

逃げシルベ：逃げ地図制作Webシステムの開発

NIGESHIRUBE: DEVELOPMENT OF NIGECHIZU CREATION WEB SYSTEM

谷岡 遼太¹・吉野 孝²・江種 伸之²
Ryota TANIOKA, Takashi YOSHINO and Nobuyuki EGUSA

¹システム工学研究科, ²システム工学部教授

災害対策に地理空間情報の利活用は欠かせない。非常時に需要が高まるWeb地理情報は、公的機関や企業などが提供手段の検討を続けている。一方で、防災教育という指針においては、「逃げ地図」制作などの地域密接型イベントによる周知が行われている。逃げ地図制作イベントにおいて、参加者間の語り合いの中で得られた現場知が多数で共有されることで、ノウハウの循環や行政の施行を含む多くの応用可能性が考えられる。そのためには、これらの情報を永続的に記録し、多くの人々が閲覧できる環境が用いられることが望ましい。そこで本研究では、デジタル上の逃げ地図作成を目的としたWebシステム「逃げシルベ」の開発を行った。

キーワード：避難, 地図制作, 防災マップ, 逃げ地図, Web

1. はじめに

災害対策に地理空間情報の利活用は欠かせない。国土地理院は、2016年の熊本地震発生の翌日から、自身が運用するWeb地図システム¹⁾上に被害状況を示す空中写真を公開した。こうした事例は、Webを通じた広範囲で迅速な地理情報の提供が有用であることを示すとともに、非常時に急拡大する地理データの需要を示唆している。これらのデータを扱う情報システム技術の運用方法および提供手段について、公的機関や企業などが模索を続けている。その一方で、地域住民への周知や防災教育という指針においては、ワークショップなどの地域密接型イベントの存在が大きい。日建設計有志が考案した「逃げ地図」プロジェクト²⁾でも、埼玉県秩父市や岩手県陸前高田市などの災害リスクが懸念される地域を中心に、地域住民が参加する防災マップ制作イベントの企画に努めている^{3,4)}。

「時間避難距離地図」を正式名称とする「逃げ地図」²⁾の制作イベントでは、参加者らが色ペンなどを用いて地図上の道路を塗り分けることで、地域住民が避難までに要する時間をわかりやすく可視化する。具体的には、高齢者がゆっくり歩く程度の歩行速度を分速43mに設定し、3分間の歩行距離(129m)ごとに道路の塗り分ける色を変更する。逃げ地図制作の現場では、汎用的な地理実用データの創出よりも、実践過程で形成される参加者間のリスク・コミュニケーションを重要視している。し

かし、紙地図による制作手法では、以下のような課題が考えられる。

- ・多様な状況の可視化に大きな物的コストがかかる点
- ・情報の信頼性や統一性が確保されない点
- ・局所的な防災ノウハウが地域全体に共有しにくい点

「逃げ」視点から具体的な構想を巡らせる逃げ地図制作は、地域住民に潜在する防災志向な情報を効率よく引き出せる可能性がある。参加者らの語り合いの中で得られた現場知は、地域住民以外の人々を含む多数間で共有されることで、ノウハウの循環や行政の施行を含む多くの応用可能性が考えられる。そのためには、これらの情報を永続的に記録し、多くの人々が閲覧できる環境が用いられることが望ましい。

そこで我々は、デジタル上の逃げ地図作成を目的としたWebシステム「逃げシルベ」を開発した。逃げシルベは、Webを利用できる誰もが、遠隔で情報の提供やデータの整備に努めることで、デジタル上の新しい逃げ地図制作の在り方を検討するためのシステムである。

本稿では、開発システムの設計方針を定めるために行った事前調査について述べる。次に、避難時間を可視化する逃げ地図制作Webシステム・逃げシルベについて述べる。その後、アナログ手法とデジタル手法の双方の制作実験と、実験結果の考察から行ったシステムの改善について述べる。最後に、デジタル上の逃げ地図に期待される設計要件についてまとめる。

2. 関連研究

総務省消防庁の定める「市町村における津波避難計画策定指針」⁹⁾では、地域住民の「主体的な行動を取る姿勢を醸成する防災教育」が推奨されており、逃げ地図はその一連のプロセスの中に位置づけられる²⁾。山本らは、逃げ地図作成の手順と方法について以下の項目にまとめている²⁾。

