



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	津波避難対策特別強化地域における防災システム構築アプローチ
Author(s)	加藤, 知愛; 米田, 夏輝
Description	第70回土木計画学研究発表会・秋大会 2024年11月15日(金)・16日(土)・17日(日) 開催場所: 岡山大学 津島キャンパス 11月17日 第3会場 38 複合危機時代における総合防災の政策と実践
Issue Date	2024-11-17
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/93615
Type	conference paper
File Information	38-04.pdf



津波避難対策特別強化地域における 防災システム構築アプローチ

米田 夏輝¹・加藤 知愛²

¹ 非会員 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング（〒530-8213 大阪府大阪市北区梅田 2-5-25）

E-mail: natsuki-yoneda@murc.jp

² 非会員 北海道大学 北海道大学公共政策大学院（〒060-0908 札幌市北区北 9 条西 7 丁目）

E-mail: t.katoh@hops.hokudai.ac.jp

津波避難対策特別強化地域では、予測される巨大地震から市民の生命を守るための防災対策の強化が図られている。本研究では、登別市における避難計画を、GIS、オープンデータ、津波予測、住民の避難訓練の行動データを用いて検証し、新しい避難計画を再構成する防災政策過程を描写する。登別市の防災システム構築（登別 DPES）の試みは、関係者による災害リスクの共有段階、課題と解決アプローチの共有段階、新しい防災システム構築アプローチの共有（DPES3.0）段階へと進展してきた。登別 DPES3.0 に防災情報インフラと人的ネットワークを接合することで、住民の自発的な避難を促すインターフェイスを備えた防災システムに再構成される。本研究では、上記の政策形成過程から、住民に期待される「3 つの行動の形態」と、それらの行動をコード化する方法論を導出した。

Key Words: Disaster prevention and evacuation system, Special Tsunami Evacuation Measures, GIS, Citizen participation, Evacuation guidance, Disaster prevention plan

1. はじめに

(1) 研究の背景

内閣府が 2020 年 4 月 21 日に公表した北海道・東北地方北部の太平洋側を震源とする巨大地震の想定によると、北海道沖の千島海溝で最大マグニチュード（M）9.3、東北沖の日本海溝で M9.1 の地震で、最高約 30 m の大津波が東日本の広範囲に到達する¹⁾。津波避難対策特別地域の自治体は、この予測下で緊急対応するための計画と施策の立案に取り組んでいる。加藤・米田等の研究グループは、2022 年に開発した自治体の防災システム構築を支援する政策パッケージ：防災システム構築（Disaster Prevention Evacuation System：DPES）を活用して、津波避難対策特別地域の自治体の避難計画の検証と新しい避難計画の立案を支援している²⁾。

DPES の中心的な構成要素である地理情報を用いて津波避難を可視化する先行研究には、橋本³⁾、奥野・橋本等がある⁴⁾。本研究では、これらの地理情報を活用して被害を可視化する方法論に、防災政策の立案と実施を支援するアプローチを組み合わせた「政策形成過程と実施プロセス」を分析の範囲としている点で、先の研究との違いがある。

北海道登別市において DPES のプロトタイプを運用した結果、大学と行政間の協働による防災政策を構築するスキーム（登別 DPES）が形成された⁵⁾。登別 DPES とは、

既存の防災システム(1.0)に、避難訓練の実測データを結合したり、行政が保有するデータを用いて既存の避難計画等を検証する等により、望ましい避難計画等の防災政策を再構成するための防災システム構築ツールである。大学と行政が協働して制作・活用・運用される DPES を、自治体の防災政策形成過程に導入することによって、既存の防災システムをより良いものに更新することができる。翌年度に実施訓練を行って既存の防災計画の検証と更新を実施していくならば、次第に「防災システムを構築するしくみ」が自治体内に定着し、制度化されていくことになる。

