

季節変化に対応した GPS 読み取り機能付き  
Web ハザードマップについての研究

東北公益文科大学  
4 年 C1160416 小野寺寛之

Tue Jan 14 14:18:37 2020 on beat

## 概要

ハザードマップのハザード (hazard) とは危険や災害を表す英単語であり、ハザードマップはその災害が発生する可能性がある地帯の地図を表す。その中で地震の規模と震度による予想を地図上に表した地図が「地震ハザードマップ」である。ハザードマップの歴史は古く、アメリカの地震工学者カール・アリン・コーネルが1968年に地震ハザード分析を提唱して以来、地震の震度や規模を統計的に測定することが可能となった。日本で現在のようなハザードマップが作成されるのは1994年からである。当時は紙ベースだったので、保管や配布の方法が問題視されていた。2000年に有珠山が噴火した際にハザードマップを用いた避難を行い、人的被害を減らすことができた。それ以来、より本格的な研究が行われるようになった。2011年からは大手 WebGIS である Google Map が参入し、重要な情報を多く入手することが可能となった。WebGIS とは、Web 上での地理情報の共有と利用を実現させる統合環境のことである。津波のハザードマップと兼ねている地震ハザードマップもある。本研究ではこのハザードマップを作成し、この地図の社会的意義を発見することを目的としている。2011年の東日本大震災以降、日本に住む人々は災害に対する恐れと、防災や減災に関心を持つようになった。ただし、この地図が万能の安全マップで、これを持っているだけで救われるという保証は無い。なので、本研究では季節変化による環境変化に対応したハザードマップを作成し、実験を行った結果とそれに対する考察について説明する。(667文字)

# 目次

第 1 章	序文	5
第 2 章	研究過程	9
第 3 章	ハザードマップ作成の提案	11
第 4 章	Web ハザードマップの構成	15
第 5 章	考察	23
第 6 章	結論	25
第 7 章	作成物紹介	27
	参考文献	29



# 第 1 章

## 序文

本研究に至った理由を解説する。自然災害へのリスクを減らすには、事前に準備をしておくことが重要である。ハザードマップもまた、自然災害へのリスクを事前に察知し、防災意識を高めるだけのアイテムに過ぎない。また、酒田市は夏と冬が厳しく、地震が発生した際のことを考えるには、環境の変化も考慮する必要がある。どう使うかを考えるよりも、ハザードマップを地域の環境にどう適応するかが望まれている。

### 1.1 背景

2011 年に東日本大震災が発生して以来、我が国は 3 度の巨大地震に巻き込まれてきた [1]。東北公益文科大学の位置する山形県庄内地区でも地震やそれによって引き起こされる津波とは無縁ではなく、2019 年 6 月に起きた山形県沖地震のような地震災害も発生している。特に酒田は陸と海の活断層に囲まれているため、巨大地震が発生する可能性が高い [2]。巨大地震は津波や火災などの二次災害を引き起こし、社会の存続に大きな障害を残す性質を持っている。また、地震以外では 2019 年 10 月に発生した台風 19 号において、ハザードマップの使用法と正確さが再び注目されている [3]。東京都と千葉県にはそれぞれ台風のハザードマップが存在しているものの、インターネット上での公表が遅れたため、避難の仕方が分からない、避難場所の位置が分からない、などのトラブルが発生した [4]。これらのトラブルを二度と起こさないようにするにはどのような対策が必要なのかを考える。

### 1.2 目的

従来の Web ハザードマップは自然災害のリスクを予測でき、詳細な情報をインターネットで気軽に入手できるようになった。しかし、自然災害はあらかじめ回避、抑制することもできない。そのため、事前に避難する対策を進めていく必要がある。避難所の情報を増やしたハザードマップを作成するしかないが、避難所には多種多様な人が集まる。高齢者、障がい者、外国人、子供、または傷病者である。特に、高齢者や傷病者は動きが遅く、環境の変化にも弱いため彼らのことも考慮したハザードマップを作成する必要がある。また、ハザードマップだけでは人を救うことは困難である。なぜなら、防災意識を高めるだけでは実際の活動に活かすことができないからである。ハザードマップは、地図を元にどのような救助活動を行うかを示した地図であるため、安全を左右するのは、この地図を元に活動する作業員の技量に求められてくる。また、日本海側は太平洋側と比べて夏と冬の季節変化が激しい土地柄であるため、ハザードマップ通りに避難が進まないのが現状である。東日

本大震災では、夏場は熱中症と水分不足に苦しみ、冬場は低体温症やインフルエンザに苦しむ人が多かった [5]。そのため季節ごとに人が快適に暮らせる環境を持った避難所を季節ごとに表し、切り替える機能をつけた地図が必要と考える。更に、Web ハザードマップを扱うことが困難な人でも扱えるようにする配慮が必要である。自然災害が発生すると行方不明者の数も増える。警察庁の統計によれば行方不明者は 2018 年時点で男女約 9 万人いるとされ、20 代が多いといわれている [6]。

### 1.3 災害地域としての庄内地域

酒田市を含む山形県は宮城県や福島県に比べて地震が少ない。2011 年の東日本大震災では、宮城県が 2 万 5949 人の死者と行方不明者を出す甚大な被害を被ったのに対し、山形県及び庄内地域は宮城県や福島県に比べて大きな影響は受けなかった [7]。しかし、庄内地域で発生した震度 6 強以上の地震は 18 世紀から現在にかけて 5 回発生している。そのため、庄内地域は決して巨大地震や津波と無縁ではないということが分かる [8]。

酒田市は日本海に面しており、日本海東縁変動帯が縦に伸びているので海溝型の地震とは無縁ではないことが分かる [9]。また、真室川町から酒田市東部、鮭川村にかけて庄内東縁断層帯と呼ばれる断層帯が横に伸びているので内陸型地震も発生する。事例として、1780 年にはマグニチュード 6.5 の内陸型地震が発生し、酒田市で土蔵、家が潰れ、死者 2 人という被害が出ている [10]。

### 1.4 国土地理院の地殻変動マップについて

国土地理院では、2005 年 3 月から地殻変動情報を記載したマップを作成、運営しており、本稿執筆時には、2018 年 4 月 24 日のデータが最新とされている\*1。過去の地殻の活動や火山の地磁気が記載されているが、Windows でしか動作しないため、他の OS では地殻変動の動きを観測することは不可能である。

