

令和元年6月18日現在

機関番号：17201

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H04478

研究課題名(和文) 歴史的な地方都市における住民目線によるICT地域防災デザイン支援基盤の開発

研究課題名(英文) Development of ICT-based disaster prevention system viewing from residents in traditional town with cultural heritage

研究代表者

三島 伸雄 (Mishima, Nobuo)

佐賀大学・理工学部・教授

研究者番号：60281200

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,900,000円

研究成果の概要(和文)：住民目線によるICT防災デザインの支援基盤として、1) 地区住民目線でみたハザードマップの作成(危険箇所抽出とその分類、自動マッピングとその表示)、2) 避難所キャパシティを考慮した複合災害時の避難経路のシミュレーション、3) AIを用いた多人数避難経路探索システムの構築を行なった。研究モデル地は、有明海低平地に位置する在郷町・宿場町である佐賀県鹿島市肥前浜宿である。地区住民への意見聴取・研究成果の報告を繰り返しながら、システムの構築を行なった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

1. 歴史的資源の保存活用として大幅な改造による防災が望ましくない歴史的町並みにおいて、避難行動支援基盤を構築する上での問題点を明らかにすることができた。
2. コミュニティがあり高齢者等の把握は比較的大都市より進んでいるにも関わらず、日中に若者がおらず、いざという時の対応や官民協力体制が不十分である歴史的な地方都市における避難行動とその支援について、ICTを利用して情報共有できるモデルが提示された。
3. 要援護者台帳や避難行動要援護者名簿の整備が義務づけられながら、その実質的な活用が具体的にイメージされていないなかで、住民共創による住民主体の避難行動支援基盤のあり方をモデル的に検討し、立案できた。

研究成果の概要(英文)：We built and developed support system for ICT-based disaster prevention design considering residents' perception: 1) Hazard map viewing from residents recognition such as extraction of dangerous places, categorization, and mapping and display, 2) evacuation route simulation on complex-disaster considering capacities of shelter, and 3) building an AI-based searching system of multi-evacuation route. The model research area is Hizenhamashuku of Kashima city, Saga prefecture, characterized as a local town and post town in lowland area of the Ariake sea. We developed the system, repeating collection of residents' opinion and report of research achievements.

研究分野：都市計画・都市設計・建築設計

キーワード：歴史的町並み ICT防災デザイン 計画支援とその可視化

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

防災に関する研究は、世界的には火山噴火、地震、津波、台風、竜巻等の被害要因の研究が行われ、徐々に防災科学分野の研究が行われてきた。我が国は、地震国で災害に脆弱な木造密集市街地が多く、その防災研究では最先端にある。しかしこれまで不燃化耐震化が中心で、近年ようやく地方都市の個性を考慮した防災研究が始められた。特に異分野融合防災研究では、東大等が大都市災害が対象であるのに対して、地方都市の異分野融合研究は佐賀大学が先行している。

ICTを活用した防災研究は、近年急速に進められている。内閣府中央防災会議が悲観的想定に基づいた情報共有を地域性・歴史性を踏まえて図ることを求めているなかで、総務省ではICT利活用による①早期の情報伝達による減災、②早期の状況把握による救援・復旧活動の迅速化・最適化、③被災地域内外の関係機関の協働促進、④再建促進といった効果を求め、時系列の対応フェーズ（事前の備え、災害時の応急対応、災害時の復旧・復興）に応じた取組みが促進されつつあり、すでにAPPLIC（全国地域情報化推進協会）がICT利活用による多彩な防災情報の標準化に取り組み普及を進めている（佐賀県は会員、鹿島市は非会員）。しかし、限界集落化しつつある歴史的な地方都市において、災害に脆弱ながらも地域資源である歴史的環境を損なうことはできないという観点と、二次災害軽減に向けた地域住民との共創という観点、すなわち、歴史性を最大限に生かす地域デザインという観点からICT利活用型防災を総合的に図る「ICT利活用型地域防災デザイン」に関する研究は少なく、事前の備えとして避難行動支援基盤のモデル的開発が必要である。