このような防災政策システムを構築するプロセスは、5 階層ある（図 1）²⁾。

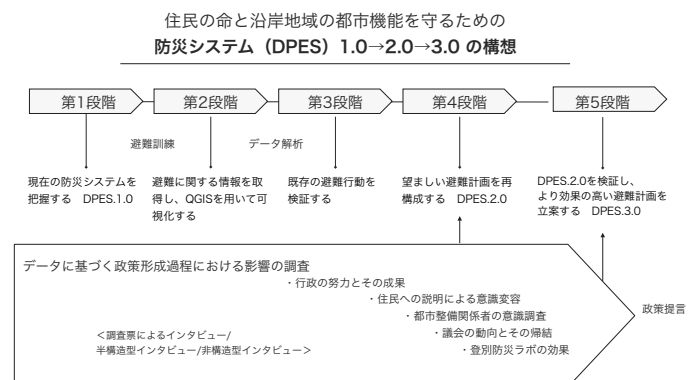


図1 登別 DPES 構築プロセス

5 階層とは、防災システムを把握する第 1 階層、避難に関する情報を取得する第 2 階層、GIS を用いて危機を可視化し検証する第 3 階層、既存の行動コードを検証して、望ましい計画を再構築する第 4 階層 (DPES 2.0)、DPES 2.0 を検証して、より効果の高い避難計画を立案する第 5 階層である。登別 DPES は、2023 年 3 月に第 3 階層から第 4 階層に至り(登別 DPES 2.0)、2023 年度の避難訓練後に避難計画を更新して(登別 DPES 3.0)、第 4 階層から第 5 階層にシフトした。

(2) 研究課題と手法

本研究の調査対象地の北海道登別市の人口は 45,656 人で⁹⁾、沿岸部に多くの住民が密集して居住する。日本海溝モデル型の地震が発生した場合、登別市では、最短 31 分で津波が到達する⁷⁾。北海道の被害想定では、冬季に最大 1,400 棟の建築物被害、20,000 人の人的被害が発生する⁸⁾。ゆえに、住民自身が適切な避難行動をとれるように政策的なサポートを実施して、人的被害を減らさなければならない。本研究の目的は、こうした津波避難特定地域の自治体が直面している課題を解決して、大学等の他セクターのアクターと協働的に望ましい防災システムを構築する方法を明らかにすることにある。

上記の目的を解決するため、登別市で実施された津波における図上演習、避難訓練の参与観察から得られたデータを元に、既存の津波避難の計画の妥当性を 3 段階のプロセスで検証し、防災政策形成過程における防災システム構築アプローチを導出する。検証の 3 段階とは、1) 避難訓練の住民避難行動のログデータを取得して QGIS 上に可視化する⁹⁾ 第 1 段階、2) 避難訓練から得られたデータから課題を把握して関係者に共有する第 2 段階、3) 課題を解決して新たな防災システムを構築する第 3 段階である。

本稿では、第 2 章で登別市の防災システム構築プロセスを描写する。第 3 章で津波避難特定地域の自治体における防災システム構築アプローチを提示し、第 4 章で考察を加える。

2. 事例研究 登別市の防災システム構築

(1) 災害リスクと解決アプローチの共有 (DPES 1.0-2.0)

2021 年 11 月から登別市と北海道大学は、全 7 回の登別防災ラボ(以下、「登別防災ラボ」)を開催し、レクチャー(第 1 回、第 3 回)、ニーズ調査(第 2 回)、コンテンツ制作と行政担当官のスキルアップ(第 4 回)、津波避難の図上演習の参与観察と検証(第 4 回)、全市総合避難訓練(土砂災害)の参与観察と検証、避難訓練における住民の徒歩避難のプロンプデータの実測結果の

分析と検証(第 5 回)を実施してきた²⁾。上記の登別防災ラボから、3 タイプの DPES コンテンツが制作された。この間に、大学と行政は、災害リスクと既存の避難計画の課題と解決アプローチを共有し、次の防災システムを構築する実践知を蓄積していった。

研究グループは、2022 年 10 月 8 日に実施された登別市鷺別地区及び富浜地区の避難訓練を参与観察して、GPS ロガーを持って避難する住民の移動ルートと時間を計測した。この実測調査には、鷺別地区及び富浜地区の 9 つの町内会、登別市職員、北海道大学関係者の 50 名が参加した。本計測における有効データ率は、92%だった。