#### 1.4.1 既存の研究の問題点

ハザードマップは東日本大震災以降に大幅な見直しが行われたが、地震ハザード評価\*2による被害の予測結果に依存しすぎて予測の不確実性が考慮できていなかったこと、地質条件や地形に合わせた避難の仕方が未記載だったことが 2016 年に明らかとなった [10]。特に、地震や津波のハザードマップは災害像を予想しにくいいため、発生源や断層\*3、地域防災単位、過去に発生した地震の情報等の表記が必要である。また、行政や非営利団体による促進が上手く行かず、ハザードマップの認知度が極めて低いという問題点もある。

#### 1.4.2 既存のハザードマップの問題点

##### 1. 予想が難しい

\*1 国土地理院 <https://www.gsi.go.jp/kanshi/>

\*2 気象庁が行っている、ある地点に対して影響を及ぼす全部の地震を想定して、その地点が被災した後の被害規模を予測する評価方法。

\*3 地震の予測において、どこで大地震が発生するのか把握する基準となる地層 [5, 11]。

自然災害が相手であるため、規模や被害状況、どこで発生するかを明確に特定しにくく、対策が難しい。そのため、事前の情報を明記することができず、被害が大きくなる。その事例が東日本大震災の事例である [12]。宮城県、福島県含む三陸沖は 400~700 年周期で東日本大震災と同じ規模の地震が発生しているが、数百年という長い年月で発生しているため明記する必要性がないと考えていたので、対策もできていなかった [13]。

## 2. 見落としがある

これは 2016 年に発生した熊本地震での事例である。熊本地震では、西原村と益城町では震度 7 を記録した。しかし行政から出されたハザードマップには西原村と益城町が震央の上にあることが明記されておらず、対策もできないため、被害を被ってしまった [14]。

## 3. 関心が薄い

ハザードマップは防災訓練や、実際に発生した場合以外には使用頻度が少ないので、主に若い年代層の認知度は低いと見られている (図 1.1)。また、実際に地震が発生して無事だった場合、災害規模を自分勝手な判断で分析してしまい、安心してしまう住民もいる [15]。

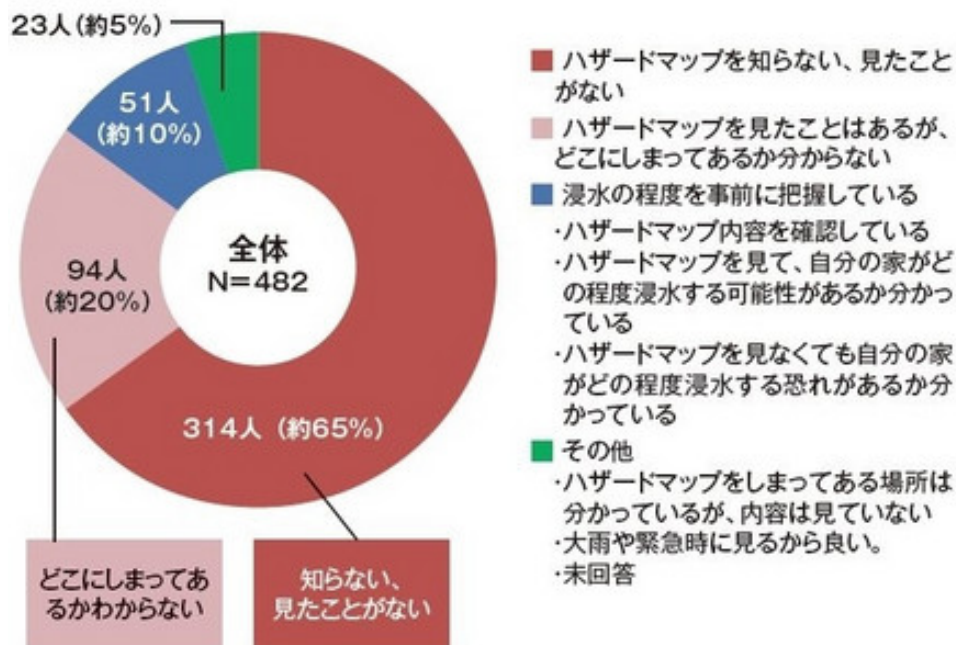


図 1.1 ハザードマップの認知度の統計 出典：中央大学理工学部都市環境学科 河川・水文研究室

### 1.4.3 Web ハザードマップの問題点

今日のスマートフォンの普及により、ハザードマップもデジタル化が進んでいる。しかし、デジタル化にも様々な問題点が潜んでいる。本項では 2 つの代表的な問題点を取り上げる。情報機器と言っても種類が多いため、それらを一つずつ取り上げていくのは難しいので「情報機器」と一括して扱うこととする。

- 扱いにくい

デジタル化した機器は、パソコンやスマートフォンなどの情報機器を所持しており、かつ扱える人でないと使うことは難しい。よって、情報機器に慣れていない人にとって Web ハザードマップを使うことは困難を極めることとなる。また、Web ハザードマップは使用頻度が少ないので慣れていないと難しい点も数多く存在する。

- オフライン時に使いにくい

情報機器はインターネット環境が無いと Web サイトを開くことができない。しかも電化製品であるため、停電や落雷、特にパソコン等は水に触れるなどのトラブルに弱く、簡単に使えなくなる。また、情報機器が壊れていたり、インターネットが繋がらない場合は意味をなさない。さらに、オフライン環境でも事前にダウンロードした地図を見る等でスマートフォンを使用することができるが、残存電力には限りがある。それでも、紙媒体は管理次第ではダウンロードしたデジタル地図よりも長く保つことができ、使いたい時にすぐ出して使えるので日本全国の自治体では現在も紙媒体のハザードマップを推奨している [16]。



## 第2章

# 研究過程

1章の通り、ハザードマップには数多くの問題点があることを理解した。では、どのような打開策が求められるのかをここに表す。本章では、次世代のハザードマップに求められるべきアイデアを示す。

- バリアフリー対応

使用者の身体的な問題の有無なく幅広い層に使用されるように工夫する。インターネットやスマートフォンなどの情報機器を扱うのが難しい人も多いため、紙媒体としてでも扱うことができるように印刷機能を実装する。紙媒体の地図であれば役所に行けば入手することができる。また、インターネット上でも印刷することができる。しかし、役所に行く方法がなかったり、印刷の方法が分からない場合もある。そこで、印刷機能を実装し、なおかつ簡単な表記と、印刷方法が書かれた説明書を利用者の閲覧が容易な場所に貼り付ければ、紙媒体のハザードマップの浸透に繋げることができると思う。しかし、視覚障害者には、ハザードマップを扱うことができないため、音声による解説機能を実装する必要がある。