- (1) 逃げ地図の作成範囲の検討
- (2) 避難目標地点の設定
- (3) 避難障害地点の設定
- (4) 避難時間の色分けと避難方向の表示
- (5) 作成した逃げ地図をもとに津波避難対策の検討

逃げ地図ワークショップでは、制作した逃げ地図をもとに意見交換を行い、地域が抱える潜在的なリスクや脆弱性を認識させることで、参加者らに津波避難対策の主体的検討を試みる。こうした活用事例のほか、地図上に警戒区域を示した土砂災害対策に対する考慮³⁾や、地図デザインを工夫したアート作品への応用⁴⁾が考案されるなど、防災分野における逃げ地図の用途は幅広い。本研究では、アクティブラーニングの促進を源流とする本来の逃げ地図の観点を尊重しつつ、不特定多数のPC利用者を対象とした個人の逃げ地図制作について分析する。

逃げ地図のデジタル化の動向については、建築用の歩行者シミュレーションソフト「SimTread 2」⁶⁾への応用例がある。このような逃げ地図のシミュレーション機能は、施策費用の検討を主目的とする場合が多いことから、行政や建築の分野の中で有益とされる側面が強い。商業的な実用例では、ホンダがスマートフォン向けインターネット関連アプリケーションに逃げ地図表示機能を搭載した⁷⁾。同じWebシステムとしては、地図上に避難場所を配置することで逃げ地図を描画する「逃げ地図2.0」⁸⁾の開発事例がある。これらの事例は、いずれも限定地域に対する用途に特化しており、開発者または地域住民にとって、広域活用に必要なコスト量が大きい。近年、全国的な取り組みによって地理データが整備されつつある中、本研究では各自治体が提供するオープンリソースを用いることで、広範囲にわたる汎用的な逃げ地図制作環境の開発を目指す。

山田らは、津波避難計画における避難時間を地図上に可視化し、関連施設の配置計画を検討した⁹⁾。この研究では、避難時間と人口を用いた定量的な評価から、避難施設の数理的な最適配置パターンを示した。同氏らが記す課題には、現実的な配置問題や、年齢別歩行速度、避難行動の加味など、現場知とその多様性に関する議論余地が含まれている。本研究とは、避難時間の可視化において、地理データを用いた情報技術による工夫を導入する点で一致する。本研究では、デジタル上における逃げ地図制作の実現という観点から、地域住民やその他の利



(i) 地図の準備負担



(ii) 参考情報の準備負担



(iii) 信頼性の欠如



(iv) 会場限りの現場知

図-1 逃げ地図のアナログ制作における課題

用者が提供する多様な情報を共有できる環境について模索する。

本研究が目標とする、地理空間情報や現場知の共有という観点では、防災科学技術研究所のWebマッピングシステム「eコミマップ」¹⁰⁾が先行研究に挙げられる。eコミマップは、地域住民自らの地図作成と、グループ内外との情報共有を目標としたオープンソースプロジェクトである。この研究では総合的な防災関連情報を扱うが、逃げ地図制作を主軸とする本研究とはアプローチが異なる。

3. 逃げ地図制作に関する事前調査

(1) 事前調査の概要

デジタル上で逃げ地図制作を再現するためには、実際の紙地図を用いた逃げ地図制作を知る必要があった。そこで我々は、逃げ地図制作に関する説明会に参加し、アナログ制作における現状の課題を調査することで、デジタル制作システムにおける開発要件を検討した。本説明会は、2015年7月24日に和歌山市内で実施された。

(2) 事前調査の結果

図-1に、逃げ地図のアナログ制作における課題を示す。図-1 (i) ~ (iv) は、3.1節で述べた説明会における、

逃げ地図制作の様子を示している。各課題について、以下にまとめる。

i) 地図の準備負担

図-1 (i) は、制作対象となる地域の紙地図が、テープで貼り合わされる様子を示している。逃げ地図制作ワークショップでは、参加者らが机を囲いながら制作するために、大きな用紙に地図を印刷する。しかし、印刷機の準備や縮尺の設定など、イベント運営側にかかる地図の準備コストは大きいと考えられる。このことから、開発システムでは、地図の準備や見た目の設定を柔軟に行える仕組みの実現が望ましいことがわかった。

