

紙地図上に作成条件を重畳表示する 逃げ地図作成システム

谷岡 遼太¹ 吉野 孝¹

概要：地域住民の防災教育という指針においては、「逃げ地図」作成などの地域密接型イベントによる防災の周知が行われている。逃げ地図作成の現場では、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、紙地図による作成手法では、作成条件の設定や準備に時間がかかる点などが課題に挙げられる。参加者間のリスク・コミュニケーションとデジタル地図の両立には、これらの課題を満たしながら、対面コミュニケーションが可能な逃げ地図作成環境が必要になると考えられる。そこで本論文では、紙地図上に作成条件を重畳表示する逃げ地図作成システムを提案する。本研究では、アナログ作成手法およびデジタル作成手法の双方の利点を取り入れた仕組みを開発することで、新しい逃げ地図作成手法の確立を目指す。

Nigechizu Creation System Using Overlaying Creation Rules on Paper Map

RYOTA TANIOKA¹ TAKASHI YOSHINO¹

1. はじめに

総務省消防庁の定める「市町村における津波避難策定指針」[1]では、地域住民の主体的な行動を醸成する防災教育が推奨されている。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」[2]プロジェクトでも、岩手県陸前高田市や埼玉県秩父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作成イベントの企画に努めている。

「時間避難距離地図」を正式名称とする「逃げ地図」[2]のワークショップでは、参加者らが色鉛筆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)ごとに逃げ道の塗り分ける色を変更する。逃げ地図作成の現場では、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語り合い

(リスク・コミュニケーション)を重要視している。「逃げ」視点から具体的な構想を巡らせる逃げ地図の作成は、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。しかし、紙地図による作成手法では、以下のような課題が考えられる。

- 作成条件の設定や準備に時間がかかる点
- 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で共有しにくい点

このような課題の解決を目的に、我々はこれまでに、逃げ地図作成 Web システム「逃げシルベ」を開発した[3]。逃げシルベは、Web を利用できる誰もが、情報の提供・整備に遠隔から努めることで、デジタル上の逃げ地図作成を実現するためのシステムである。しかし、こうした個人間の遠隔作成環境は、作成者らの主体性の導出を試みる、従来の逃げ地図の考え方に制限を与える設計になると考えられる。つまり、参加者間のリスク・コミュニケーションとデジタル地図の両立には、上記の課題を満たしながら、対面コミュニケーションが可能な逃げ地図作成環境が必要になると考えられる。

そこで我々は、アナログ作成手法[2]、デジタル作成手

¹ 和歌山大
Wakayama University, Wakayama 640-8510, Japan

法 [3] に続く、第 3 の逃げ地図作成手法を検討した。本論文では、紙地図上に作成条件を重畳表示する逃げ地図作成システムについて提案する。本研究では、アナログ作成手法およびデジタル作成手法の双方の利点を取り入れた、逃げ地図作成支援システム「逃げりいふ」を開発することで、新しい逃げ地図作成手法の確立を目指す。

本論文では、2 章で関連研究について述べる。3 章で、従来の逃げ地図作成手法について述べる。4 章で、逃げりいふについて述べる。最後に、5 章で本論文の結論についてまとめる。

2. 関連研究

逃げ地図ワークショップでは、作成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。逃げ地図のマニュアル^{*1}には、完成した逃げ地図（紙地図）の展示による周知の重要性について記載されている。とくに、地域コミュニティの構成員や来場者に対する幅広い周知が重要であり、展示する逃げ地図については、「書き直し（リライト）したほうが読みやすいが、手書きのものでも十分に記載内容を伝えることができる」としている。以上の表記から、アナログ作成手法は、周知という観点においては、記録情報に高い精度を必要としない手法であることが想定できる。しかし本研究では、高精度の災害情報を地図上に描き込める仕組みについて提案する。提案する仕組みが、実用面においても活用できる可能性について議論する。

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」[4] への応用例や、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」[5] の開発事例がある。これらの事例を含む従来の逃げ地図は、防災イベントにおいて、作成範囲となる対象地域に基づいた事前準備が必要であった。我々の過去の研究 [3] では、行政や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作成を実現する仕組みを開発した。本研究でも、同システムの仕組みを取り入れることで、日本全国の地図情報を提示できる設計となることを目指す。

Chokshi らは、緊急反応計画の演習を目的としたマルチサーフェス環境を開発した [6]。Chokshi らは、壁面ディスプレイ、テーブルトップアプリケーションおよびタブレットを組み合わせた環境を用いて、緊急反応計画シナリオにおける情報交換について検証した。深田らは、デジタルペンとテーブルトップインタフェースを用いた災害情報管理システムの開発と評価を行った [7]。このシステムの利用者は、デジタルペン専用紙に投影された机上のデジタル地