- 夏や冬の避難情報

山形県は夏と冬の環境の差が激しい地域である [17]。とりわけ酒田市は夏場は 40 度近くの気温、冬場は海岸からの強い風があり、路面も凍結するため危険な場所となる。そこで、冷房や暖房を備えた避難所を切り替えることができる機能が実装されたハザードマップを作成する必要があると考える。



## 第3章

# ハザードマップ作成の提案

第1章で挙げた背景と目的をふまえ、酒田での地震災害によるリスクを軽減することを目的とし、本研究ではハザードマップを作成する。酒田市は江戸時代から地震が観測されており、震源も現代の断層と同じものであるため、江戸時代から現代にかけての地震の記録をアーカイブ上にし、被害の大小を色分けした地図を作成する。幅広い年齢層の人が見やすいように津波や洪水、土砂災害地域、避難所をマーカーで表す。本研究では環境変化に適応した地図を作成するため、国土交通省の地図を用いる [18]。

### 3.1 提案

#### 3.1.1 国土交通省の地図を元にしたハザードマップ構成

国土交通省の地図に基づいて、環境と地形に見合った地図を作成する [19]。国土交通省のハザードマップは過去のデータと科学的な知見をもとに作成されているため、信頼性が高い。

#### 3.1.2 高齢者にも優しい設計

高齢者や視力が弱い人が扱うことを考慮し、文字を大きく表示させる。また、スマートフォンなどの情報機器が扱えない人や、災害時の停電で活用されることも考慮し、印刷機能を実装する。

#### 3.1.3 避難所の場所を特定するのが簡単にできる機能

避難所や危険区域の場所が分からない、住所を理解できてもそれを調べる方法が分からないなどの問題を解決できる機能を実装し、利便性の向上を追求する。

#### 3.1.4 季節ごとに避難所を切り替えることができる機能

酒田市を含む山形県は夏と冬の季節の差が激しく、秋には台風や大雨が降る。このような状況で地震が発生した場合を想定して、避難所を切り替える機能を実装する。

#### 3.1.5 初心者にも簡単に理解できる解説書

ハザードマップの見方を詳細に載せているサービスは存在しない。そこで、ハザードマップの使用方法を載せた解説書を同梱し、Web ページ内では先に解説書を読むことを促進させる。解説書を理解することによって、本研究以外のハザードマップを利用する際にも応用できる内容にする。

## 3.2 先行のサービス

本研究と同じくハザードマップの作成を行っている先行のサービスと本研究の比較を行う。

**酒田市のハザードマップ** 酒田市役所では、洪水や津波のハザードマップの他に、地震の震度の予想分布図を表した「ゆれやすさマップ<sup>\*4</sup>」を作成している [2]。しかし、酒田市の職員の防災意識は 2018 年度行政監査で、「相当低い」と指摘され 4 月 16 日から抜本的な改善を求められた [20]。しかし、作成費用がかさむことと、「浸水想定地域<sup>\*5</sup>」は対象外とされていないため、未記載の地域もあるという弱点もある。

**Google Map** Google 社<sup>\*6</sup>では「防災マップ」「災害情報マップ」を提供している。GPS やポリゴンを用いた震度分けのほか、気象情報を閲覧することが可能である。しかも高速で柔軟性のある Google Map API を地図のソースとして利用しているため、ハザードマップの中では高い技術を誇っているといえる。しかし、2019 年 3 月に「新しい Google Map への移行」として、それまで利用していた株式会社ゼンリンからの情報提供をやめて、独自のソースに切り替えたため、「Google Map が劣化した」、「地図の表示がおかしい」という意見が増えた [21]。

**Yahoo!ハザードマップ** Yahoo!JAPAN<sup>\*7</sup>では、インターネット上でリアルタイムの災害情報を掲示している。江戸時代までの過去の災害情報を記載していたり、レーダーによる雨雲の様子を表示できたりしている。また地震の他に、高潮や火山噴火を含む 8 つの災害のハザードマップを展開している。弱点となるような問題点は見当たらないが、季節による避難所の表示は確認されていない。

**株式会社ゼンリンのハザードマップ** 株式会社ゼンリン<sup>\*8</sup>では、一つのハザードに特化した詳細なハザードマップを作成している。冊子ではなく、1 枚の地図として作成することもできるのも特徴で、避難所や防災メモのほか、土砂災害警戒区域や緊急輸送路の表示もできるという。Yahoo!マップの地図ソースもこの企業のソースであり、かつての Google Map の地図ソースの提供も行っていた。

<sup>\*4</sup> <https://www.city.sakata.lg.jp/jyutaku/jyutaku/taishin/taishinkaisyukeikaku.files/yureyasusa-map-sakata-A3print.pdf>

<sup>\*5</sup> あらかじめダメージを被るであろう地域

<sup>\*6</sup> Google crisis Map <https://google.org/crisismap/japan>

<sup>\*7</sup> 大雨警戒レベルマップ <https://weather.yahoo.co.jp/weather/levelmap/?dosha=on>

<sup>\*8</sup> 株式会社ゼンリン <https://www.zenrin.co.jp/product/category/planningmap/hazardmap/index.html>

