コロナ時代の密を考慮した避難所ナビゲーションアプリの開発

中田 大翔† 室谷 敏生‡ 中村 匡秀‡

†兵庫県立姫路西高等学校  
‡神戸大学大学院システム情報学研究科

E-mail: hiroto.nakata@ws.cs.kobe-u.ac.jp, musan@ws.cs.kobe-u.ac.jp, masa-n@cs.kobe-u.ac.jp

**あらまし** 日本は災害大国であり, 毎年甚大な被害が出ている. 2020年にはCOVID-19の世界的流行により, 災害時の避難所において住民の受け入れ人数の削減などが行われ, 避難所に収容できないケースが発生している. 本研究では, 住民の自助によって避難所での密の形成を回避するアプリケーションShelter Naviを提案する. Shelter Naviは自治体内に存在する避難所の場所と混雑度合いを管理し，地図上に可視化して，災害時に住民が密を避けて分散避難するための情報を提供する．住民が避難所に「チェックイン」すると，Shelter Naviは混雑度合いをリアルタイムに更新する．これによって，各避難所に特別な設備を必要とすることなく，避難所での密を考慮した避難が可能となる．本稿では，Shelter Naviのユースケースを定義し，ドメインモデルおよびサービスの設計を行う．さらに，Shelter NaviのプロトタイプをSpring BootおよびBootstrapを活用したモバイルWebアプリケーションとして実装する．

**キーワード** 災害，Webアプリ，新型コロナウイルス，避難意識, 避難所，自助

Development of Shelter Navigation with Considering Three Cs in the Corona Age

Hiroto NAKADA† Toshiki MUROTANI‡ and Masahide NAKAMURA‡

†Himeji West High School  
‡Graduate School of System Informatics, Kobe University

E-mail: hiroto.nakata@ws.cs.kobe-u.ac.jp, musan@ws.cs.kobe-u.ac.jp, masa-n@cs.kobe-u.ac.jp

**Abstract** Japan is a disaster-prone country, and tremendous damage occurs every year. Due to the global pandemic of COVID-19 in 2020, evacuation shelters have been forced to reduce the number of residents, in order to reduce the risk of infection. Some evacuation shelters have been unable to accommodate evacuators due to full capacity. In this study, we propose a novel application, *Shelter Navi.* It aims to avoid the formation of dense crowd in evacuation shelters by self-efforts of citizens themselves. Shelter Navi manages the location and the congestion status of every shelter within a local government, and visualizes the information on a map. When a disaster occurs, citizens check the information with mobile phones, and evacuate to vacant shelters. As a citizen “checks in” to a shelter, Shelter Navi updates the status at real time. Thus, the app allows crowd-aware evacuation without any special equipment in the shelter. In this paper, we first define use cases of Shelter Navi, and then conduct domain modeling and service API design. Finally, we implement a prototype of Shelter Navi as a Web application, using latest application frameworks Spring Boot and Bootstrap.

**Keywords** disaster, Web application, COVID-19, preparedness, evacuation shelters, self-effort

1. はじめに

日本は災害大国であり，毎年大規模な自然災害が発生している. 近年では，いわゆる異常気象による豪雨により甚大な被害が発生しており，命を落とす人も後を絶たない. 2018年7月の西日本で発生した豪雨災害では，死者200人を超える被害が出た[参考文献]．犠牲者が出た地域の多くは，洪水浸水想定区域や土砂災害警戒区域内であり，避難行動を促す情報が事前に発令されていた. つまり，特に豪雨災害においては，住民が逃げ遅れによって死亡している事例が多い. 逃げ遅れの主な要因は，「自分は大丈夫だ」と思い込む正常性バイアス等の心理効果による避難意識の欠如，災害時における適切な行動が分からないなどの知識不足，避難場所の確認不足などが挙げられる[参考文献]．

さらに2020年に起こった新型コロナウイルス感染症の流行によって，感染対策を考慮した新たな避難所運営が必要になっている[参考文献]．その一環として，三密回避のための避難所の受け入れ人数制限・管理があり，避難してきた住民が避難所に入れなくなる事態が想定される．実際に2020年9月九州に台風10号が直撃し避難所が開設された際に，避難してきた住民が2か所続けて受入拒否された事例が発生している[参考文献].