図 1 紙地図を用いた逃げ地図作成の様子

図に、災害情報を描き入れる。評価実験の結果から、深田らは、災害情報管理におけるデジタルペンを用いた操作性について、良好な結果を得た。これらの研究は、災害対策にテーブルトップインタフェースを用いる点で、本研究と共通する。ただし、本研究の提案手法では、実環境で使用できる逃げ地図の作成を目的としており、作業の成果物が紙地図となる点で、これらの研究とは異なる。

3. 従来の逃げ地図作成手法

本章では、従来の逃げ地図作成手法を整理することで、提案手法の位置付けを明確にする。

3.1 アナログ作成手法

図 1 に、紙地図を用いた逃げ地図作成の様子を示す。逃げ地図ワークショップ^{*1}では、参加者らがそれぞれの役割分担を相談し合いながら、大きな紙地図を囲う共同作業を実施する。作業者らは、性別や世代に偏りのない、多様な関係主体者となることが望ましい。

逃げ地図の作成にあたり、事前準備が必要な作成道具について以下にまとめる。

紙地図

ワークショップの企画者らは、災害種類と作成範囲を設定の上、国土地理院が公開する基盤地図情報^{*2}などを利用して、大きな用紙に白地図を印刷する。作成範囲となる地域が広域となる場合、図 1 に示すように、印刷地図と参加者らを分割することがある。参加者ら

^{*1} 逃げ地図ウェブ：<http://nigechizu.com>

^{*2} <http://www.gsi.go.jp/kiban/>

の作成過程に含まない災害情報（浸水域、避難場所など）がある場合、企画者らが事前に地図上に描き入れておくことがある。

色鉛筆

参加者らには、紙地図上の避難経路を色分けするための道具として、色鉛筆（または色ペン）が用意される。塗り分ける色は8色（緑・黄緑・黄・オレンジ・赤・茶・青・黒）とされており、色鉛筆は作業人数分を用意することが望ましい。

紐

参加者らには、紙地図上の避難経路を計測しながら色分けするための物差しとして、紐が用意される。紐は作業人数分を用意することが望ましい。

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) 作成した逃げ地図に基づく津波避難対策の検討

アナログ作成手法 [2] は、多人数のグループ作成環境を前提とする作成手法である。災害関連情報を大きな紙地図に「描き込む」ことで促進するリスク・コミュニケーションを第一とする特性から、本手法は、多人数の地域住民が参加する防災イベントでの用途に長けていると考えられる。

ただし、このような防災イベントの開催には、逃げ地図の作成基準となる対象地域固有の災害情報（以下、作成条件と表記する）の事前準備が必要となる。具体的には、紙地図上に作成条件を「描き写す」作業を、イベントの企画者らまたは参加者らが実践する必要がある。参加者らが「描き写す」場合には、作成条件の提示方法を企画者らが検討する必要性についても考えられる。これらの点から、本手法では、参加者らに作成条件を提示するまでの準備コストが課題に挙げられる。

本手法の課題には、避難時間の色分けにかかる時間コストに対して、地図上の記録精度が保証されないという問題点についても考えられる。重大な災害テーマを担うリスク・コミュニケーションの場では、理想上、信頼できる情報に基づいた議論が望ましい。

3.2 デジタル作成手法

図 2 に、Web 地図を用いた逃げ地図作成の画面を示す。

Web 上で動作する逃げ地図作成システム「逃げシルベ」[3] の利用者は、以下の機能を用いることができる。

- (1) 日本全国の地図の表示
- (2) 地図の表示範囲の移動・拡張
- (3) 道路・浸水域・避難場所の重畳表示
- (4) 避難目標地点・避難障害地点の設置



図 2 Web 地図を用いた逃げ地図作成の画面

- (5) 道路の拡張
- (6) 避難目標地点に基づく逃げ道の重畳表示

デジタル作成手法 [3] は、PC や携帯端末を用いた個人作成環境を想定した作成手法である。本手法では、Web を利用できる誰もが、情報の提供・整備に遠隔から努めることで、防災イベントのみでは蓄積されにくい各地の現場知を集約することを目的としている。また行政や自治体が提供するオープンリソースを用いることで、作成条件の事前準備を簡易化できる仕組みを成立させている。例えば、逃げシルベでは、避難目標地点とその周辺の道路情報を用いて、ダイクストラ法 [8] の探索アルゴリズムを実行する。Web 地図上に、実行結果から得られた逃げ道の重畳表示を行うことで、作業者の負担を減らしている。完成画面は印刷して紙地図にすることができるため、実用性の高い個人的活用や、行政での用途に長けていると考えられる。