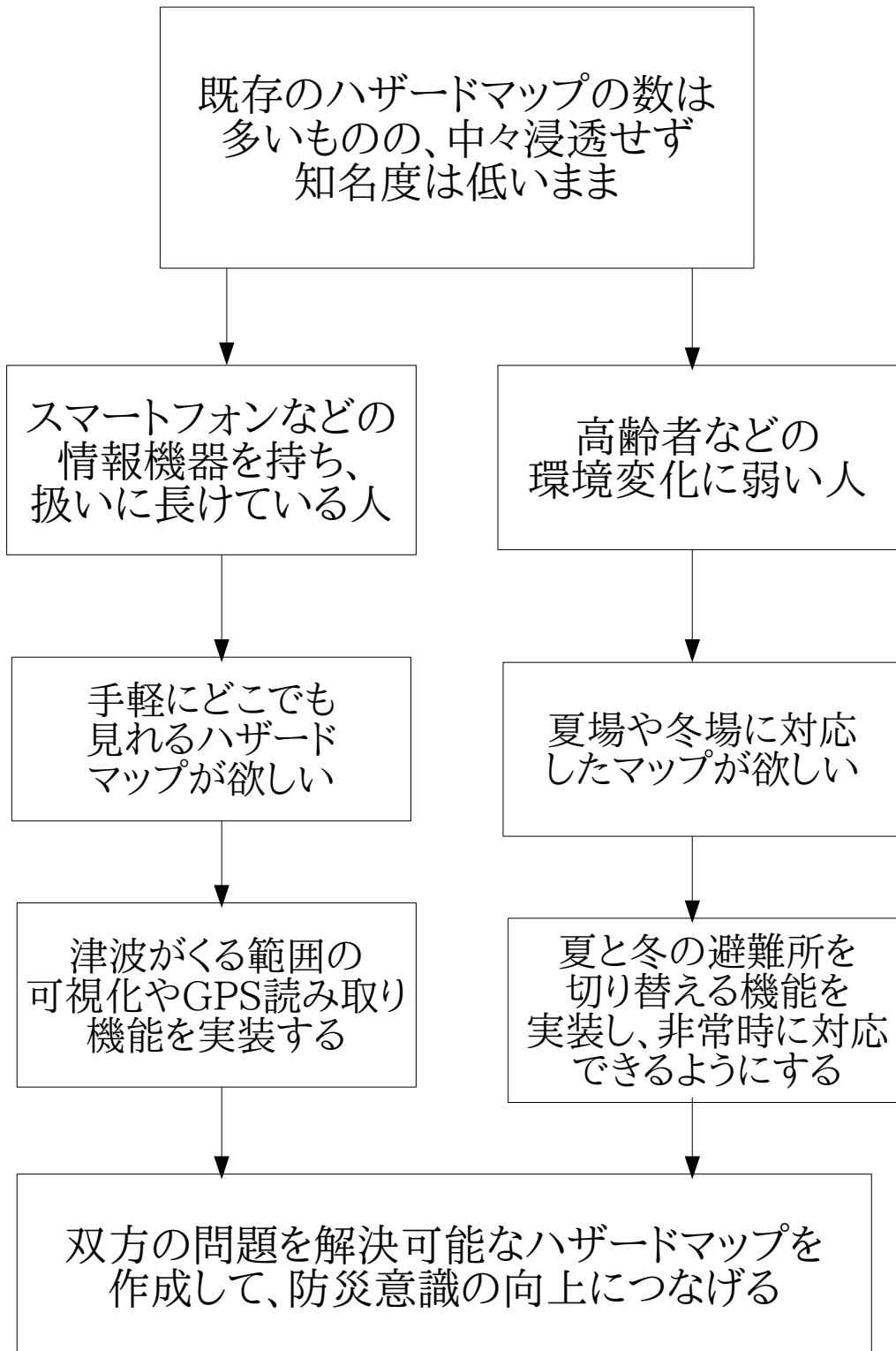


図 3.1 本研究の提案の概略図



## 第 4 章

# Web ハザードマップの構成

前章の提案をふまえ、ハザードマップ作成に用いる主な機能を紹介していく。本研究で作成したハザードマップは JavaScript で構成されている。

### 4.1 ハザードマップの作成

ハザードマップ作成に使用した基礎について紹介する。

- JavaScript

ソフトウェア上で動的な表現を行うためのプログラミング言語である。2010 年以降からはライブラリが拡張され、Web 開発のすべての領域で扱われるようになった。本研究では、Leaflet や JQuery の母体としてハザードマップの移動やマーカーの切り替えを行う役目を担っている。

- HTML5

HTML は 1989 年に Tim Berners-Lee によって提唱された Web ページの作成するための言語のことで、HyperText Markup Language の略称である。HTML5 はスマートフォンの普及とともに、スマートフォンの対応が容易になったものであり、これによって音声や動画を埋め込むことが可能となった。また、SGML(Standard Generalized Markup Language) 文書<sup>\*9</sup>を用いた SGML 宣言を行う必要もなくなった。

- CSS3

Cascading Style Sheets の略称で、1994 年に CERN の Hkon Wium Lie によって提唱された HTML と組み合わせて使用する W3C<sup>\*10</sup>による Web 上の文書構造を保つ仕様である。Cascading Style Sheets の Cascading には「滝のように流れる」という意味があり、CSS の構造は上から定義されたスタイルが、下部に引き継がれて適用される仕組みになっている。本研究では、ハザードマップを表示するための「leaflet.css」として使用されている。

---

<sup>\*9</sup> 電子出版物や大量の文書を処理するために、ISO によって定義されたマークアップ言語のこと。マークアップ言語とは、文章をタグと呼ばれる文字列で囲うことで、ハイパーリンク、文字の大きさや色などの修飾情報を文章内に記述するための言語である。

<sup>\*10</sup> World Wide Web による各種技術の標準化を推奨するために設立された非営利団体。

### 4.1.1 地図ライブラリと jQuery

ハザードマップの作成には以下のライブラリを用いた。ライブラリとは汎用性の高い複数のプログラムの断片の集合体である。また、本研究のシステムには地図の表示に地図をライブラリを扱っているため、地図ライブラリの解説と、その一種である Leaflet の解説、Leaflet を扱う理由についても解説する。

### 4.1.2 Leaflet 以外の地図ライブラリ

ライブラリの構成は JavaScript で構成されており、地図ライブラリもその一種である。このライブラリは地図を表示するためのライブラリであり、3つの種類に分けられる。本研究で扱う Leaflet の紹介に入る前に、他の地図ライブラリについて解説する。

- OpenLayers

株式会社エヌ・シーエムが提供している Leaflet と同じく地図を作成する JavaScript ライブラリ的一种で、難易度は Leaflet よりも高いとされている。また GIS の知識が多少必要になってくるといっても大きく異なる点である。Leaflet に比べ、OpenLayers はファイルのサイズが大きく、HTML5 や CSS3 を利用することができない。

- Google Maps API

Google 社が提供している JavaScript ライブラリ的一种で<sup>\*11</sup>、Google Map の地図タイルやデータを用いてマップ作成ができる。ただし上の二つとは違い従量課金制であり、無料枠を超えると使用分に応じて料金がかかる。Google Maps API は Leaflet よりも高速で柔軟性があるが、Google サービスの範囲外で使うことができない。また、民間企業の地図であるため、有料であることに加え、勝手に使用すると著作権侵害になる可能性もある。

### 4.1.3 本研究で扱っている地図ライブラリ

- Leaflet

JavaScript のライブラリ的一种であり、Web 上にタイルベースの地図データを表示することができる。また、このライブラリを研究に選んだ理由としては、OpenLayers に比べサイズが軽く、幅広い編集ができることが挙げられる。