### 2. 研究の目的

歴史的な地方都市の住民共創による地域防災デザインに向けて、いわゆる災害時要援護者（以下、要援護者）の二次災害軽減に有効なICT活用型避難支援基盤を実験的に構築し、その評価指標を提案する。

### 3. 研究の方法

#### 3-1. 研究モデルエリア

本研究の研究モデルエリア（以下、モデルエリア）を、佐賀県鹿島市肥前浜宿全体とする。本モデルエリアは、研究代表者が平成11年より15年に渡ってその町並みまちづくりに協力してきた佐賀県鹿島市肥前浜宿とした。これは、防災は建物が連担している地区全体としての問題があり、モデル地区全体としての検証の必要性があるからである。当該モデルエリアには、「浜庄津町浜金屋町」「浜中町八本木宿」と名付けられた2つの重伝建地区がある。

#### 3-1-2. 避難支援基盤の構築方法

モデルエリアにおける避難行動支援基盤の構築を以下のように行う。

- ① 避難行動支援基盤の基礎的データ（建築物情報、要援護者情報等）の収集。
  - ② 現在研究チームで開発中の避難行動支援基盤（延焼分析、建物倒壊分析、河川氾濫分析、GPS位置情報記録アプリ、eラーニングによる避難学習プログラム、遺伝的アルゴリズムによる経路選択プログラム等）のモデルエリアへの適用。
  - ③ 構築した避難行動支援基盤に対する住民モニタリングとその分析。
- 上記より、歴史的な地方都市における避難行動支援基盤としての妥当性を検証する。

### 4. 研究成果

#### 4-1. 道路閉塞確率と指定避難所への危険リスク

低平地に位置する重伝建地区とその周辺を対象地とした直下型地震時の被害を道路閉塞確率を用いて想定し、住民意識を踏まえた指定避難所リスクを考慮した上、防災計画の1つである一時避難所を設けた避難経路分析を行うことを目的とする。

本研究は、分析範囲内から分析対象住宅を選定し、そこからの避難経路計画の研究を行う。各分析対象住宅から考えられた2方向の避難経路の距離、到達時間、危険区域の通過回数、道路閉塞確率の分布、ポテンシャルマップを用いて避難経路分析を行い、安全な避難経路を構築した。

分析対象住宅は、危険区域の密集した場所やその周辺、または、指定避難場所の近くに位置する住宅から選定した。すべての分析対象住宅は、地図上に表記されている建物である。基本的には住宅であるが、醸造町であることから酒蔵である場合もある。今回の研究には、30棟の建物を分析対象住宅として使用した。

分析対象住宅からの避難経路は2方向想定する。最も近い指定避難場所に行くことが可能な避難経路1と、その次に近い指定避難場所への避難経路2を想定する。最も近い指定避難場所に行くことが可能な避難経路1は、地図上の直線距離から判断する。また、避難経路2では、距離の差異を考慮し一次避難場所を経由するように設定する。

指定避難場所への距離と一時避難場所への距離の差異は、平均すると-39.33mとなり、最小値は-270mとなっている。避難場所到達時間は、最大で3.38分短縮が可能とだった。避難経路と同様に多くの分析対象住宅において、避難場所への到達時間を短縮することができた。

SimTreadで作成したポテンシャルマップを用いて、一時避難場所と指定避難場所の距離を図化し分析を行った。ポテンシャルマップは80mごとに配色され、全8色の色で構成されている。V:浄安寺の結果は、緑色から黄色中（約240m以内）に9/12の分析対象住宅が位置しており、浜小学校の結果よりも多くの分析対象住宅が近くに配置ができることがわかる（図4-1）。

一時避難場所は、指定避難場所よりも近くに配置でき、より安全な避難計画の拠点となりえる。そして、住民は一時避難場所より安全な避難場所への避難を選択できる。住民意識を考慮した避難計画の際に、一時避難場所を用いることは、防災計画において有効な手法ともいえる。



図4-1 ポテンシャルマップ（左）指定避難場所の場合、（右）一時避難場所の場合）

#### 4-2. 地域あんしんマップ作成支援システム

歴史的な地方都市の住民がタブレット端末を持って地域を回り、地域の危険箇所情報を投稿し、その情報を住民全体で共有することで、地域住民によるきめ細かい情報を含んだあんしんマップの作成を支援するとともに、住民参加型活動によって意識向上を図ることを目的とする。