次に津波予想データと上記実測値を重ねた動画コンテンツ(登別 DPES コンテンツ)を作成し¹²⁾、避難行動の有効性を検証した。

検証結果は、以下の通りである。登別市における市内の浸水想定エリア内に位置する人口は、33,230 人、建築物数は、20,671 棟に達する(表 1)。農業を除く事業所の浸水率は 75%である。いずれの業態も被害を受け、第二次産業では建設業や製造業、第三次産業では小売業などが被害を受ける。市全体の人口、建築物の約 70%、事業所の約 75%が浸水エリア内に居住・立地している。また、国道 36 号線と JR 室蘭本線の一部が浸水する。幌別地区は行政の中心エリアの幌別地区の大半が津波被害を受ける。鷺別地区は集合住宅や商業施設などが多く立地し、JR が内陸側に逸れるために、幌別地区と同様に災害時の避難が困難である。登別地区は、幌別や鷺別の 2 つのエリアほど浸水しないことがわかった¹⁰⁾。

表 1 登別市における人口、建築物の津波被害

項目	浸水数	浸水率
人口	33,230 人	70.70%
建築物	20,671 棟	74.28%
事業所	1,126 箇所	76.43%

実測したログデータと津波想定データを重ねた結果、4 つの事実が可視化された。第 1 に、津波到達想定時間(31 分後に着岸)内に、ロガーを持った全ての住民が、浸水想定エリア外にある避難所に到着した。従って、既存の避難誘導の有効性が認められた。第 2 に、災害時においても、踏切以外の場所から線路に侵入することができないため、9 m の津波から避難する局面でも、線路を迂回して海岸線と平行に移動する避難コードとなっている。そこに生じる時間的ロスには許容できない可能性がある。第 3 に、沿岸町内会の図上演習で避難場所とした真宗寺は、ハザードマップで避難場所にも指定されており、その認知度は高い。しかし、津波想定を可視化すると、真宗寺の周囲が津波到達時に一面が浸水して孤立する。しかし、別の避難路がなく、二次避難が困難になる。ま

た、避難ニーズに対する収容可能人数が少なく、備蓄品も不足している。第 4 に、避難訓練で設定された避難場所はいずれも浸水想定エリア外にあったが、浸水域に接していた。「想定」を超えた津波の場合に備えて、より内陸部へ移動を続ける必要がある。

以上の結果から、既存の避難誘導の有効性が認められた一方で、これまで避難所として認知されていた場所が津波によって退路が失われる可能性があること、また、可能な限り安全な場所に避難を継続する必要があることなどを踏まえて、現行の避難所の位置及び避難ルートを再検討しなければならないことが明示された。

(2) 登別 DPES 構築プロセスの共有 (DPES 2.0-3.0)

2022 年度の避難訓練行動と津波予測を QGIS 上に重ねて制作した DPES コンテンツから、一次避難所で多くの住民が孤立する事態になることがわかったため、この結果を第 5 回登別防災ラボで、防災担当官と共有した。登別市地域防災計画では、消防機関と行政には車両による誘導を行うことになっている。そこで、第 6 回登別防災ラボでは、研究者は、a.「救助機関の安全確保、緊急車両の避難、道路啓開の浸水深・余裕高の前提条件、内陸連絡路の確保、病院や市役所などの防災拠点から縦方向に一次避難した被災者を救助する」などの二次避難オペレーションアプローチと、b.都市・交通計画の観点から車避難の有用性とリスクについて提言した。

「消防による沿岸部の避難誘導」と「消防隊員の安全確保」は両立しないことに直面した登別市は、これらの課題の対応策として、消防隊員の安全確保を優先し、許容時間で最善の救助を行うコマンドウェア(Commandware)¹⁾について構想する一方、a.安全な避難路と復旧復興の速度を高める道路の整備、b.避難ビルの確保等、より多くの住民を救出するための具体的な方策の立案に入った。要配慮者の居住データと津波予測データを重ねて、精度の高い個別避難計画を立案することは、その重要なアプローチの 1 つである。

(3) 避難誘導システムの改良 (DPES 3.0-3.1)

a) 2023 年全市避難訓練の概要

2023 年全市総合避難訓練は、津波の災害や洪水の災害の想定で、町内会が主催して実施された。市は多くの小中学校に対して情報提供を行い、小中学校と町内会の避難訓練の共同実施を全面的にサポートしたため、避難訓練への参加率が高い地区(幌別、鉄南、幌別西、青葉)を中心に、町内会と小中学校が合同で避難訓練に参加するスキームがつくられた。