- jQuery

JavaScript ライブラリ的一种で、Web 上で動的な要素を加えるのに用いられる。企業の Web ページ上で動的な効果が入っているページに多く使われている。本研究では、マーカーの切り替えに使用した。

## 4.2 国土交通省の地図データ

本研究での津波到達範囲と避難所の表示方法について解説する。

---

<sup>\*11</sup> <https://cloud.google.com/maps-platform/?hl=ja>



- マーカー

目印、標識として利用するための Leaflet のオブジェクトであり、L.marker オブジェクトを用いて表示することができる。本研究では避難所を示している。このマーカーの画像は favicon という Leaflet の機能を使っており、色を変えることができる。

- ポリゴン

津波や最上川の洪水がどの周域まで及ぶかを表示するのに用いている。ここではポリゴンが使われており、ポリゴンは、Leaflet 上に多角形を描画するオブジェクトの一種である。描画には各地点の緯度経度を配列として指定する。L.polygon オブジェクトを用いて生成したコードを表示するには、追加する必要がある。本研究では津波到達範囲の可視化に使用されている。本研究のマーカー及びポリゴンには国土交通省のハザードマップデータを用いている。国土交通省の地図を用いるメリットは2つある。1つ目は毎年最新の情報を地図内に載せられるため正確性が高いハザードマップを作ることができるということである。また、2つ目は行政の地図であるため、引用元を記載しておけば無償で引用することができるということが挙げられる。

- Leaflet-omnivore

Leaflet-omnivore<sup>\*12</sup>を用いて外部の地図データを自分の地図データとして用いる。外部のデータは Shapefile とよばれる状態でダウンロードされることが多いため、KML ファイルに直す。これは Leaflet-omnivore が KML ファイルを読み込むことができるという性質による。

### 4.3 位置情報読み込み機能

位置情報とは、携帯端末等で利用者が所在する現在地を取得し、状況に応じた情報を提供してくれるソフトウェアサービスの一種である。Web 地図サービスやゲームなどに応用されているが、位置情報を読まれ、追跡される危険性もある [22]。本研究のハザードマップには情報端末機器使用者の位置情報が分かる位置情報サービスが備わっており、図 3.3 では「現在地」と表示しているマーカーが現在地を表している。なお、この位置情報を読み取る機能は本研究の要といえる機能であるため、順を追って説明することとする。

```
{ function onLocationFound(e) {
    L.marker(e.latlng).add>
}

function onLocationError(e) {
    alert("現在地を取得できませんでした。" + e.message);
}

map.on('locationfound', onLocationFound);
map.on('locationerror', onLocationError);
```

---

\*12 Leaflet と組み合わせることを前提に作られた JavaScript ライブラリで、外部の JavaScript オブジェクトを読み込むことに用いられている。



図 4.1 GPS で現在地を示している使用例

```
map.locate({setView: true, maxZoom: 16, timeout: 20000});
```

このように GPS が表示される仕組みは、HTML5 の「Geolocation API」を用いているからである。Geolocation API が GPS から位置情報を読み込む仕組みについては次項で解説する。

### 4.3.1 Geolocation API

GPS(Global Positioning System) とは米軍が運用している衛星測位システムの略称である。Geolocation API は「Web の規格団体である W3C が使用をすすめる規格であり、JavaScript で位置情報を取得することが出来る仕組み」である。Geolocation API を扱うには、「navigator.geolocation<sup>\*13</sup>」オブジェクトを使用する。

### 4.3.2 位置情報を読み込む過程

GPS を読み込む方法には 2 種類あり、携帯電話の基地から送られる衛星軌道データと GPS の時刻信号を複合させて位置を特定するものと、衛星から送られてきた軌道データと GPS の時刻信号を用いるものがある。このハザードマップで取得できているのは前者であり、多少の時間のズレはあるが、位置を取得することができる [23]。

## 4.4 印刷機能

計算機で扱う際に情報を簡単に印刷できるように、JavaScript で書き込んで作成した印刷機能を実装した。スクレイピングで Web ページの全体を印刷の範囲とすることで、ページ全体の印刷を可能にする。Web スクレイピングとは、Web ページのデータを取得する行為である。

<sup>\*13</sup> Web がデバイスの位置情報を読み込む際に必要なプロパティ。このオブジェクトが存在しない場合は Geolocation API に対応していないということになる。

#### 4.4.1 緯度経度表示機能

避難所や危険区域の位置がどこであるかを調べるために実装している。位置座標の表示には latlng クラスを用いている。lat は緯度, lng は経度を表している。

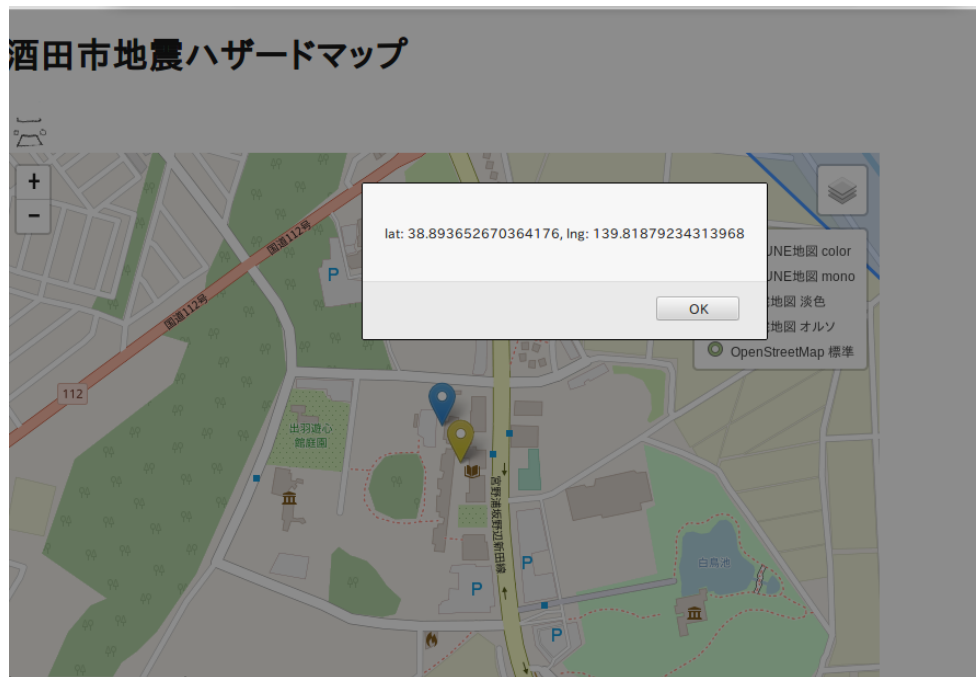


図 4.2 latlng を用いた座標を示す機能を用いた例。

#### 4.4.2 津波到達予想範囲の可視化

津波到達範囲を可視化にはポリゴンを用いる。可視化を行うにおいて、酒田市のハザードマップと国土交通省のハザードマップのデータを用いる。抽出されたデータは uMap<sup>\*14</sup>を通して OpenStreetMap のデータに変換して表示している。