ii) 参考情報の準備負担

図-1 (ii) は、Web上にある避難場所情報を参考に、参加者らが制作している様子を示している。逃げ地図の制作には、浸水域や避難場所などの参考情報を用意する必要がある。実際の逃げ地図制作ワークショップでは、イベント運営側が地図上にあらかじめ記載を行うため、これらを用意する準備コストは大きいと考えられる。このことから、開発システムでは、これらの参考情報の重畳表示を柔軟に行える仕組みの実現が望ましいことがわかった。

iii) 信頼性の欠如

図-1 (iii) は、参加者らが色ペンで逃げ道を引いた紙地図を示している。逃げ道は、目盛りのある紐などを用いて、各色で示される避難距離（129m）を測りながら描かれる。しかし、人手の作業成果は、防災目的という重大な観点においては、参考先としての信頼性が担保されない。また同じ紙地図に色ペンで描き入れた情報は、上書き（更新・修正）が困難であることが考えられる。これらのことから、開発システムでは、逃げ道の避難距離が正確であり、入力した情報の更新・修正が容易となる仕組みの実現が望ましいことがわかった。

iv) 会場限りの現場制

図-1 (iv) は、制作された逃げ地図が片付けられる様子を示している。1章で述べたように、逃げ地図制作の現場では、リスク・コミュニケーションの発生を促す制作過程を重要視している。その一方で、図-1に示す紙地図に基づいた、制作結果の実利用に関する取り組みはこれまでにない。このことから、開発システムでは、参加者の制作結果を永続的に記録できる仕組みの実現が望ましいことがわかった。

4. 逃げ地図制作Webシステム・逃げシルベ

(1) システムの設計方針

3章で述べた事前調査と、逃げ地図作成の手順と方法²⁾に則り、本システムを用いて逃げ地図を制作する上で、必要になると考えられる4つの開発要件について、以下に示す。

(a) 地図



(b) ツールバー

図-2 逃げシルベの画面例

要件1: 地図の表示

要件2: 道路、浸水域、避難場所の重畳表示

要件3: 避難目標地点および避難障害地点の設置

要件4: 逃げ道の描画

(2) システムの概要

図-2に、逃げシルベの画面例を示す。本システムの画面は、図-2 (a) 地図と (b) ツールバーから構成される。利用者は、図-2 (a) 地図上で移動・拡大縮小の操作を行うことで、Web上で日本全国の地図を自由に閲覧できる。また図-2 (b) ツールバーから操作を行うことで、Web上で逃げ地図を制作できる。

本システムは、地図上に避難経路と避難距離を示す色別の道路（以下、「逃げ道」と表記する）を、短時間以内に描画できる仕組みとする。本システムは、サーバ・クライアントともにJavaScriptで動作する。

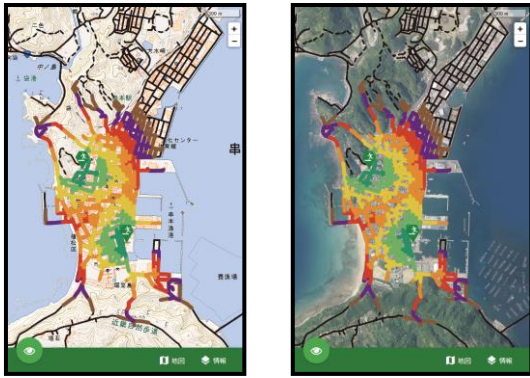
(3) 地図の表示

地図の描画環境にはLeaflet¹¹⁾を用いた。図-3に、地図タイルの変更について示す。地図を表示するための地図タイルは、国土地理院¹²⁾やESRIジャパン¹³⁾、などがそれぞれ提供するものを用いている。例えば、国土地理院¹²⁾が提供する地図タイルには、図-3 (i) 標準地図、(ii) 航空写真、(iii) 色別標高図、(iv) 傾斜量図などがある。本システムの利用者は、これらを含む表示したい地図タイルを、任意で選択できる。

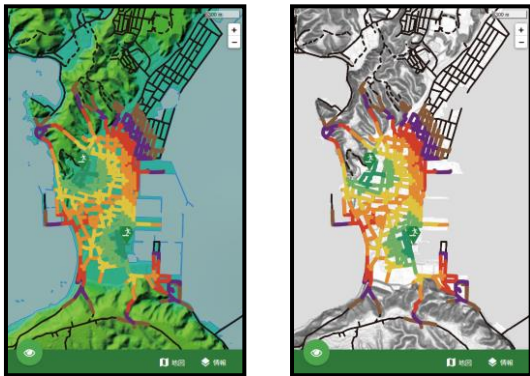
(4) 道路、浸水域、避難場所の重畳表示

逃げ地図制作の参考となる情報を、地図上に重畳表示する。図-4に、道路、浸水域、避難場所の重畳表示について示す。地図に図-4 (a) 道路情報、(b) 浸水域情報、(c) 避難場所情報をそれぞれ重ねることで、システム利用者に、4.5節で述べるマーカの設置先の参考にしてもらう。