このような問題に対して，独自に対策を行なっている自治体もある. 宮崎県日南市では，飲食店などの混雑状況を配信するアプリケーションVACANを用いて,避難所の混雑状況の配信を行い，一定の効果を上げている[参考文献]．しかしながら，避難所の混雑状況は，自治体職員の手作業によって計測・更新されている．したがって，コロナ時代に必要な新たな施策も，各自治体に任せきりになっており，職員の職務負担の増大につながっているのが現状である．

このような背景の下，我々は「コロナ時代に災害が起きた場合，住民が自治体に頼ることなく，自分たちで適切な避難所へ分散避難できないか？」をリサーチクエスチョンに設定して研究を進めている．

本研究では，住民の自助によって避難所での密の形成を回避し，迅速且つ安全な避難の実現を支援するモバイル・アプリケーションShelter Naviを提案する. Shelter Naviは，クラウドサーバで自治体内の避難所の場所と混雑状態を管理し，地図上に可視化して，災害時に住民が密を避けて分散避難するための情報を提供する．住民が避難所に「チェックイン」すると，Shelter Naviは混雑度合いをリアルタイムに更新する．これによって，各避難所に特別な設備を必要とすることなく，避難所での密を考慮した避難が可能となる．

本稿では，Shelter Naviのユースケースを定義し，ドメインモデルおよびサービスの設計を行う．さらに，Shelter NaviのプロトタイプをSpring Boot [参考文献]およびBootstrapを活用したモバイルWebアプリケーションとして実装する．Shelter Naviによって，住民の避難意識の向上と，With/Afterコロナ時代の避難所運営の効率化につながることが期待できる.

1. 準備

2.1 日本における災害避難

近年わが国では，異常気象などの影響により「数十年に一度」と言われるような大規模な豪雨災害が頻繁に発生しており，毎年多くの犠牲者が発生している． 2018年7月の西日本豪雨災害では，避難勧告が発令されていたにもかかわらず，人的被害が多く発生したことが報告されている．[1] 犠牲者の中には「逃げ遅れ」によるものが多く存在した．

災害時における住民の避難を促すための情報として，気象庁から発令される大雨・暴風・洪水等の気象警報，各自治体から発令される避難勧告並びに避難指示等がある. 避難指示に関しては，強制力はないため，避難するかどうかは，避難することによる危険などを踏まえた住民の判断に任されている. しかし，このような自身の身に危険が迫っている場合は，大量の情報の処理を時間的制約がある中で正確に行うことを迫られることなどによる強いストレスにより，冷静さを保つ目的で，平常時と同じリスク評価，つまり事態を楽観視してしまう傾向である「平常性バイアス」が働く. これにより，自身に都合の良いように解釈をしてしまい，「自分は大丈夫だ」といったような思考が生まれ，結果として意思決定や避難行動の遅れにつながっていると考えられている. [2] 加えて，避難する避難所の確認ができていない，避難経路がわからないなどの住民の事前準備や意識の低さも避難率の低下につながっている．

2.2 コロナ時代の避難所運営

　2020年，新型コロナウイルス感染症の世界的流行により，社会のあらゆる場面で様式の変化が求められた. 防災の面では，避難所での感染対策が急務で進められ，各自治体から感染対策が盛り込まれた新たな避難所運営マニュアルが発行された. 具体的には，避難スペースの設置レイアウト例（収容人数，間隔など）や避難所受け入れ前の検温・問診などの実施などが新たに示された. また，密集を避けるため，避難所当たりの収容人数を大きく制限せざるをえなくなった．

このような感染対策により，状況がわからずに避難してきた住民が避難所に入れてもらえないケースが懸念されている．2020年9月九州に台風10号が直撃し避難所が開設された際に，避難してきた住民が2か所続けて受入拒否された事例が発生している[参考文献].

