスで移動し開始地点に降車後、避難訓練を開始した。

端末アプリは事前に参加者の端末にインストールされており、指示があり次第起動する手筈で進めた。1回目は移動中のバスの中でアプリを起動し、全員の位置情報の取得状況を確認した上で実験を開始した。参加者の端末が統一されていないため、位置情報の取得状況確認の必要があった。1回目の結果から、参加者の端末の位置情報測定速度及び精度が予想よりも良い状態であったため、2回目以降は降車後にアプリを起動するよう指示した。

### 4.2 訓練後フィードバック学習

2日目の訓練終了後に釧路市及び厚岸町の災害情報及び防災対策、さらに災害全般に関する内容をまとめた防災教



a.住宅地から津波避難ビルへの避難経路



b.河口付近から高台への避難経路



c.沿岸部から高台への避難経路

図2 参加者に配布した避難経路資料

育の時間を設け、この時間を利用し訓練結果のフィードバックを実施した。システムがリアルタイムで連携しているため、フィードバック説明者は訓練終了と同時に参加者の行動を確認し、フィードバックに際しての実際の津波災害発生を考慮したシナリオや、今回の訓練における避難行動時の留意点をまとめることができた。フィードバックに際

しては、ブラウザ上に可視化された参加者の移動軌跡と津波浸水の時間発展をスクリーンに投影し、実際に映像を見せながら説明を行った(図3)。



a.住宅地から津波避難ビルへの避難経路



b.河口付近から高台への避難経路



c.沿岸部から高台への避難経路

図3 避難訓練結果及び津波親水の時間発展可視化画面

説明の際に留意した点は、訓練結果に対して着目点を明確にすることであった。1 回目の避難訓練ではバスの中で位置情報を収集し始めたため、バスで移動中に地震が発生し、バスでの避難を諦め徒歩での移動を開始するというシナリオで説明を行い、訓練に対して現実味を持たせた。また訓練時に信号で集団が分断され、先頭集団は浸水前に避難ビル到達し、後方集団は目前で浸水エリアと重なった。このことから避難完了時間の違いで被災の有無が変化すること、障害による避難遅れの危険性を指摘した。

2 回目の実験は、高台に上るために急な坂道を利用した

ことから、津波災害時における高所への避難の重要性に焦点を当て説明した。厚岸町で行った3回目の訓練結果は、津波の浸水地点及び浸水の時間発展の特徴を説明し、素早い避難行動の重要性を指摘した。

学習を受けた参加者の反応は良好であり、参加者は映し出された映像に対して強い興味を示した。まず自分たちの移動軌跡から、自分たちの行動を振り返り、また周囲の状況も併せて振り返る傾向が見られた。例えば、集団の先頭を歩いているのは自分だと発言した参加者に対して、他の参加者が実際に感じたその歩行速度の速さを指摘した。また、集団の中で歩いていた参加者は、道が狭く、集団に道をふさがれてしまっていたため追い抜きができなかったことと発言した。以上のように、フィードバック学習に関しては一定の成果が得られたと考えられる。その効果に関しては、アンケート調査結果を基に見ていく。

### 4.3 アンケート調査結果

今回のアンケート調査では、フィードバック学習によって参加者の意識がどのように変化したかを見るため、フィードバック学習直前と学習後の2回に分けて行った。まずフィードバック学習直前のアンケート結果を見ると、「今回の避難訓練では、迅速な避難ができたと思いますか？」という問いに対して、「はい」と「いいえ」がちょうど半数に別れた（図4）。迅速に避難ができたと回答した参加者は、主に移動を阻害する要因がなく、スムーズな行動ができたことを評価した。逆に「いいえ」を選んだ回答者は、訓練に対する危機意識が少なく緊張感がなかったといった意見や、道幅が狭く追い抜きができなかったといった意見を述べた。これらのことから、訓練の成否に関しては、参加者それぞれで基準が異なることが明らかとなった。