図-4に示す (a) 道路情報および (c) 避難場所情報のデータには、国土地理院¹²⁾が提供する道路中心線および



(i) 標準地図 (ii) 航空写真



(iii) 色別標高図 (iv) 傾斜量図

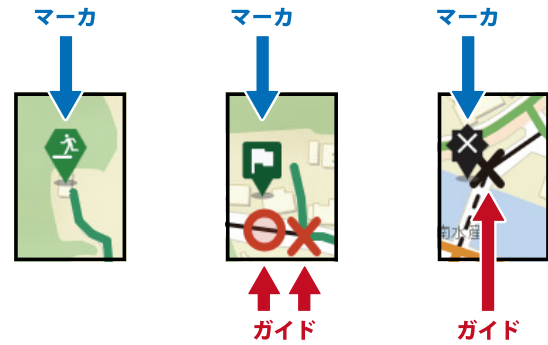
図-3 地図タイルの変更

(a) 道路情報



(c) 避難場所情報

図-4 道路, 浸水域, 避難場所の重量表示



(a) 避難場所 (b) 避難目標地点 (c) 避難障害地点

図-5 地図上に設置できるマーカの種類

指定緊急避難場所を用いており、日本全国の情報の確認ができる。図-4に示す (b) 浸水域のデータには、和歌山県が公開する津波浸水想定図（東海・東南海・南海3連動地震）¹⁴⁾のデータを加工したものをを用いている。

(5) 避難目標地点および避難障害地点の設置

逃げ地図では、避難目標地点への到達および避難障害地点の回避が被災者に求められる²⁾。避難目標地点は、浸水域の境界線と道路が交差する地点を示している。避難障害地点は、津波被害の危険性が高い橋や、土砂崩れの恐れがある場所などの、避難の障害となる地点を示している。

図-5に、(a) 避難場所、(b) 避難目標地点、(c) 避難障害地点を意味するマーカの種類を示す。本システムでは、それぞれのイメージとなるイラストアイコンが付けられたマーカ（図-5の青矢印）を、地図上の任意の位置に設置できるものとする。マーカが設置された時、マーカと近接する道路への影響を提示するために、図-5の赤矢印に示すように、4.6節で詳しく述べるマル印とバツ印のガイドが表示されるようにする。

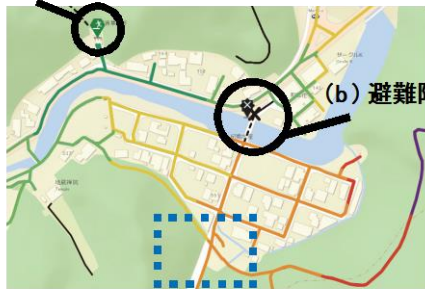
(6) 逃げ道の表示

逃げ道は、図-5 (a) 避難場所および (b) 避難目標地点に近接する道路ノードを始点とする。逃げ道の描画時には、ダイクストラ法¹⁵⁾を用いて周辺道路を探索し、129mごとに分割して色別に可視化する。図-5 (b) 避難目標地点においては、被災者が浸水域外の方（赤のバツ印から赤のマル印）へ逃げ込むことを想定し、赤のバツ印から逃げ道が描画されるものとする。また、図-5 (c) 避難障害地点に近接する道路ノード（黒のバツ印）は、探索先の対象外とする。図-6に、避難障害地点の有無による逃げ道の差分を示す。図-6における (i) (ii) では、図中 (a) に示す避難場所への逃げ道を表示している。図-6 (i) は目標障害地点を設置していない場合、図-6 (ii) は、図中 (b) に示す目標障害地点を設置している場合を示している。図-6に示す点線の青枠で確認で