このような問題に対し，独自に対策を行なっている自治体もある．宮前県日南市では，飲食店の混雑状況などを配信するアプリケーション「VACAN」を用いて，避難所の混雑状況の配信を行っている．しかしながら，避難所の混雑状況は，自治体職員の手作業によって計測・更新されている．

このように，コロナ時代における避難所運営の新たな施策も試行錯誤的に行われてきているが，基本的には自治体に任せきりになっており，職員の職務負担の増大につながっているのが現状である．さらには，このような自治体の対策に住民が依存してしまい，住民の自助が抑制されてしまうことも懸念される.

2.3 リサーチクエスチョン

　以上を踏まえて，我々は以下のリサーチクエスチョンを設定し，それに答える手法を研究している．

RQ「コロナ時代に災害が起きた場合，住民が自治体に頼ることなく，自分たちで適切な避難所へ分散避難できないか？」

1. 提案手法



図２： ユースケース図



図１： Shelter Navi の全体概要図

3.1 システム概要

　我々は，災害時にできるだけ住民の自助行動によって，密の形成を回避しつつ，安全かつスムーズに避難を行うことを支援するアプリケーションShelter Naviを提案する．Shelter Naviは，クラウドサーバと住民各自が所有するスマートフォンをICTで連携することで構成される．リサーチクエスチョンを解決するために，我々は以下のA1~A3のアプローチによってShelter Naviを実現する．図1にその概要図を示す．

A1．クラウドサーバによる避難所の情報の管理

　　Shelter Naviは，自治体が管理する避難所の情報をクラウドサーバで管理する．避難所の情報はマスタ情報と状態情報に分かれる．マスタ情報は，避難所名，住所，緯度経度，収容可能人数，管理人等で構成され，事前に自治体の職員によって登録されるものとする．状態情報は，各避難所の現在の収容者，収容人数，混雑度合い等で構成され，A3で後述するチェックインによって更新される．また，Shelter Naviを利用する住民は，住民ユーザ情報をクラウドサーバに登録する必要がある．住民ユーザ情報は氏名，メールアドレス，パスワード，世帯人数，自宅住所である．

A2．リアルタイムな避難所混雑状況の配信と可視化

　　災害が発生した際，Shelter NaviはA1の避難所情報を地図上に可視化する．住民は自身のスマートフォンで，自分の現在地（GPSで取得）と近隣の避難所（地図上のピンで表示）を確認する．各避難所の混雑度は，ピンの色や詳細情報で確認できるため，住民は自身の状況と混雑状況に基づいて，最適な避難所を自分で探し避難を行う．

A3.避難所へのチェックイン

　　目的の避難所に到着したら，住民はスマートフォンのアプリケーション上でチェックイン操作を行う．Shelter Naviはその住民のチェックイン時刻をクラウドサーバに記録するとともに，住民の世帯人数をその避難所の収容人数に加算し，混雑状況を更新する．チェックイン機能により，各避難所に収容されている住民とその数を職員の手を借りずに自動集計できる．また，スマートフォンの扱いに不慣れな住民のために，担当者が住民のチェックインを代理で行う機能も提供する．

3.2 ユースケース

Shelter Naviで実現する機能を明確化するために，ユースケース定義を行う．Shelter Naviの利用者は，住民と自治体職員であり，それぞれのユーザロールでユースケース定義を行う．なお，住民のユーザ登録は住民自身が行うが，自治体職員のユーザ登録はShelter Naviの管理者が行うものとする．これは，自治体職員ユーザが災害時に住民の個人情報を参照するためであり，セキュリティ上の考慮である．図２にShelter Naviのユースケース図を示す．