この避難訓練には、同市に立地する日本工学院北海道専門学校の学生チームと、のぼりべつ女性防災ネットワ

ークのメンバーも参加して、避難行動の調査に協力したことにより、後述するように、DPES にアプリケーションを結合するアプローチが見出され、要配慮者の個別避難計画作成に係る重要なインサイトを得ることができた。

b) 避難計画の検証

検証結果は以下の通りである。2023 年 11 月 14 日・22 日に第 7 回登別防災ラボが開催され、住民の避難行動のログデータ(表 2)と津波予測を重ねた動画コンテンツ(：DPES 2023)を共有して課題と解決アプローチを議論し、登別市の防災システムを構想した。ローガーの配布数 25、ログデータの回収率は 100%、有効データ数は 18、有効データ率は 72%だった。25 データ中 13 名が健常者、5 名が支援を受けた要配慮者だった。

表 2 避難行動の速度と避難距離

	速度 (km/h)	避難距離 (km)	属性
1	3.9	1.43	健常者
2	2.1	0.77	健常者
3	4.4	0.33	健常者
4	4.6	0.76	健常者
5	3.4	1.67	要配慮者
6	3.5	1.47	要配慮者
7	3.1	1.35	要配慮者
8	4.3	1.29	要配慮者
9	2.2	1.27	要配慮者
10	4.7	0.89	健常者
11	4.4	0.46	健常者
12	2.9	0.90	健常者
13	4.3	0.99	健常者
14	5.0	1.39	健常者
15	4.3	0.80	健常者
16	4.2	0.79	健常者
17	2.0	0.79	健常者
18	4.0	1.38	健常者
平均	3.5	1.04	

DPES 2023 から、次の 5 つのインサイトが得られた。

第 1 に、幌別中学校に向かった参加者は、避難開始から約 30 分後に全員が到着した。北海道の公開する予測によると、幌別中学校周辺には 39 分後に津波が到達する。災害時に同様の避難行動をとることができたならば、浸水予測エリアの外に避難できる(図 2)。



図 2 幌別中学校への避難行動と津波予測

第 2 に、青葉小学校に向かった参加者は、約 15 分後に到着した。青葉小学校周辺には、予測では 41 分後に津波が到達する。幌別中学校と同様に、津波到達前に避

難は完了できると見込まれる。但し、避難場所の小学校に着く手前の坂が急傾斜なので、高齢者の避難速度がこの場所で遅くなる可能性がある(図 3)。



図 3 青葉小学校への避難行動と津波予測

第 3 に、一次避難所に指定されている鉄南ふれあいセンターには、発災から 37 分後に津波が到達すると予測されている (図 4-a)。



図 4-a 鉄南ふれあいセンターへの避難行動と津波予測

鉄南ふれあいセンターの予測浸水深は約 6.3m であるため避難者は津波が到達する前に、3 階以上に避難する必要がある (図 4-b)。移動可能な市民には、より安全な内陸の高台に逃げる行動コードを周知する必要がある。

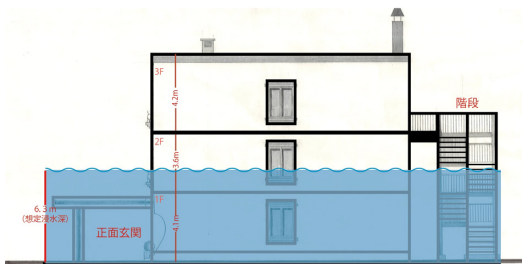


図 4-b 鉄南ふれあいセンターと予測される津波の浸水深 注2)

第 4 に、真宗寺へ向かった参加者は、20 分以内に到着した。この場所には 39 分後に津波が到達すると予測されている。避難は完了できるが、その直後に津波に囲まれて孤立するため (図 5)，二次避難や物資供給が困難になることが明らかになった。新たな課題として、「避難場所の機能をいかに実装するのか」について考えなければならない。また、住民には「より内陸の高台に避難移動を続ける」ように誘導する必要がある。