本システムは、情報登録・閲覧用の iOS 端末と、Web サーバ部から構成される。端末で登録された情報は、端末内の SQLite に保存されるとともにサーバに送信され、サーバのデータベース (MySQL) に保存される。各端末がサーバのデータベースから最新の情報を取得することにより、情報共有が行われる。

図4-2に示す通り、本システムは、(a) 起動画面、(b) 地図画面、(c) 位置情報登録画面、(d) 情報登録画面の四つの画面から構成される。地図画面では、登録情報が、種別に応じたアイコンでマップ上に表示される。アイコンの種類は、火災、水害、地震、犯罪の四つである。アイコンをタップすることで吹き出しにより、詳細な情報を閲覧できる。また、地図を見やすくするために、フィルタリング機能と方向表示機能を実装している。



図4-2 システムの画面（左）起動画面、（右）地図画面）

位置情報登録画面では、危険箇所の位置情報の登録を行う。ピンによって登録する位置を指定する。ピンの初期位置は利用者の現在地となっているが、後から登録したり、危険箇所に近づけない場合に備えて、対象位置にピンを移動させることで位置の登録ができる。登録できる情報は、写真、危険度、危険種別と原因項目、コメントの四つである。

この危険情報収集で作成された地域あんしんマップには、全部で 50 件の危険情報が登録された。情報の入力基本的には現地住民の方に行った。一部、入力が不安な方のサポートや大学関係者が危険箇所気づいて登録を行う場合もあった。この地域には水害が多いことから全体的に水害の情報が多く、特に川沿いや、水路が氾濫しやすい地域の特徴を反映している。また、昔ながらの茅葺屋根の家や狭い路地の多い地区には火災の、街灯が少なく空き家の多い地区には犯罪の情報が、地域の特性を反映したきめ細かい情報が集まっていることが確認された。

収集情報に対する検討会を、2018年4月19日に肥前浜宿の浜公民館で約2時間行った。情報検討の終了後、情報の既知性と妥当性に関するアンケート調査を実施した。登録情報は既知のものが多かったが、検討会により、これまで共有されていなかった自分の地区以外の未知の情報を共有できた。また、もう一度まち歩きをしたら新たな情報が加わるとかという問いかけには否定的であった。そうした情報を複数の住民で検討することにより、住民目線の地域特有のあんしんマップを作成することができた。

災害時に役立つ情報（AED、避難所、消火栓）の収集を行った。紙地図（ゼンリンマップ）を利用し、5種類の色の違うマーカーで火災、水害、地震、犯罪の四つの危険種別とその他の計五つに対して、危険な道やエリアを、地図に直接線や図形を書き込むことによって情報収集を行い、その結果をシステムによるあんしんマップに反映させた。全部で29件の情報が集まった。主なものは、消防車が通れない細い道と、水が流れ込む低い土地の情報であった。これらは過去の災害を踏まえたもの多く、地区の消防団長を含む、地域の防災担当者が一同に会して話し合いながら収集を行ったので、情報の妥当性は高いと考える。

#### 4-3. 遺伝的アルゴリズムによる複数人での避難経路探索の試み

近年、日本では大規模自然災害が多発しており、防災に対する意識の向上がみられる。そのため、防災技術や災害発生時の対策手段の開発が進められている。しかし、歴史的な地方都市では、伝統的な町並みを保つための法規制が存在し、ハード面による防災対策が困難な状況にある。特に、少子高齢化や過疎化が進んでいる地方都市においては、自助・共助・公助に基づいた人的ネットワークを基盤とする取り組みが欠かせない。ここでは、歴史的な地方都市において、遺伝的アルゴリズムによる複数人での避難経路システムを構築することを目的とする。

本研究では、新規に「a人の避難者がb箇所の避難場所へ逃げることを想定し、それぞれの経路を発見できるように検討する。このとき、人数に応じたペナルティを評価値に加えることで、複数人が同一の避難場所へ過度に集中しないように、設定する。まず、避難者の人数に応じてa人分並べたものが1個体となる。また、各避難者の出発点は固定となる。次に、評価方法である。1個体はa人分の経路を表しているため、全体の評価値Eは、x番目の避難者の評価値を $e_x$ と定義し、加算したものである。