#### 4.4.3 避難所の位置の可視化

酒田市内にある、地震あるいは地震によって引き起こされる二次災害からの避難を目的とした場所や施設をマーカーで表している。マーカーは leaflet ライブラリで、L.marker オブジェクトによって表示されている。jQuery と L.Icon.Default.ImagePath を組み合わせることでマーカーを切り替えることができる。本研究では夏と冬の避難所マーカーを切り替えるシステムに用いられている。

<sup>\*14</sup> WTFPL でライセンスを受けたレイヤー付きマップを埋め込むためのオープンソースソフトウェアのこと。WTFPL とは二次使用や改変、再頒布について無制限に使用してよいという許諾を得たオープンソースライセンスのことである。

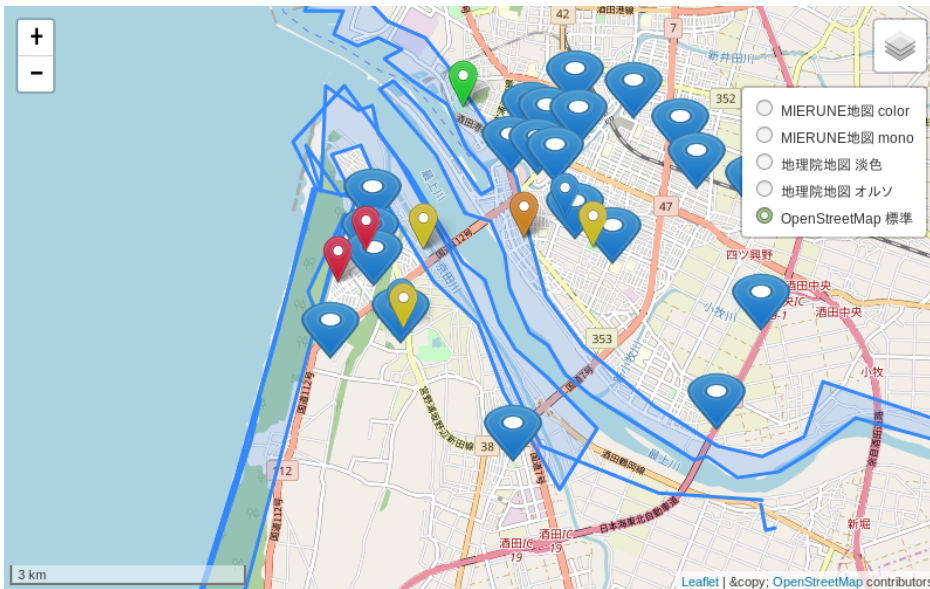


図 4.3 leaflet 機能の一つ, pollygon を用いて色分けをした例

#### 4.4.4 マーカー画像

マーカーの画像は favicon.ico を用いる。Web ページはサイトのディレクトリからこの favicon.ico を探し、アイコンとして認識する仕組みとなっている。拡張子の変換には PNG や JPG などの画像を変換して作成するが、本システムには Leaflet のプラグインから拝借した favicon.ico を用いている [24]。

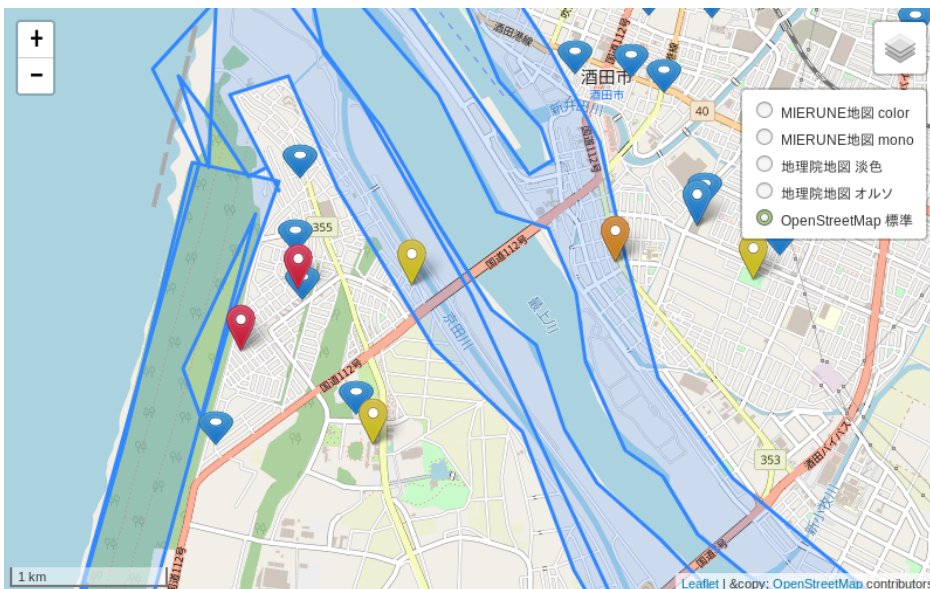


図 4.4 マーカーで避難所を表している。色によって避難所の危険度が表される。

## 4.5 スマートフォンへの対応

日本国内のスマートフォンの普及率は2019年2月時点で85%とされている。そのため、スマートフォン向けの画面に設定する。画面設定にはviewportを用いる。viewportとは画面の表示領域を指し、計算機のデスクトップ画面もこれに相当する。スマートフォンは幅が小さいので、幅に合わせると文字が小さくなるが、計算機での表示と同じ見栄えを保つことが可能となる [25]。

### 4.5.1 文字の大きさ

情報機器を扱うことが難しいユーザーでも扱えることを考慮し、文字の大きさを大きめに設定する。ユーザーが見やすいように、CSSを用いて文字の大きさを増やした。また、特に重要な箇所は文字の色を変えることとした [26]。