しかし、このような個人間で非対面の遠隔作成環境は、作成者らの主体性の導出を試みる、従来の逃げ地図の考え方に制限を与える設計になると考えられる。多様なニーズに合わせた逃げ地図の再現速度は大幅に短縮すると考えられるものの、本手法を用いた防災教育効果とリスク・コミュニケーションの活性化については不明瞭である。また本手法に従う作業者は、PC や携帯端末の操作に慣れていることが条件である点に注意する。

4. 逃げりい心

本章では、提案する逃げ地図作成手法に用いる、開発システムについて述べる。

4.1 システムの設計方針

3.1 節、3.2 節より、従来の作成手法には一長一短の特徴が存在する。そこで提案手法は、アナログ作成手法 [2] とデジタル作成手法 [3] の双方の利点を併せ持つ仕組みとなることを目指す。具体的には、以下の設計方針に従うものとする。

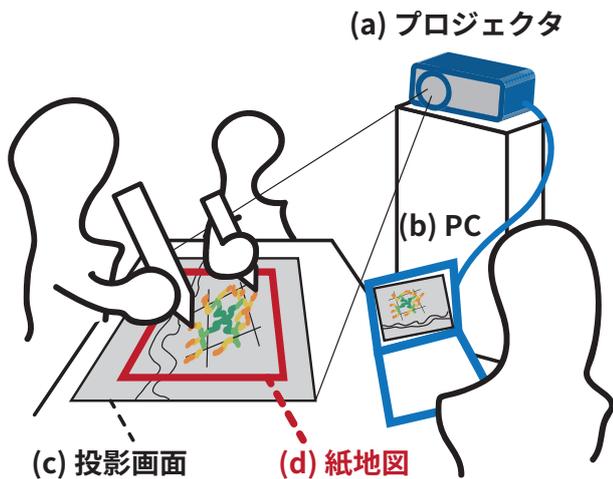


図 3 システムの構成

紙地図の作成と手作業の実施

提案手法では、アナログ作成手法と同様に、逃げ地図の用紙を成果物とする。システム利用者に、色鉛筆やスタンプを用いた手作業を実施してもらうことで、作成者らの主体的検討の導出を試みる。

防災イベントでの活用

提案手法では、アナログ作成手法と同様に、防災イベントで用いられる作成手法となることを目指す。ただし、開発システムは多様なサイズの紙地図に対応することで、個人でもグループでも利用できる仕組みとする。個人作業では、防災イベントの訪問者ら一人一人が、独自の逃げ地図を持ち帰られるような仕組みを想定する。グループ作業では、逃げ地図ワークショップでの活用を想定する。

作成条件の重畳表示

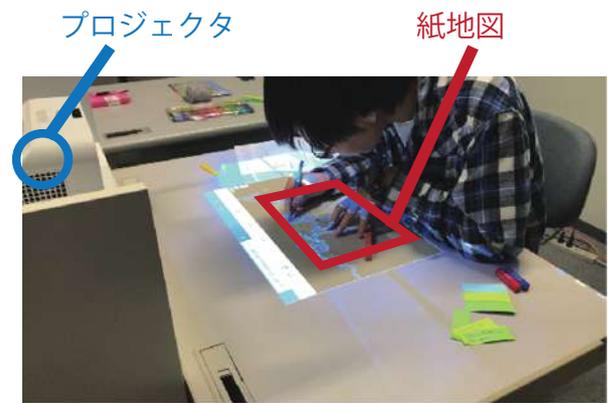
提案手法では、デジタル作成手法と同様に、作成対象となる地図上に、作成条件の重畳表示を行う。ただし、提案手法ではプロジェクタを利用することで、作成条件の重畳表示を紙地図上で行う。

4.2 システムの概要

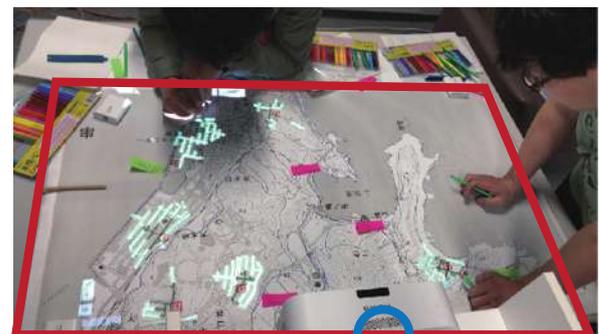
逃がりいふの利用者は、紙地図に情報を描き入れることで逃げ地図を作成する作業者と、提示する作成条件の種類を変更する進行役（主にイベントの企画者）に分かれる。