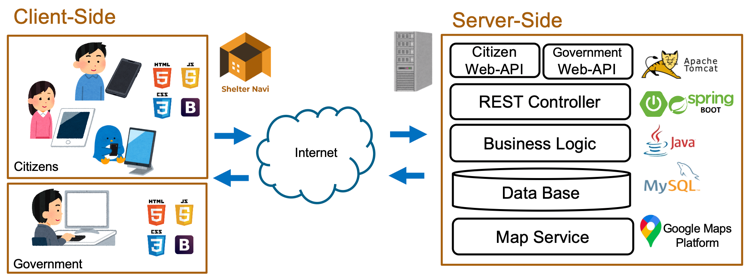


図３：システムアーキテクチャ

3.2.1 住民ユースケース

住民のユースケースとして，以下のC1~C3を示す．

C1．住民情報を登録する

住民はShelter Naviの利用にあたり，事前に自身の住民情報を登録する必要がある．サインアップ画面から，氏名，メールアドレス，パスワード，世帯人数，住所などの情報を登録する．登録後，住民はメールアドレスとパスワードでアプリにログインする．

C2．避難所を検索する

災害発生時に，住民は近隣の避難所をShelter Navi上で検索する．自分の現在位置周辺の避難所が地図上にピンで表示され，その混雑度をピンの色で確認できる．また，ピンをクリックすると，その避難所の詳細情報を確認できる．詳細情報は，避難所名，住所等のマスタ情報と現在の混雑度等の状態情報である．

C3．チェックインする

　住民は，目的の避難所に到着したら，Shelter Navi上でチェックイン操作を行う．システムは，その住民のチェックインを記録する．さらにシステムは，その避難所の収容人数にその住民の世帯人数を加算し，避難所の混雑状態を更新する．

3.2.2 自治体ユースケース

　自治体ユースケースとして、以下のG1~G3を示す。

G1．避難所を登録する

　　自治体の担当職員が，避難所のマスタ情報を登録する．避難所名，住所，緯度経度，収容可能人数などのデータ項目を登録する．

G2．避難所の状態を確認する

　　災害が発生した際，自治体の担当職員が各避難所の状態を確認する．画面には，地域内の全自治体のリストと混雑ｒ状況がリアルタイムに表示される．特定の避難所を選択することで，チェックインしている住民の情報や人数を確認できる．これにより，自治体職員は混雑状況確認のために避難所に直接赴く必要がなくなり，感染拡大防止及び職務負担軽減につながる．

G3．住民の安否確認をする

　　災害時に，自治体の担当職員が，特定の住民の安否確認を行うことができる．名前やメールアドレスで住民を検索し，どの避難所に避難しているか，いつチェックインしたか等の情報を確認する．安否確認は，親族や病院等，関係者や関係機関からの要請に基づいて，自治体職員が行うことを想定している．

3.3 システムアーキテクチャ

図2にShelter Naviのシステムアーキテクチャのイメージを示す．Shelter Naviはクライアント・サーバ方式のWebアプリケーションとして構成される．

サーバサイドは，クラウドサーバの機能を配置し，避難所，ユーザ，チェックイン等の主要なデータを管理する．コントローラ層，ドメイン層，永続層を有する典型的なレイヤードアーキテクチャを採用し，データや操作へのアクセスは，REST-APIを通して行う．また，地図機能のために，外部の地図クラウドサービスを連携して利用する．サーバサイドで利用する技術としては，Javaを実装言語とし，Spring Bootアプリケーションフレームワーク，Apache Tomcat Webサーバを用いる．また，データベースはMySQL，地図サービスにはGoogle Maps APIを用いる．

一方クライアントサイドには，主にユーザインタフェースの機能を配置する．OSや機種の違いを意識せずに済むように，スマートフォンまたはPCのWebブラウザ上でShelter Naviのユースケースを実行できるようにする．HTML，CSS，JavaScriptを実装言語とする．また，スマートフォンの画面で使いやすいように，Bootstrapを利用したレスポンシブルデザインを取り入れる．

5 考察

5.1 Shelter Naviの効果・メリット

Shelter Naviの実現によって得られる効果・メリットとして，以下の3点が挙げられる。

1つ目は，住民が受け入れ人数に余裕のある避難所を自力で見つけることができる点である．これは，本稿のリサーチクエスチョンである「住民が自治体に頼ることなく，自分たちで適切な避難所へ分散避難できないか？」という課題の解決に資するものである．