(i) 避難障害地点なし

(a) 避難場所



(ii) 避難障害地点あり

図-6 目標障害地点の有無による逃げ道の差分

きるように、目標障害地点マークが置かれることで、避難目標地点への最短距離に差分が生じることがわかる。このような操作から、逃げ道の色の変化を比較することで、システム利用者が、実際の避難距離を視覚的に理解できる設計になっている。

5. 逃げ地図制作に関する利用実験

(1) 実験概要

本実験では、本システムの利用とデジタル逃げ地図に関する調査を目的に、和歌山県太地町の逃げ地図制作を行った。実験協力者には、システムを利用する前に、簡単な制作作業を通じて、逃げ地図に関する最低限の知識を共有してもらうこととした。そのため、協力者には、紙とペンを用いた制作（アナログ手法）と逃げシルベを用いた制作（デジタル手法）の2手法を順に行ってもらった。アナログ制作にかかったおおよその時間から、それぞれ60分を目安に各制作を実施した。

2手法の実施後、協力者らに事後アンケートを配布した。事後アンケートでは、以下の内容について協力者に回答してもらった。

- ・アナログ手法と比較して、今回のデジタル手法が不足していた点

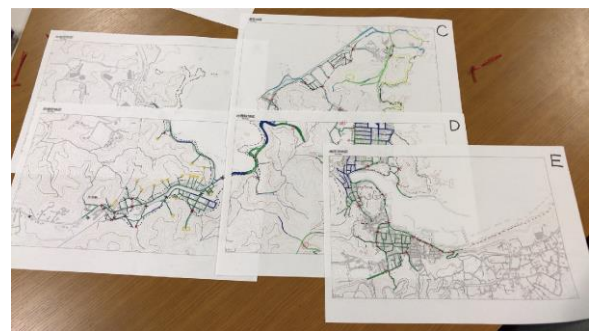
- ・デジタル手法を用いることで、従来の逃げ地図に追加できそうな要素および機能

- ・逃げシルベの良かった点、悪かった点、改善点

実験は、2017年7月22日に、和歌山大学の施設内で実



ペンを使用して10名で協力して制作



A3用紙5枚で1つの逃げ地図が完成

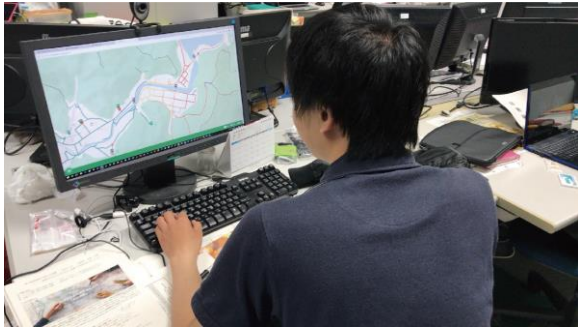
図-7 実験中の様子と制作結果（アナログ手法）

施した。実験協力者は、システム工学部の大学生または大学院生の10名（21-24歳、平均22.7歳、標準偏差0.95歳、男性6名、女性4名）である。10名は太地町の地理に疎く、逃げ地図制作は未経験である。

制作にあたって、参考にする避難場所と浸水域は、両手法とも同じ情報が記載された紙地図を参考に制作するよう指示した。ただし、デジタル手法における浸水域については、逃げシルベの表示機能を利用するよう指示した。本実験における避難場所の参考先は、太地町が公開する津波ハザードマップ¹⁶を利用した。

(2) アナログ手法の手順

実験前の準備として、太地町内の浸水域と避難場所の位置がわかる地図をそれぞれ印刷した。ペンで描き入れるための地図として、主な浸水域を含む太地町の地理院地図¹⁷を5分割し、A3用紙5枚に印刷した。地図の縮尺は25000分の7とした。協力者10名を1室に集め、10分程度の説明を行った。その後、協力者全員が協力して地図に書き入れる形で、逃げ地図の制作を行ってもらった。図-7に、実験中の様子と制作結果を示す。図-7は、協力者10名が協力しながら制作する様子と、制作した5枚の地



PCを使用して個人で制作



各人の逃げ地図が完成

図-8 実験中の様子と制作結果（デジタル手法）

図を重ね合わせた様子を示している。質疑応答のために、逃げ地図制作経験のある筆者が制作時に付き添うものとし、協力者らに作業の分担と手伝いを依頼した。結果的に、1つの地図に2名ずつが中心となって制作を行った。