図 5 真宗寺への避難行動と津波予測

第 5 に、避難者の避難速度は、健常者の平均が時速 3.6km/h、要配慮者の平均速度は 3.1 km/h だった。避難に要した時間の平均は、健常者は 14.8 分、要配慮者は 26.6 分だった (表 3-a、表 3-b)。

表 3-a 健常者の避難行動の速度と避難距離

	速度 (km/h)	避難距離 (km)	移動時間 (分)
1	3.9	1.43	21.9
2	2.1	0.77	22.1
3	4.4	0.33	4.5
4	4.6	0.76	9.9
5	4.7	0.89	11.4
6	4.4	0.46	6.3
7	2.9	0.90	18.5
8	4.3	0.99	13.8
9	5.0	1.39	16.7
10	4.3	0.80	11.2
11	4.2	0.79	11.3
12	2.0	0.79	23.8
13	4.0	1.38	20.7
平均	3.6	0.95	14.8

表 3-b 要配慮者の避難行動の速度と避難距離

	速度 (km/h)	避難距離 (km)	移動時間 (分)
1	3.4	1.67	29.4
2	3.5	1.47	25.2
3	3.1	1.35	26.0
4	4.3	1.29	18.0
5	2.2	1.27	34.5
平均	3.1	1.41	26.6

要配慮者には、要配慮者をリアカーに乗せて支援者とともに避難した「リアカー避難」が含まれている。リアカー避難は、徒歩避難よりも避難速度は早い。リアカー避難を含めない場合には要配慮者の避難速度はもっと遅くなる。地震発生から約 30 分後に津波が海岸に到達することを考慮すると、避難における猶予時間の概算は健常者が約 15 分、要配慮者は約 3 分である。

上記のインサイトを総括する。第 1 に、ログデータと津波予測のデータを重ねて、住民の避難行動を 2 年連続で可視化できた。しかしこのデータは、防災無線の発出直後に避難場所へ向かった場合の計測結果である。住民はこの理想的な条件下では津波到達前に避難場所に避難できる。また、この条件下での避難の準備に許される時

間は 10 分前後であることがわかった。

第 2 に、のぼりべつ女性防災ネットワークの介助サポートを受けて避難した要配慮者の平均避難速度 3.3km/h は、登別市の地域防災計画の市民の避難の歩行速度 2.5km/h よりもかなり速く、約 3 分の避難準備時間を残して、津波到達以前に避難を完了できた。この結果は、支援者が要配慮者に対して適切な支援を行い、最短の避難ルートで避難した場合、要配慮者を取り残すことなく避難できる可能性があることを明示する。

c) 避難誘導システムの改良

以上の検証結果を得た登別市は、上記の避難誘導をめぐる課題を解決するために、災害予防計画の消防計画と、市消防警防活動大綱要領の避難誘導オペレーションの改善に着手した。これまで行われてきた「車両による避難誘導」に代わって、「緊急車両と消防隊員が、逃げ遅れた人の救出のために海岸線に近づくことをせずに、緊急車両と消防隊員の安全を確保して、二次避難誘導に備える」オペレーションに変更し、津波避難計画の記述を更新したのである。この変更を受けて、地域防災計画の日本海溝千島海溝周辺開講型地震防災対策推進計画「消防機関等の活動」において、「消防機関が津波からの円滑な避難の確保等のために講ずる措置」について、次の 3 事項への対策を定めた¹²⁾。

3 事項とは、①津波警報等の情報の的確な収集・伝達、②津波からの避難誘導（外国等の遠隔地において発生し、到達までに時間の余裕がある場合）、③津波到達予想時間等を考慮した退避ルールの確立、である。また、同計画「迅速な救助の救助・救急活動の実施体制」で「市は、消防庁舎等の耐震化を含め、救助・救急隊の体制や車両・資機材の確保等に努めるものとする」と規定された。