図 3 に、システムの構成を示す。本システムの利用手順について、以下に示す。

- (1) 机上投影機能をもつ図 3 (a) プロジェクタと (b) PC を接続し、机上に Web 地図の (c) 画面を投影する。
- (2) 作業者は、提示した地図と同位置、同尺度となるように、(c) 投影画面上に (d) 紙地図を上から重ね合わせる。この時、進行役は Web 地図の調整（移動・拡大・縮小）が可能である。
- (3) 進行役は、逃げ地図の作成手順に則り、4.3 節に後述



(1) 個人作業



(2) グループ作業

紙地図 プロジェクタ

図 4 システムの利用シーン

する、作成条件の種類を変更できる。作業者は、(d) 紙地図上に投影された作成条件に従うことで、逃げ地図の作成や意見交換を行う。

図 4 に、提案システムの利用シーンを示す。図 4 (1) は個人作業、図 4 (2) はグループ作業の様子を示しており、図 4 中の青丸はプロジェクタ、赤枠は紙地図の位置を示している。

4.3 作成条件の提示

図 5 に、システム画面と提示情報を示す。提示情報の種類（以下、シーンと表記する）は、逃がりいふの利用者が切り替えられる。以下に、逃がりいふの各シーンにおける機能について示す。

- (1) 印刷地図と同じ地図の表示
- (2) 衛星地図の表示
- (3) 浸水域の表示
- (4) 避難目標地点の表示
- (5) 避難障害地点の表示
- (6) 逃げ道の表示（1色ずつまたは全ての色の一括表示）
- (7) 白画面の表示（紙地図の確認用）