(3) デジタル手法の手順

協力者全員に向けて、10分程度、逃げシルベの説明を行った。その後、各自が普段利用するPCから逃げシルベにアクセスしてもらい、逃げ地図の制作を行ってもらった。図-8に、実験中の様子と制作結果を示す。図-8は、逃げシルベを利用している様子と、協力者各々が逃げシルベを用いて制作した逃げ地図のうち、3名の地図を示している。結果的に、協力者らは3名、3名、4名ずつに分かれ、それぞれ同じ部屋にあるPCを利用した。質疑応答のために、制作時には筆者が各部屋の様子を見回るものとした。協力者らにはタスクとして、システム画面の記録を依頼した。

6. 実験結果と考察

アナログ手法による制作中、地図同士の接合部分や重

表-1 利用実験における主な回答内容

種別	回答内容	回答者 ¹ (名)
利点	(1) 逃げ道の自動描画	7
	(2) 地図の拡張	3
	(3) 浸水域の重畳表示	2
不満点	(4) 多人数による共同作業の欠如	6
	(5) 描画ボタン操作の面倒	5
	(6) マーカ設置の面倒	4
改善点	(7) 動作の不安定	8

¹ 協力者10名のうち、何名が回答の中で言及したかを示す。

複部分に対する不満が協力者間で述べられた。つまり、分割地図の作業を分担した場合、各地図上の境界付近の情報は、他の地図上の情報が考慮されない。したがって、地図中央に収まらない地域は、逃げ道の議論が疎かになる事態が発生する。こうした地域範囲の指定に関する注意は、紙地図の印刷を担当する制作イベント側がとくに留意する必要があると考えられる。一方でデジタル手法による制作では、地域範囲と縮尺を利用者が指定できるために、地図を分割しない制作が可能である。このことから、地図上全域にわたる公正な情報補完と、有形コストに関する配慮の低減が、デジタル手法のメリットに含まれると推察できる。

表-1に、事後アンケートにおける主な回答内容を示す。表-1では、協力者間で重複した自由記述の内容について、アナログ制作と比較した場合のデジタル制作における利点と不満点、本システムの改善点の3つに分類してまとめている。

表-1より、実験協力者10名中の7名が、(1) 逃げ道の自動描画の利便性について記述した。この自動描画の不満点については、実験協力者10名中の5名が、(5) 描画ボタン操作の面倒さを記述した。操作の面倒については、「一定範囲をまとめてできると嬉しい」のような、システムデザインの改善方法を見据えた意見として得られた。しかし、これらの結果からわかる重要性は、回答者らが逃げ地図制作の自動描画を進んで受け入れている点にある。「色を自分でつけなくてよいのは楽だし、面白かった」との記述からみられるように、1本1色の逃げ道を描き入れる手間や理解を省略した場合でも、本来の逃げ地図がもつ可視性が、制作の面白さを引き出している可能性が考えられる。

表-1より、実験協力者10名中の3名が、(2) 地図の拡張の利便性について記述した。ただし、「縮小拡大ができるのでどれくらいの距離でマーカを置いたらいいのかわからない。最初につまづいた」「アナログ作業の曖昧さが許容されない」との記述からみられるように、地図の拡張機能が必ずしもデジタル上の利点になりうるとは限らないことがわかった。後者の意見は、情報の正確性や信頼性が強く求められない環境だからこそ、地域住民が気楽に参加しやすい、とのアナログ制作の利点を示唆

する内容でもある。

表-1より、実験協力者10名中の2名が、(3) 浸水域の重畳表示の利便性について記述した。また10名中の4名が、(6) 避難場所・避難ポイント設置の面倒さについて記述した。この2点は、システムが提示すべき地理データの量を吟味する上では、重大な意見となる。「自動でできる部分は自動で行い、新しい役立つ機能をつけるべき」との記述がみられたことから、既存の地理データを参考に制作する過程よりも、制作結果の利活用や情報補完に関する機能が求められる可能性があることがわかった。例えば、システム利用者が道路情報を拡張したり、避難場所情報について「逃げ」視点から付与したりするなど、既存の地理データを利用者が逐一更新できる機能が検討できると考えられる。ただし、「紙に比べて確認しながら、作業をしなかった。とりあえず交差する部分を探した」との記述からみられるように、地理データの用意はデメリットとしても挙げられた。