以上の計画の変更と併せて、日本海溝千島海溝周辺開講型地震防災対策推進計画と本計画に基づく津波避難対策緊急事業 5 カ年計画で、鷺別、美園、若草、新生地区の避難経路及び避難施設の整備、津波避難タワーの建設を含むハード面の取り組みを重点的・計画的に進める方向性が示され¹³⁾、北海道から津波施設等特別対策事業費補助金の拠出について承認された。

d) IT テクノロジーの活用と人的ネットワークの結合

加藤・米田らの研究グループは、災害後の復旧・復興の住民合意を平常時から形成するために、市民が防災システム構築プロセスに参加する場をつくることをめざしてきた。その第 1 の取り組みとして、2023 年 4 月及び 9 月に日本工学院北海道専門学校で登別防災ラボを開催し、登別市の災害リスクや災害情報に関するレクチャー(第 1 回)と、地理情報の活用ワークショップ(第 2 回)を開催した。その後、同校の情報処理科の学生チームは避難訓

練に参加し、災害時の避難を円滑にするための IT テクノロジーの活用方法する研究を開始した。同学生グループが開発した「防災ポータルサイト」とアプリケーションのプロトタイプには、5 つの機能（a 現在地を取得する機能、b 渋滞表示機能、c 避難経路表示機能、d 危険場所の投稿機能、e 登別市に直接要望を送ることができる機能）が実装される予定である。

第 2 の取り組みとして、行政と大学以外の要配慮者の避難をサポートするサードセクター組織である「のぼりべつ女性防災ネットワーク」が、避難訓練で要配慮者と避難した際のログデータの取得に協力してくれたことを受けて、第 7 回登別防災ラボで、要配慮者の避難に関わるインサイトへのフィードバックを行った。この時、登別女性防災ネットワークから学生チームに、要配慮者の避難に役立つ情報を「防災ポータルサイト」に搭載してほしいというニーズが伝えられた。更に、大学、専門学校、研究機関、行政、サードセクター組織の関係者が 3 つのグループに分かれて、「防災ポータルサイト」とアプリケーションを組み込んだ 3 つのプロジェクト（防災行政サポート、二次避難オペレーション、減災ドローン制作）について議論した。

同校に開局した防災政策研究ユニット登別局を拠点に、第 1、第 2 の取り組みが進展して、登別市の望ましい防災システム構築プロセスに、多くの市民が参加することが期待されている。

3. 解の提示：津波避難対策特別地域における防災システム構築アプローチ

登別市の防災システム構築の事例研究から、津波避難対策特別強化地域における防災システム構築アプローチを導出する。

登別 DPES は、災害リスクの共有（DPES 1.0）から、課題と解決アプローチの共有（DPES 2.0）、構築アプローチの共有（DPES 3.0）へと更新されてきた。DPES 3.0 以降の防災システム構築においては、DPES 3.0 に「防災ポータルサイト」とアプリケーションを接合し、防災システムをハード面（防災情報インフラ）及びソフト面（人的ネットワーク）から補強する。このような既存の防災システムに新しいコンテンツを搭載して、市民の参加を促進する過程では、登別市の住民に期待される「避難に関わる 3 つの行動の形態」が見出され、それらの行動をコード化する方法論が概念化された。

3 つの行動の形態とは、第 1 に「消防隊員等避難誘導するスペシャリストの安全を守る行動形態」、第 2 に「住民が最適な避難ルートと方法を自ら選択して自主的に避難する行動形態」、第 3 に「要配慮者を危険な地域

に置き去りにしない行動形態」である。

第 1 の行動形態は、新しい避難計画の策定と既存の政策・施策や計画を更新することによってコード化される。第 2 の行動形態は、DPES によって認識された災害リスクを、住民一人一人が、アプリケーションをもち、自ら助かる避難行動を身につけることによってコード化される。第 3 の行動形態は、要配慮者の避難を支援する団体等が要配慮者をサポートして、発災時に最短の避難ルートを選び、最短時間で避難を完了できる個別避難計画と、その訓練の継続的な実施によってコード化される。

防災・減災においては、多くの住民が自ら積極的に避難する行動をとることが重要である。これまでに構築された登別 DPES に、IT テクノロジーを導入し、また、人的ネットワークを拡充することによって、住民の自発的な避難行動を促進しながら、より望ましい防災システムを構築できることを、本事例は明示する。