2つ目は，避難所の混雑度が住民のチェックインとシステムによって自動的に算出・更新される点である．これによって，各避難所に混雑状況を管理する専任職員を置く必要がなくなる．

3つ目は，自治体の職員がリアルタイムで登録されている全避難所の状況を確認できる点である．各避難所の状況をShelter Naviで一括横断的に管理できるため，自治体職員の職務負担を軽減するとともに，安否確認や分散避難指示など，従来では困難だった避難所運営のアクションが可能となる．

5.2 Shelter Naviの限界

我々が現状で把握しているShelter Naviの限界として，以下の3つが挙げられる．

1つ目は，正確な避難所情報の登録が必要となる点である．具体的には，平時において避難所の緯度経度や収容可能人数，開設状況等のマスタ情報を登録・保守する必要があり，これには自治体の協力が必須である．

2つ目は，スマートフォンの操作に慣れていない人にとって，Shelter Naviをうまく操作できるかという懸念である． Shelter Naviはスマートフォンでの使用を前提としたアプリケーションであるため，スマートフォンの操作に不慣れな，またスマートフォンを所有していない高齢者などの人々にとって，このアプリケーションを利用することは難しいと予想される．

3つ目は，アプリケーションがモバイル通信網に依存しているという点である．災害時にモバイル通信網が不通になった場合，サーバへアクセスできなくなるため，Shelter Naviが動作しない．

**文 献**

[1] 国土交通省 “平成３０年７月豪雨災害の概要と被

害の特徴”

[2] 菊池聡, “非常時の思い違いと批判的思考” 日本科

学教育学会年会論文集, Vol.35, pp.9-10, 2011.

1. (雑誌の場合) 著者名，“標題，”雑誌名，巻，号，pp.を付けて始め－終りのページ，月(英語)年.
2. (雑誌例1) 山上一郎，山下二郎，“パラメトリック増幅器，”信学論(B), vol.J62-B, no.1, pp.20-27, Jan.1979.
3. (雑誌例2) W. Rice, A. C. Wine, and B. D. Grain, diffusion of impurities during epitaxy, Proc. IEEE, vol.52, no.3, pp.284-290, March 1964.
4. (著書，編書の場合) 著者名，書名，編者名，発行所，発行都市名，発行年．
5. (著書，編書例1) 山田太郎，移動通信，木村次郎（編），pp.21-41,（社）電子情報通信学会，東京，1989．
6. (著書，編書例2) H. Tong, Nonlinear Time Series: A Dynamical System Approach, J. B. Elsner, ed., Oxford University Press, Oxford, 1990.
7. (著書の一部を引用する場合) 著者名，“標題，”書名，編者名，章番号またはpp.を付けて始め－終りのページ，発行所，発行都市名，発行年．
8. (著書の一部引用例1) 山田太郎，“周波数の有効利用，”移動通信，木村次郎（編），pp.21-41，（社）電子情報通信学会，1989．
9. (著書の一部引用例2) H. K. Hartline, A. B. Smith, and F. Ratlliff, Inhibitoryinteraction in the retina, in Handbook of Sensory Physiology, ed. M. G. F. Fuortes, pp.381-390, Springer-Verlag, Berlin.
10. (国際会議の場合) 著者名，“表題，”会議名，no.を付けて論文番号，pp.を付けて始め－終りのページ，都市名，国名，月（英語）年．
11. (国際会議例) Y. Yamamoto, S. Machida, and K. Igeta, “Micro-cavity semiconductors with enhanced spontaneous emission, ” Proc. 16th European Conf. on Opt. Commun., no.MoF4.6, pp.3-13, Amsterdam, The Netherlands, Sept.1990.
12. (国内大会，研究会論文集の場合) 著者名，“標題，”学会論文集名，分冊または号，no.を付けて論文番号，pp.を付けて始め－終りのページ，月（英語）年．
13. (国内大会，研究会論文集例) 川上三郎，川口四郎，“紫外域半導体レーザ，”1995信学全大，分冊2,no.SB2-1,pp.20-21,Sept.1995.