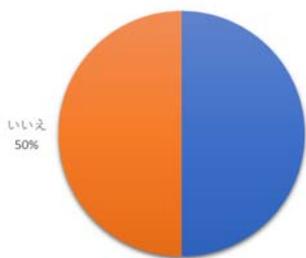


図4 問「今回の避難訓練では、迅速な避難ができたと思いますか？」に対する参加者の事前回答

「避難行動を考える上で最も重要だと思ったことはなんですか？」という選択式の質問に対しては、「避難所位置の確認」と「避難ルートの確認」がそれぞれ40%と、非常に大きな割合を示した（図5）。事前にこの2つの項目が周知されており、迷わず避難行動を取れたという結果から、避難場所位置とルートの重要性を認識したと考えられる。

その他には事前の防災学習やコミュニケーション、避難行動速度が10%以下で続いた。特に、前問の意見では避難速度が成否を考える上で基準とされていたが、特に重要な事項という認識は少ないことが分かった。



図5 「避難行動を考える上で最も重要だと思ったことはなんですか？」に対する参加者の事前回答

次にフィードバック学習後に行ったアンケート調査結果を見ていく。迅速な避難ができたかという質問に対しては、「はい」が29%に対して、「いいえ」が71%と大きく上回った（図6）。学習前に「いいえ」を選んだ参加者が意見を変更することはなく、「はい」を選んだ参加者が意見を変えた。選択を変えた参加者の意見を見ると、例えば「問題なく普通の速度で移動できたから」という肯定的意見を述べた参加者は、「間に合っていなかったの。厚岸でもそういえば少しダラダラ歩いてしまった」という否定的意見に変化した。その他にも、集団での移動がスムーズだったという意見から、集団だったため他人と歩行速度を合わせていた等、歩行速度に関する意識の変化が多く見られた。また津波浸水の時間発展が自分の予測よりも早いという意見も見られた。

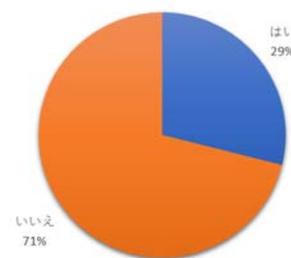


図6 「今回の避難訓練では、迅速な避難ができたと思いますか？」に対する参加者の事後回答

避難行動時の最も重要な事項を問う質問に対しては、「避難所位置の確認」が19%、「避難ルートの確認」が28%と共に割合を減らしており、「避難行動速度」と答えた参加者が39%と大きな増加を示した（図7）。また事前のアンケート結果にはなかった「災害情報収集の手段」と答えた参加者が3%と見られるようになった。災害時には迅速な避

難が求められており、スムーズな移動のための目的地とルートの確認、そして目的地に至るまでの移動速度が重要となってくる。そういった意味では、重要視されていなかった移動速度に関して、見直す機会を与えられたのではないかと評価した。



図6 「避難行動を考える上で最も重要だと思ったことはなんですか?」に対する参加者の事後回答

このように避難行動ログと津波浸水データを利用したフィードバック学習を通して避難訓練を振り返ることにより、訓練参加者は主観的な評価から、歩行速度や津波浸水の時間発展といった客観的なデータに基づく評価を行うことができた。

## 5. おわりに

本研究は避難訓練時の移動軌跡データをリアルタイムで収集し、災害情報と合わせた可視化を行う疑似避難訓練システムを開発し、疑似避難訓練にて運用しその課題を明らかにし、利活用方法を検討した。システムを運用した結果は概ね良好であった。端末アプリによる位置情報収集の精度に対して懸念があったが、端末毎に位置情報測位が安定するまでの時間にタイムラグはあったものの、測位が安定した後は非常に精度の高い位置情報が収集できた。位置情報の補正無しでも、可視化した際に自分の行動と照らし合わせるのに十分な結果が得られた。