4. 考察

北海道の太平洋岸に位置する登別市は、千島海溝型地震に直面する象徴的な自治体の 1 つであり、かつ、津波避難対策特別地域の先進的な防災システム構築アプローチを有する自治体である。

本研究では、登別市のトライアルを描写するところによって、津波避難対策特別地域の自治体における防災システム構築アプローチを明らかにした。自治体が、防災システム構築（DPES）を導入することには 3 つの利点がある。第 1 の利点は、緊急時に避難誘導を行うスペシャリストの安全確保と避難誘導の完遂を両立する方法論を見出すことができる。第 2 の利点は、既存の防災システムに DPES やアプリケーション等の情報インフラを搭載して防災行政を支援できる。第 3 に、地域の防災力・減災力を高める人的ネットワークを形成できる。このモデルが他の自治体にも導入されるなら、その便益はより広域的なものになるだろう。

今後、これまでの避難訓練で取得した 70 データに 2024 年度以降に実施する避難訓練の実測データを統合して地域全体の特徴を示す DPES コンテンツを制作する予定である。津波避難対策特別強化地域における自治体が合理的根拠に基づく防災政策を立案し、施行できるように、また、住民が望ましい避難行動をとることができるように、本研究を継続する。

謝辞：本論文に執筆にあたりご指導を賜りました高松泰先生、有村幹治先生、ご協力いただいた登別市の総務部総務グループ防災、登別市消防本部、のぼりべつ女性防災ネットワークの皆様、日本工学院北海道専門学校佐藤幸夫先生、佐渡新先生に感謝する。本研究は、令和 4 年度北海道開発協会、開発調査研

究所の研究助成を受けたものである。

NOTES

注1) 調査対象地における GIS を活用した避難行動調査の方法

本研究では、オープンデータを QGIS 上に可視化し、災害被害を把握する（QGIS による津波被害予測の可視化）。第 1 に、国勢調査^{*1}、国土基盤地図情報（国土地理院）、津波浸水想定（北海道）^{*2}、経済センサス（経済産業省）^{*3}のデータを QGIS にインプットし、2020 年国勢調査の 500m メッシュデータと経済センサス 2016 年の 500m メッシュデータを用いて、QGIS 上で国勢調査と経済センサスのデータを結合すると、一つ一つのメッシュに人口と事業所のデータが格納される。このメッシュを調査対象地の形で切り抜き、調査対象地の行政区画に対応するメッシュだけを抽出した後に、津波の浸水想定エリアと重なるメッシュを抽出すると、浸水メッシュの面積を元のメッシュの面積で按分により、浸水域に残留する人口と事業所数を把握できる。QGIS の「切り抜きツール」を使用することにより、津波浸水想定エリア内に立地する建築物の数を推計できる。

*1 e-Stat, 境界データ, 小地域, 国勢調査 2020 年, 登別市。

*2 北海道 太平洋沿岸の津波浸水想定公表資料（データ集）登別市

*3 e-Stat, 統計データ, 経済センサス活動調査 2016 年, 4 次メッシュ, M6340, M6341)

注2) 鉄南ふれあいセンター縮尺図の作成登別市の指定避難場所・津波避難ビル「鉄南ふれあいセンター」への避難行動と津波予測の関係を可視化するため、『鉄南ふれあいセンター新築工事設計図立面図（：登別市提供）』と「北海道の太平洋沿岸の津波浸水想定 17）」の情報を 1/100 縮尺で Adobe Illustration 上で統合した。

REFERENCES

- 1) 内閣府：日本海溝・千島海溝沿いにおける最大クラスの震度分布・津波高等の推計）2020 年 4 月 21 日。
https://www.bousai.go.jp/jishin/nihonkaiko_chishima/WG/pdf/211221/shiryo05.pdf（2024.10.3 閲覧）
- 2) 加藤知愛, 米田夏輝：道内自治体における地域防災システム構築と政策イノベーションの実装に関する研究—千島海溝周辺海溝型地震に備える—, 北海道開発協会令和 4 年度助成研究論文集, pp.51-64, 2023. [Katoh, T. and Yoneda, N: A Study on Designing Regional Disaster Prevention Evacuation Systems and Practicing Policy Innovations in Municipalities in Hokkaido -Preparing for the Chishima Trench Earthquake-, *Hokkaido Development Association Research paper collection*, Issue 159, pp. 51-64, 2023.]