## 第5章

# 考察

ハザードマップは避難活動を助けるツールであるため、使用者の視点にならないと評価がやりづらい。そこで、10人を被験者として、作成したハザードマップを評価してもらう。スマートフォンの使用が分からない人には、計算機を用いて実験を行った。

### 5.1 実験方法

実際に地震が発生したことを想定して実験を行う。想定した地震は「震央が山形県沖北緯 38.6 度，東経 139.5 度，最大震度 7，震源の深さは 14km，津波の高さおよそ 2m」とする。被験者には実際に本研究のシステムの URL を入力，あるいは QR コードを読み取ってもらい，5 分ほど使用させ，評価と意見を言ってもらおうという方法を取った。

### 5.2 評価

これらの意見を元にグラフを作成したので，このグラフを使って本研究のよい点と足りない点を説明する（図 6.1）。また，この実験で得られた評価は以下に示すこととする。

#### 5.2.1 評価

- 1 津波到達範囲が表示されており，避難所を見分けることができる
- 2 津波や土砂災害が発生する可能性のある避難所を見分けられる
- 3 動きが快適で使いやすい

#### 5.2.2 意見

- 1 マーカーがどこにあるのかが分からない
- 2 文字が小さくて閲覧が難しい
- 3 わかりやすい解説書がほしい
- 4 スマートフォン対応ができていない

評価で一番多かったのが「津波到達範囲の表示がされており，避難所を見分けることができる」だった。意見では，「マーカーがどこにあるのかがわからない」が多かった。

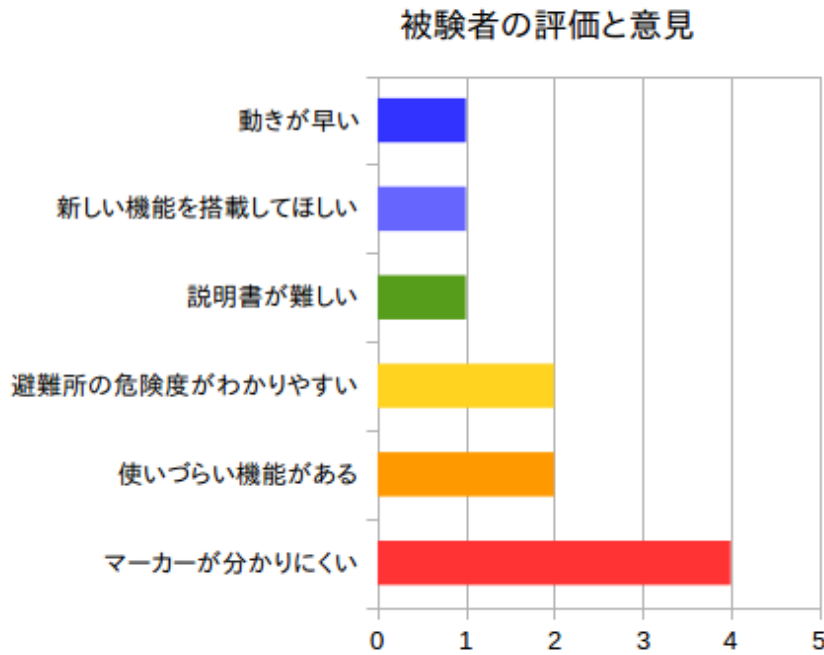


図 5.1 被験者の感想を棒グラフとして表す

### 5.3 まとめ

本研究の実験において、被験者は「地図の表示がわかりにくい」と意見を出していた。そこでこれらの意見をまとめ、「ハザードマップは防災上必要とメディアが話していても、一般人は実際にどう使用すればいいのか分からない」という仮説を立てた。解説書を読んでも、見る側が理解できるように避難所の危険度を色で表しても、ハザードマップの使い方が分からなければ意味がない。そこで、解説書を簡易に表すため、Web ページ内の文字を大きくして、日本国内で所持数の多い iPhone11 の画面に対応するように整えた [27]。工夫した点は、一番下にあった解説書を上へ引き上げて、ユーザーを解説書に誘導しやすくした点である。本システムには detail オブジェクトを用いているが、detail オブジェクトはイベントのタイプによって、付加的なイベントについての数値情報を返すことができる。これを用いることで、本システムの使用方法を把握することができる。



## 第 6 章

# 結論

### 6.1 結論

本論では、巨大地震に対する庄内地域の現状とハザードマップの問題点を正確に受け止め、バリアフリーで、庄内の季節変化に合わせたサービスを提供するために、季節変化に対応した GPS 読み取り機能付き Web ハザードマップを作成した。本システムには、ハザードマップ特有のマーカー切り替えと位置情報読み取り機能を最大限に発揮して、スムーズで安全な避難を促す余地が十分にある。そのためには、まず、既存の紙媒体や Web 上のハザードマップの情報を鵜呑みにせず、しっかりとその地域に見合った環境、地形、歴史、地質を理解し、地震大国日本でどのように生活していくのかを考えることが重要である。本システムがハザードマップとしての利用価値を認められた際には、このような視点から取り組み、信頼性と安全性を向上させるために貢献する所存である。

### 6.2 今後の展望

本研究では範囲を酒田市のみと定めてハザードマップを作成したが、山形県全域を含めたハザードマップを作成していきたいと考えている。特に内陸では火災や土砂災害が二次災害として発生する傾向にあるのでこれらを考慮したマップを作成することを考えている。また、今回使用した位置情報読み取り機能は自然災害だけでなく、行方不明者を検索する際に、スマートフォン等に埋め込むことによって行方不明者を軽減することができると考えられる。行方不明者の中にも、スマートフォンを所持している可能性があるため、彼らの検索にも活かされるだろうと考えられる。



## 第 7 章

# 作成物紹介

ハザードマップは使われないと意味がない。そこで GitHub\*<sup>15</sup>に本研究のシステムを登録し、公開することとした。下の URL を各情報端末の URL 欄に入力すれば地図が表示される。ページを開いてすぐ位置情報を読み込むか否かを問われるので、「はい」を入力すれば位置情報の読み込みが可能となる。

### 7.1 本研究の URL と QR コード



図 7.1 図 6:Web ハザードマップの QR コード

<https://koeki-soturon.github.io/hazard-map/map.html>

---

\*<sup>15</sup> Git を利用したバージョン管理の Web サービスのこと。バージョン管理とはプロジェクトの中で作成された作成物の更新・変更履歴をすべて記録する管理方法のことである。