異なる10種類の初期遺伝子集団を生成し、上述のような避難経路探索を行った。今回設定した出発点の場合、距離のみを考慮すれば、各出発点から出発した避難者が、どの避難場所へ逃げるのが最適かを示している。距離のみを考慮した場合に中学校へ逃げる避難者が最も多かったが、中学校へ逃げている人数が少なくなっていることがすべての試行で確認できる。逆に、距離のみを考慮した場合は避難者の数が少なかった小学校、公民館へ逃げている人数は増えていることが確認できる。また、各避難場所へ避難した人数は、同程度の人数となっていることが確認できる。このことから、すべての試行において、避難者が同一の避難場所へ集中しないように分散する効果の働いていることが確認された。

この結果を詳しく見るために、最終世代の最適解として発見された各避難場所まで示した。図4-3に示すように、中学校の近くから出発している避難者が、中学校へ避難していることが確認できる（#35, #36, #76, #78）。また、中学校から近いが、小学校へも近いところから出発している避難者が小学校へ（#30, #61）、公民館へも近いところから出発している避難者が公民館へ（#72）避難する結果となった。小学校の近くから出発した避難者（#27）や、公民館の近くから出発した避難者（#51）もそれぞれ小学校、公民館へ避難しており、同様の結果となっている。近い避難場所へ優先的に逃げつつ、それ以外の避難場所へも近い避難者が行き先を変更することで、各避難場所へ避難する人数がすべて同程度に調節できていることが確認できる。

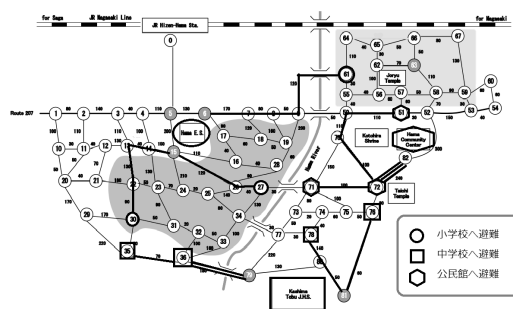


図4-3 計算機シミュレーション結果～実際に得られた避難経路～

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 7件）

- 1 Derbel M. R., Mishima N., “Comparing building exteriors design perception regarding the integration in an urban preservation area,” *Int. J. of Engineering and Technology (IJET)*, 10(6), pp.419-422, 2018, Doi: 10.7763/IJET.2018.V10.1103, 査読有
- 2 Y. Sumida, N. Mishima, “A Study on System for Reuse of Vacant Houses of a Historic Town by an Intermediate Organization viewing from Habitants’ perception,” *Int. J. of Engineering and Technology*, 10, pp.132-139, 2018, Doi: 10.7763/IJET.2018.V10.1047, 査読有
- 3 H. Wakuya, R. Nishimura, H. Itoh, N. Mishima, S.H. Oh and Y.S. Oh, “AN APPLICATION OF GENETIC ALGORITHM TO EVACUATION ROUTE PLANNING FOR ICT-BASED DISASTER PREVENTION DESIGN AIMING AT REAL-WORLD IMPLEMENTATION,” *ICIC Express Letters, Part B:*

- Applications, 8, pp.1-8, 2017, Doi: 10.24507/icicelb.08.11.1537, 査読有
- 4 N. Srinurak and N. Mishima, “Urban Axis and City shape evaluation through spatial configuration in ‘Lan Na’ Northern Thailand Historic city,” City, Territory and Architecture, 4(10), 18 pages, 2017, Doi: 10.1186/s40410-017-0067-z, 査読有
  - 5 Y. Hayashida, K. Kidou, N. Mishima, K. Kitagawa, Y.S. Oh, J.S. Yoo, “Development of Evacuee Support Using Heart Rate Variability,” Int. J. of Contents, 13, 1-5, 2017, Doi: 10.5392/IJoC.2017.13.2.001, 査読有
  - 6 N. Srinurak, N. Mishima, and A.N. Kakon, “Urban morphology and accessibility classification as supportive data for disaster mitigation in Chiang Mai, Thailand,” Lowland Technology International 2016, 18, pp.219-230, 2016, Doi: 10.14247/lti.18.3\_219, 査読有
  - 7 Y. Okazaki, S. Mori, H. Wakuya, N. Mishima, Y. Hayashida, B.W. Min, ” Development of a Sustainable Community-based Hazard Map Creation Support System for Traditional Towns with Local Heritage,” Int. Journal of Contents, 12, pp.58-65, 2016, Doi:10.5392/IJoC.2016.12.2.058, 査読有