- 3) 橋本雄一：北海道太平洋沿岸における津波浸水想定域の空間分析. 北海道大学文学研究院紀要, vol.165, pp.129-166, 2021.
- 4) 奥野祐介, 橋本雄一：歩行速度に着目した疑似的津波集団避難行動分析. 地理情報システム学会講演論文集, vol. 30, pp. ROMBUNNO. B30-3-3, 2021.
- 5) 加藤知愛, 米田夏輝: 北海道の自治体で考えるレジリエンス社会：地域防災と地理空間情報, 地域経済経営ネットワーク研究センター年報, 11, 42-49, 2022. [Katoh, T. and Yoneda, N: A Study of Regional Disaster Prevention and Resilient Society : Using Geospatial Information in Local Governments, The Annals of Center for Regional Economic and Business Networks, Issue 11, pp. 42-49, 2022.]
- 6) 登別市『登別市統計書』令和3年度版. 2021.
- 7) 北海道：北海道太平洋沿岸の津波浸水想定公表について, 登別市.
https://www.constr-dept-hokkaido.jp/ks/ikb/sbs/tsunami/shin-suisoutei/pdf/taiheiyosinnkoukyokubetsuzu_cities/25_noboribetsu.pdf
(2024.10.3 閲覧)
- 8) 登別市『広報のぼりべつ』, No.863, pp. 2-3, 2022.
- 9) 生富直孝, 浅田拓海, Chawis BOONMEE, 有村幹治：避難訓練グローブデータを用いた津波避難計画支援ツールの構築, 土木学会論文集 D3, Vol.72, N05. I_331-I_339, 2016.
- 10) 米田夏輝：道内自治体における地域防災システムの構築～自治体と大学で取り組む政策イノベーション事始め～, 2022 巻 CCI-010 号, pp. 08-, 2022.
https://doi.org/10.11517/jsaisigtwo.2022.CCI-010_08
(2024.10.3 閲覧)
- 11) 河田恵昭：危機管理による津波防災と緊急対応組織論, 海岸工学論文集, 42 巻, pp.1241-1245, 1995.
- 12) 登別防災会議：登別市地域防災計画(日本海溝千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進計画), p182, 2024.
https://www.city.noboribetsu.lg.jp/docs/2019051300081/file_contents/00_zenpe-ji.pdf (2024.10.3 閲覧)
- 13) 津波避難施設等整備特別対策事業費補助金交付要綱.
<https://www.pref.hokkaido.lg.jp/sm/ktk/181793.html>
(2024.10.3 閲覧)

APPROACHES TO BUILDING DISASTER PREVENTION AND EVACUATION SYSTEM IN MUNICIPALITIES WITH SPECIAL TSUNAMI EVACUATION MEASURES REINFORCEMENT

Natsuki YONEDA, Tomoe KATOH

In municipalities with Special Tsunami Evacuation Measures Reinforcement, disaster prevention measures are being enhanced to protect the lives of citizens and maintain municipal functions in the event of a predicted major earthquake and subsequent tsunami. This study examines the evacuation plan in Noboribetsu City, one such municipality, using data produced from GIS (Geographic Information System), open data sources, tsunami forecasts, and residents' evacuation drill behaviors. It describes the disaster prevention policymaking process to evolve into a new evacuation plan.

The Noboribetsu Disaster Prevention Evacuation System (DPES) has progressed through several stages: sharing disaster risks among stakeholders (DPES 1.0), sharing issues and solution approaches (DPES 2.0), and sharing new disaster prevention system development approaches (DPES 3.0). Noboribetsu DPES 3.0 is currently using a prototype of a disaster prevention portal site and is linked with disaster prevention information infrastructure and human networks, which can be reconfigured into a disaster prevention system with an interface that encourages voluntary evacuation by residents.

From this policymaking process, three forms of behaviors were derived related to evacuation expected of residents and a methodology to code these behaviors. This approach indicates a cooperative disaster prevention system that incorporates residents' evacuation guidance into the disaster prevention plan for areas with special tsunami evacuation measures reinforcement.