表-1より、実験協力者10名中の6名が、(4) 多人数による共同作業の需要について記述した。「リアルタイムで何人も作業できるならさらに早く終わりそう」「個人作業は退屈だった」との記述からみられるように、デジタル上の逃げ地図でも、他の利用者との協力関係やコミュニティ要素の付加が期待されることがわかった。情報共有機能は、前述した情報の正確性や信頼性について、場合によってはアナログ制作の参加者を上回る多人数で補完し合える可能性がある点で、逃げシルベにおける重要なニーズであると考えられる。そして、こうしたニーズは、「アナログのように人とワイワイしながら地図作成できる要素があるとモチベが上がりそう」との記述からみられるように、楽しむことに主眼をおく逃げ地図ならではの性質であるとも考えられる。システム利用者を楽しませるには、リアルタイム性の高い制作環境や、ゲーミフィケーションの実装による工夫が検討できる。

改善余地としては、表-1より、実験協力者10名中の8名が、(7) 動作の不安定について記述した。この点では今後、サーバにかかる負担や設計を見直すことで、多人数利用に対応するWebシステムの開発を目指す。その他の改善点に関する記述内容としては、「正確に避難場所を設定できるように住所入力で避難場所が設置できる」といい「コメントや写真、危険度の付与」「避難場所の利用ケース（津波時なのか土砂崩れなのかなど）の情報」「今いる場所や指定した地点からの逃げ道の可視化」などの意見がみられた。

7. システムの改善

6章の利用実験で得られた知見から、本研究では、逃げシルベの改善を進めている。情報補完に関する機能として、我々は、道路情報の拡張機能を実装した。図-9と

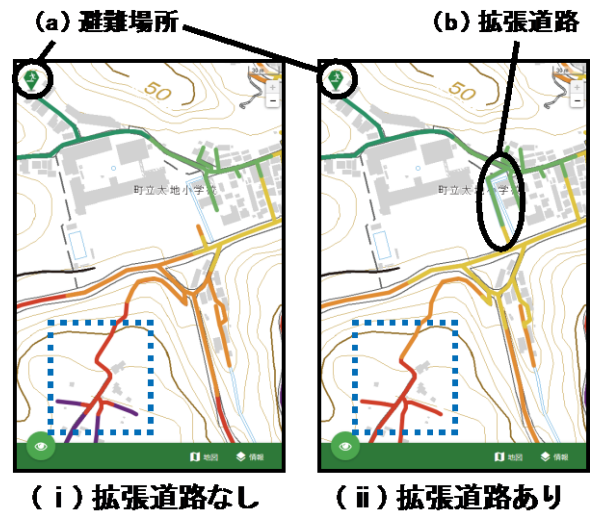


図-9 拡張道路の有無による逃げ道の差分（淡色地図）

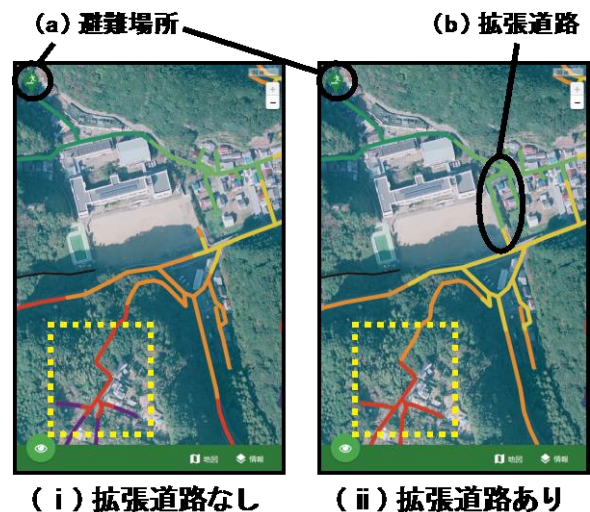


図-10 拡張道路の有無による逃げ道の差分（航空写真）

図-10に、道路拡張の有無による逃げ道の差分を示す。図-9に示す地図は、淡色地図¹²⁾の地図タイルを用いている。図-10に示す地図は、航空写真¹³⁾の地図タイルを用いている。各図における(i) (ii)では、図中(a)に示す避難場所への逃げ道を表示している。各図の(i)は拡張道路を設置していない場合、各図の(ii)は図中(b)に示す拡張道路を設置している場合を示している。道路情報の拡張機能は、「既存の道路情報を参考に、逃げ道または逃げ道となる候補を、システム利用者が追加する」などのような利用方法を想定した機能である。逃げシルベでは、地図タイルの変更機能を用いることで、図-10に示すように、航空写真を確認しながら拡張道路を設置できる。道路情報の拡張機能を利用した結果、図-9および図-10に示す点線で確認できるように、道路が拡張されることで、避難目標地点への最短距離に差分が生じることがわかる。このような操作から、本システムは、現場に詳しい地域住民らが、より実践的で信頼でき