[学会発表] (計 21件)

- 1 M. R. DERBEL, N. MISHIMA, “Quality of integration of a building in an urban heritage area: Evaluation of the impact of the variation of parameters on the accuracy of a deep learning method,” IASUR Conf. 2019, 2019
- 2 和久屋 寛, 田中裕恒, 伊藤秀昭, 「フィルタを導入した SOM による特定の観点に限定した簡潔な情報可視化」、第 20 回自己組織化マップ研究会 2019 講演論文集、2019
- 3 Y. Okazaki, S. Matsuo, H. Wakuya, N. Mishima, Y. Hayashida, B.W. Min, “Review of Hazard Information Collected for Local Disaster Prevention by Residents in a Historical Local Town,” 2nd INTERNATIONAL WORKS. P ON INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY FOR DISASTER AND SAFETY EDUCATION (ICTDSE2018), 2018
- 4 Y. MINE, N. MISHIMA, T. FUCHIKAMI, “AN ANALYSIS ON EVACUATION TO HIGHER PLACES CONSIDERING CAPACITY OF SHELTERS IN A TRADITIONAL LOWLAND TOWN,” International Symposium on Lowland Technology (ISLT 2018), Hanoi, Sept. 2018
- 5 R. Min, N. Mishima, T. Fuchikami, “An analysis on illumination distribution and residents’ perception in a historic town for streetlight planning,” 5th International Conf. on Civil and Urban Engineering (ICCUE 2018), 2018
- 6 田中裕恒, 和久屋 寛, 伊藤秀昭, 「特定の項目を抽出した自己組織化マップによる情報可視化」第 20 回日本知能情報ファジィ学会九州支部学術講演会、2018
- 7 岡崎 泰久, 松尾 将, 三島伸雄, 「歴史的な地方都市における地域防災のために収集したハザード情報の住民による検討」、教育システム情報学会第 43 回全国大会、2018
- 8 H. Wakuya, Y. Tanaka, H. Itoh, Y. Okazaki, N. Mishima, S.H. Oh, Y.S. Oh, “Information Visualization for Risk Estimation of Hazardous Locations from the Viewpoint of Disaster Prevention Design,” International Conf. on Convergence Content (ICCC2017), 2017
- 9 S. Kozaki, Y. Okazaki, H. Wakuya, N. Mishima, Y. Hayashida, B.W. Min, “A Trial of an ICT-based Regional Hazard Map by Local Residents in a Traditional Town,” International Conf. on Convergence Content (ICCC2017), 2017
- 10 N. Srinurak, N. Mishima, T. Fuchikami, “Evacuation Route Analysis Using GIS and Agent-based Simulation Focusing on the Street Obstruction Scenario,” International Conf. on Convergence Content (ICCC2017), 2017
- 11 L. Katenipa, N. Mishima, T. Fuchikami, “An evaluation of the potential for tourism-routes design guideline using isovist in historic preservation area,” International Conf. on Convergence Content (ICCC2017), 2017
- 12 増森遥香, 三島伸雄, 岩男真太郎, 住田裕美, 「酒造を核とする醸造町の観光まちづくりに向けた観光客動態アンケート分析 一肥前浜宿未来まちづくりプロジェクト その 1」、日本建築学会大会 (中国)、2017 年 9 月
- 13 岩男真太郎, 三島伸雄, 住田裕美, 増森遥香, 「町並み断面交通量からみた肥前浜宿の観光対応の課題 一肥前浜宿未来まちづくりプロジェクト その 2」、日本建築学会大会 (中国)、2017 年 9 月
- 14 住田裕美, 三島伸雄, 増森遥香, 岩男真太郎, 「町並み観光まちづくり構想策定に向けた住民意向の抽出と整理 肥前浜宿未来まちづくりプロジェクト その 3」、日本建築学会大会 (中国)、2017 年 9 月
- 15 日高 祐太郎, 三島伸雄, 渕上 貴由樹, 「低平地に位置する歴史的町並みにおける住民意識を考量した避難経路分析について - 指定避難所への避難リスクと道路閉塞確率を踏まえて-」、日本建築学会九州支部研究報告 第 56 号 2017 年 3 月 5 日、会場：長崎大学
- 16 Y. OKAZAKI, S. KOZAKI, S. MATSUO, H. WAKUYA, N. MISHIMA, Y. HAYASHIDA, B.W. MIN, “Angular Segment Analysis to support the Reinvention of Religious spaces in Chiang