## 参考文献

- [1] C.Allin Cornel(1999)“Dissaggregation of Seismic Hazard”, Bulletin of the Seismological Society of America.89(2):pp.1-20, <http://sismologia.ist.utl.pt/sismologia.daemon/files/BazurroandCornellDisaggregationofSeismicHazard.pdf>(参照 2019-11-30).
- [2] 地震調査研究推進本部 (2019)「山形県の地震活動の特徴」,地震本部, <https://www.jishin.go.jp/regional-seismicity/rs-tohoku/p06-yamagata>(参照 2019-11-01).
- [3] Moritz Neun(2006)“Permanent Reference Document SE.23: Location Based Services”, pp.1-28, <http://www.gsmworld.com/documents/se23.pdf>(参照 2019-12-01).
- [4] 鶴岡市役所防災安全課 (2019)「第三節 既往地震及び津波とその被害」,鶴岡市役所,pp.1-8, <https://www.city.tsuruoka.lg.jp/anzen/bousaikeikaku/sinsai-tsunami.files/201908240103.pdf>(参照 2019-12-01).
- [5] 阪本真由美 (2015)「避難所の確保と質の向上に関する検討会 東日本大震災における避難所の状況」,名古屋大学減災連携研究センター, pp.1-16, <http://www.bousai.go.jp/kaigirep/kentokai/hinanzuyokakuho/02/pdf/siryoo2.pdf>.
- [6] 警察庁生活安全局生活安全企画課 (2019)「平成 30 年における行方不明者の状況」,警察庁,pp.1-7 <https://www.npa.go.jp/safetylife/seianki/fumei/H30yukuehumeisha.pdf>.
- [7] 地震調査研究本部 (2019)「宮城県の地震活動の特徴」,地震本部, [https://www.jishin.go.jp/regional\\_seismicity/rs\\_tohoku/p04\\_miyagi/](https://www.jishin.go.jp/regional_seismicity/rs_tohoku/p04_miyagi/).
- [8] 地震調査研究本部 (2019)「庄内平野東縁断層帯」,地震本部, [https://www.jishin.go.jp/regional\\_seismicity/rs\\_katsudanso/f019\\_shonai/](https://www.jishin.go.jp/regional_seismicity/rs_katsudanso/f019_shonai/).
- [9] 酒田市役所総務部 (2016)「酒田市建築物耐震改修促進計画」,酒田市役所,pp.11, <https://www.city.sakata.lg.jp/jyutaku/jyutaku/taishin/taishinkaisyukeikaku.files/taishinkaisyu-sokushin-keikaku-sakata.pdf>.
- [10] 田鍋 敏也 (2013)「2000年有珠山噴火における火山防災マップの活用実践例」,防災科学技術研究所研究資料.380号:pp.1-4, <http://vivaweb2.bosai.go.jp/v-hazard/pdf/13.pdf>.
- [11] 片山 なつ (2018)「伝わるデザイン:研究発表のユニバーサルデザイン」<https://tsutawarudesign.com/miyasuku5.html>(参照 2019-09-04).
- [12] 岡田 義光 (2011)『日本の地震地図:東日本大震災後版』,p.10-11,東京書籍.
- [13] 小口 千明・八反 地剛・久保 純子・熊木 洋太 (2016)「近年の災害が提起したハザードマップの課題」,公益社団法人日本地理学会,(最終閲覧日:2019-09-10) <https://www.jstage.jst.go.jp/article/ejgeo/11/1/11-325/-pdf/-char/ja>.
- [14] 片田 敏孝 (2005)「洪水ハザードマップの公表効果とその問題点ー日本を事例にー」,韓国土木

- 学会研究発表会概要集,pp.1-2 <http://www.katada-lab.jp/doc/n099.pdf>.
- [15] 鈴木 康弘 (2018)「科学研究費助成事業 研究成果報告書」, 名古屋大学,pp.3, <https://kaken.nii.ac.jp/ja/file/KAKENHI-PROJECT-15H02959/15H02959seika.pdf>.
- [16] 佃 為成 (2007)『地震予知の最新科学』,p.74-91, SoftBank Creative.
- [17] 佃 為成 (2007)『地震予知の最新科学』,p.108-124, SoftBank Creative.
- [18] 国土交通省水害ハザードマップ検討委員会 (2016),「水害ハザードマップの手引き」, 国土交通省, <https://www.mlit.go.jp/river/basic-info/jigyo-keikaku/saigai/tisiki/hazardmap/suigai-hazardmap-tebiki-201604.pdf>.
- [19] 気象庁 (2015)「山形県の気象特性」, 山形地方気象台,[https://www.jma-net.go.jp/yamagata/kishou\\_tokusei/kishoutokusei\\_top.html](https://www.jma-net.go.jp/yamagata/kishou_tokusei/kishoutokusei_top.html)(参照 2020-1-10).
- [20] Geospatial Information Authority of Japan(2019), 国土地理院, 国土交通省,<https://www.gsi.go.jp/syoukai.html>(参照 2019-12-31).
- [21] 河北新報 (2019)「酒田市職員の防災意識「相当低い」 市監査委が抜本改善求める」, 河北新報オンラインニュース,2019-04-17, <https://www.kahoku.co.jp/tohokunews/201904/2019041751014.html>(参照 2019-12-04).
- [22] 小口 貴宏 (2019)「日本の Google マップが近日刷新 徒歩ナビゲーションなどが進化」,engadget 日本版,<https://japanese.engadget.com/2019/03/06/google/>.
- [23] River Bureau Ministry of Land・Infrastructure and Transport and Tourism(2010)「わがまちハザードマップ」, 国土交通省, <https://disaportal.gsi.go.jp/hazardmap/bousaimap/index.html?code=1>(参照 2019-12-11).
- [24] kitanone(2018)“Leaflet 入門 4 | 地図にマーカーを表示する” <https://kita-note.com/leaflet-tutorial-4>
- [25] 高津戸 壮・外村 奈津子 (2012)“実践!スマホサイトの viewport 設定”, CodeGrid, <https://app.codegrid.net/entry/whats-viewport> 参照 2020-1-13).
- [26] Chris Lilley(2018)“CSS Fonts 3 is a W3C Recommendation”,W3C, <https://www.w3.org/blog/2018/09/css-fonts-3-is-a-w3c-recommendation/>(参照 2019-12-26).
- [27] Refsnes Data(1998)“UiEvent detail Property”,w3cschools.com, [https://www.w3schools.com/jsref/event\\_detail.asp](https://www.w3schools.com/jsref/event_detail.asp)(参照 2019-1-14).