る逃げ地図を制作できるような設計になっている。

8. おわりに

本稿では、逃げ地図制作Webシステムの開発について述べた。逃げ地図は、避難距離および避難時間の可視化と、地域住民らのリスク・コミュニケーションの促進を目的としたツールである。本研究では、このような従来の逃げ地図制作の再現に必要となる、開発要件を調査した。開発システム「逃げシルベ」の利用実験において、デジタル上の逃げ地図を制作してもらった。本稿では、従来のアナログ手法との比較から、デジタル上の逃げ地図に期待される開発要件についてまとめた。

今後は、利用実験で得られた知見から開発要件を見直し、多人数による共同作業を実現させる。また、Webシステムの長期公開実験から、デジタル版逃げ地図が与える各利用者への影響と、防災への貢献について検証する。

参考文献

- 1) 国土地理院：地理院地図，<<https://maps.gsi.go.jp/>>，2017年8月27日アクセス。
- 2) 山本俊哉，谷口景一朗，大崎元，重根美香，羽鳥達也，木下勇：逃げ地図作成ワークショップの標準的なプログラムの開発 -多様な災害からの逃げ地図の作成・活用に関する研究 (1)-，日本建築学会大会学術講演梗概集 2016（都市計画），pp. 919-920，2016。
- 3) 天野友貴，山本俊哉，大崎元，井上雅子，木下勇：土砂災害からの逃げ地図作成の可能性と課題 -多様な災害からの逃げ地図の作成・活用に関する研究 (2)-，日本建築学会大会学術講演梗概集 2016（都市計画），pp. 921-922，2016。
- 4) 森脇環帆，山本俊哉，山中盛，木下勇：陸前高田市における逃げ地図を活用した防災アートプログラムの開発と試行 -多様な災害からの逃げ地図の作成・活用に関する研究 (4)-，日本建築学会大会学術講演梗概集 2016（都市計画），pp. 925-926，2016。
- 5) 総務省消防庁：津波避難対策推進マニュアル検討会，<http://www.fdma.go.jp/heuter/about/shingi_kento/h24/tsunami_hinan/>，2017年8月27日アクセス。
- 6) エーアンドエー：SimTread2，<<http://www.aanda.co.jp/products/simtread/>>，2017年8月27日アクセス。
- 7) ホンダ：スマートフォン向けインターナビ関連アプリの防災・減災に役立つ機能を強化，<<http://www.honda.co.jp/news/2013/4130301.html>>，2017年7月24日アクセス。
- 8) 47NEWS：リスクを可視化、対話を支援 企業ボランティア考案の「逃げ地図」，<<http://www.47news.jp/47gj/furusato/2012/12/post-880.html>>，2017年7月24日アクセス。
- 9) 山田悟史，吉川優矢，大山智基，宗本晋作：GISを用いた津波避難計画における避難時間の可視化と関連施設の配置計画に関する研究，日本建築学会，第37回情報・システム・利用・技術シンポジウム，pp. 91-96，2014。
- 10) 防災科学技術研究所：eコミマップ，<<https://ecom-plat.jp/index.php?gid=10457>>，2017年8月27日アクセス。
- 11) Leaflet，<<http://leafletjs.com/>>，2017年8月27日アクセス。
- 12) 国土地理院，<<http://www.gsi.go.jp/>>，2017年8月27日アクセス。
- 13) ESRIジャパン，<<https://www.esri.com/>>，2017年8月27日アクセス。
- 14) 和歌山県：平成25年度津波浸水想定図（東海・東南海・南海3連動地震），<<http://bousai-portal.pref.wakayama.lg.jp/>>，2017年12月10日アクセス。
- 15) Dijkstra, E.W.: A note on two problems in connexion with graphs, *Numerische Mathematik*, Springer-Verlag New York, Vol. 1, No. 1, pp. 269-271, 1959.
- 16) 太地町公式ホームページ，<<http://www.town.taiji.wakayama.jp/>>，2017年8月27日アクセス。

(2017. 12. 15受付)