- Mai's Historic town," Proc. of the 11th ISAIA, D-5-1, 1920-1925, Miyagi, Japan, Sept. 20-23, 2016
- 17 M.R. Derbel, Y. Sumida, and N. Mishima, "Comparative analysis of different landscaping approach in a traditional area from the perspective of architectural insertion," Proc. of 10th International Symposium on Lowland Technology, 309-316, September 15-17, 2016 at Mangalore, India
  - 18 Y. Hidaka, N. Mishima, "Location planning of temporary evacuation areas analysis for disaster prevention town considering probability of rubble flow and probability of street blockage," Proc. of 10th International Symposium on Lowland Technology, 336-341, September 15 - 17, 2016 at Mangalore, India
  - 19 住田裕美、三島伸雄、湊上貴由樹、「歴史的町並みの住民認識からみた中間組織による空き家利活用管理体制」、日本建築学会大会学術講演梗概集（九州）2016年8月
  - 20 埋金卓司、三島伸雄、湊上貴由樹、「韓国安東市河回村における延焼予測からみた避難計画立案」、日本建築学会大会学術講演梗概集（九州）2016年8月
  - 21 日高祐太郎、三島伸雄、湊上貴由樹、「道路閉塞確率からみた歴史的町並みの一時避難場所の検証」、日本建築学会大会学術講演梗概集（九州）2016年8月

〔図書〕（計 1 件）

- 1 西村幸夫・野澤康編、執筆者：西村幸夫、遠藤新、野原卓、宮脇勝、桑田仁、窪田亜矢、前田英寿、中島直人、中島伸、松井大輔、野澤康、鈴木伸治、岡崎篤行、今村洋一、黒瀬武史、永瀬節治、木下光、三島伸雄、「まちを読み解く 一景観・歴史・地域づくり」、朝倉書店、2017

〔その他〕

ホームページ等（佐賀大学 ICT 防災デザイン研究所）  
<https://ja-jp.facebook.com/sadai.ictdpd.project/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：北川 慶子  
ローマ字氏名：Keiko Kitagawa  
所属研究機関名：聖徳大学  
部局名：心理・福祉学部  
職名：教授  
研究者番号（8桁）：00128977

### (2) 研究分担者

研究協力者氏名：林田 行雄  
ローマ字氏名：Yukuo Hahashida  
所属研究機関名：佐賀大学  
部局名：理工学部  
職名：特任教授  
研究者番号（8桁）：90125162

### (3) 研究分担者

研究協力者氏名：岡崎 泰久  
ローマ字氏名：Yasuhisa Okazaki  
所属研究機関名：佐賀大学  
部局名：理工学部  
職名：教授  
研究者番号（8桁）：90253583

### (4) 研究分担者

研究協力者氏名：和久屋 寛  
ローマ字氏名：Hiroshi Wakuya  
所属研究機関名：佐賀大学  
部局名：理工学部  
職名：准教授  
研究者番号（8桁）：40264147

### (5) 研究分担者

研究協力者氏名：有馬 隆文  
ローマ字氏名：Takafumi Arima  
所属研究機関名：佐賀大学  
部局名：芸術地域デザイン学部  
職名：教授  
研究者番号（8桁）：00232067