図 6 に、作成条件を提示するシーンの例を示す。図 6

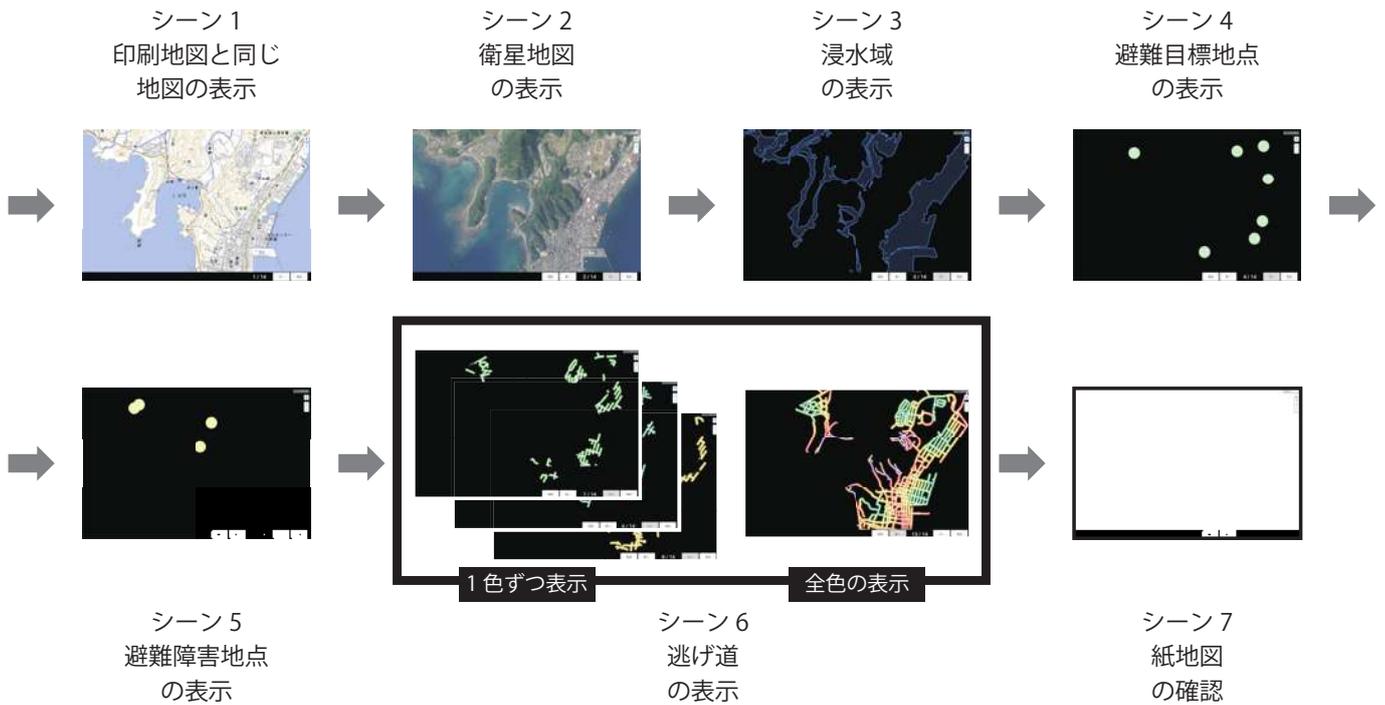


図 5 システムの画面例と作成条件

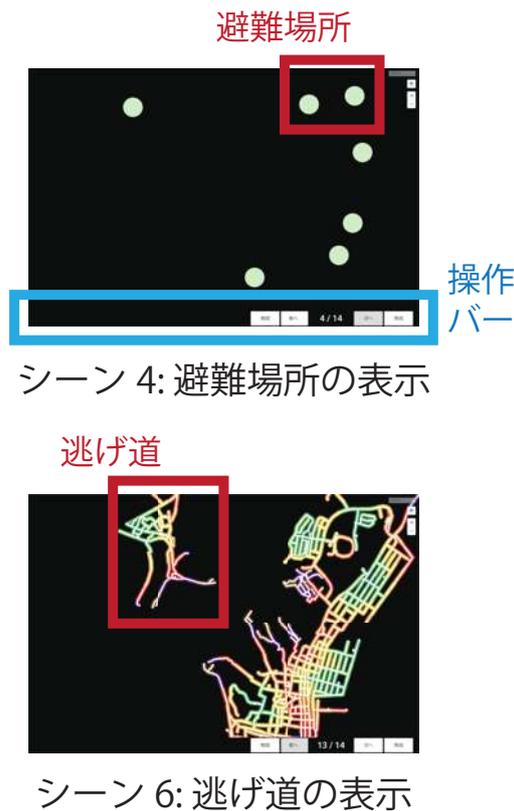


図 6 作成条件を提示するシーンの例

は、シーン 4 とシーン 6 のシステム画面例を示しており、図 6 中の赤枠は重畳表示される作成条件を示している。作業者は、紙地図上に投影される作成条件を参考にしつつ、上から色鉛筆でなぞるようにしながら紙地図を作成する。進行役は、図 6 中の青枠にある操作バーから、シーンの切

り替えを行うことで、作成作業を進行する。

以上の仕組みから、提案手法では、円滑な作業支援と高い記録精度の保持を兼ねる、手作業による逃げ地図作成環境の実現を目指す。

5. おわりに

本論文では、紙地図上に作成条件を重畳表示する逃げ地図作成システムについて述べた。本研究では、アナログ作成手法およびデジタル作成手法の双方の利点を取り入れた仕組みを開発することで、新しい逃げ地図作成手法の確立を目指している。

今後は、提案手法に従う作業者が、デジタル地図上にも情報を記録できるようにすることで、防災ノウハウの蓄積や共有を実現する仕組みを開発する。また多様な利用シーンの想定から、逃げ地図インタラクションについて吟味する。

参考文献

- [1] 総務省消防庁：津波避難対策推進マニュアル検討会，入手先<http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi_kento/h24/tsunami_hinan/> (参照 2017-8-27)。
- [2] 山本俊哉，谷口景一郎，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] 谷岡遼太，吉野孝，江種伸之：逃げシルベ：逃げ地図制作 Web システムの開発，和歌山大学災害科学教育研究センター研究報告，Vol. 2，pp. 7-14 (2018)。
- [4] エーアンドエー：SimTread2，入手先<<http://www.aanda.co.jp/products/simtread>> (参照 2017-07-24)。

- [5] 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」, 入手先 <http://www.47news.jp/47gj/furusato/2012/12/post-880.html> (参照 2017-07-24).
- [6] Chokshi, A., Seyed, T., Rodrigues, F. M. and Maurer, F.: ePlan Multi-Surface: A Multi-Surface Environment for Emergency Response Planning Exercises, ITS '14 Proceedings of the Ninth ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces, Pages 219–228 (2014).
- [7] 深田秀実, 小林和恵, 佐藤賢二, 川名英之, 増田智弘 : デジタルペンとテーブル型ユーザインタフェースを用いた災害情報管理システムの開発と評価, 日本地震工学会論文集, Vol. 12, No. 3, pp.3.1–3.20 (2011).
- [8] 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).