端末とサーバーサイドがリアルタイムで連携することにより、訓練終了直後に担当者が結果を確認できる点も評価できた。これにより、訓練後すぐに訓練結果を参加者にフィードバックする上で、ただ結果を見せるだけでなく、訓練時の問題点を見出すことも可能になったと考えられる。過去の位置情報収集及び分析を目的とした実験では、GPS端末や専用アプリを利用していたため、収集から結果を公表するまでに時間がかかった。この時間が長くなればなるほど、参加者が持つ記憶やその時に感じたことが薄らいでいくことも考えられる。そのため、速報として訓練後フィードバックを行うことで参加者に振り返りと自身の行動の評価を行わせ、詳細な分析結果は改めて周知するというような訓練フローも考えられた。

最後に津波浸水の時間発展と合わせて可視化することにより、訓練時に感じられないような災害に対する危機感や警戒意識を改めて知る契機になることが期待できた。通常の避難訓練では、避難場所や避難経路の確認はできたが、津波の時間発展や障害物などの災害情報がないため、自身の行動を評価する指標に乏しかった。シミュレーションデータや設定シナリオに沿った情報を付加することにより、平常時では難しい災害時の状況のイメージができる。

課題としては、レコード単位の津波浸水データの可視化に関して、負荷の低減を行い、広域で利用できる体制を整えることが挙げられる。また、今回の実験では参加者の意識の変化などを捉えることができた。今後はシステムを組み込んだ、総合的な振り返り学習などを考案し、地域や教育現場などで利用できるように、防災教育を考えたい。

**謝辞** 本研究を進めるにあたり、北海道総務部危機対策局危機対策課から太平洋沿岸の津波被害想定に係る津波遡上データを提供していただきました。ここに記して深く感謝いたします。なお、本研究は、文部科学省「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」及び(一財)北海道開発協会研究助成「ICTを援用した津波防災教育システムの開発と実証研究」における成果の一部である。

- [1] 中央防災会議防災対策推進検討会議南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ:南海トラフ巨大地震対策について(最終報告),内閣府防災情報のページ(2013),入手先([http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku\\_wg/pdf/20130528\\_honbun.pdf](http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku_wg/pdf/20130528_honbun.pdf)) (参照 2018-2-1).
- [2] 北海道シェイクアウト2017,北海道庁(2013),入手先(<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sm/ktk/shakeout/2017.htm>) (参照 2018-2-1).
- [3] 奥野祐介,橋本雄一:積雪寒冷地における疑似的津波避難に関する移動軌跡データ分析. GIS-理論と応用, 23(1): 11-20 (2017)
- [4] 生富直孝, 浅田拓海, Chawis Boonmee, 有村幹治: 避難訓練プログラムデータを用いた地域防災教育支援ツールの構築. 土木学会北海道支部論文報告集, 52: 265-270 (2016)
- [5] 孫英英,矢守克也,鈴木進吾,李葉昕,杉山高志,千々和詩織,西野隆博,卜部 兼慎. 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.情報処理学会論文誌, vol. 58, no. 1, pp. 205-214, (2017) .
- [6] 地震調査研究本部: 北海道地方の地震活動の特徴,地震調査研究本部 Web ページ(2018),入手先(<http://www.jishin.go.jp/main/yosokuchizu/hokkaido/hokkaido.htm>) (参照 2018-2-2).
- [7] 橋本雄一(編): 二訂版 QGISの基本と防災活用, 古今書院,183p
- [8] 奥野祐介,塩崎大輔,橋本雄一: GNSSを用いた津波集団避難実験と移動軌跡データ分析. 地理情報システム学会講演論文集, 24: CD-ROM (2015)
- [9] 塩崎大輔,橋本雄一:オープンソースライブラリによる津波浸水に関する時間発展の可視化と利活用.情報処理学会研究報告情報システムと社会環境 (IS), 2017-IS-141(10),1-6 (2017)