調査研究報告　　　　　No. 427
RESEARCH REPORT 2022. 3

防災教育と情報伝達の改善を通じた災害対応力の強化に関するアクションリサーチ

Improvement the Disaster Response Capacity on the Basis of Action Research of Disaster Prevention Education and Improving Information System

竹内 慎一[1)]、戸松　誠[2)]、飯泉 元気[3)]、小野塚 仁海[4)]、堤　拓哉[5)]、立松 宏一[6)]
Shinichi Takeuchi[1)], Makoto Tomatsu[2)], Genki Iizumi[3)], Masami Onozuka[4)],
Takuya Tsutsumi[5)], Kouichi Tatematsu[6)]

地方独立行政法人北海道立総合研究機構
建築研究本部
北方建築総合研究所

Northern Regional Building Research Institute
Building Research Department
Local Independent Administrative Agency Hokkaido Research Organization

---

[1)] 地域研究部防災システムグループ 主査　[2)] 同研究主幹　[3)] 建築研究部環境システムグループ 研究職員　[4)] 地域研究部防災システムグループ 研究職員　[5)] 企画調整部 企画課長　[6)] 建築研究部環境システムグループ 主幹
[1)] Chief for Risk Assessment of Disaster Prevention Group [2)] Senior Research Manager of Disaster Prevention Group [3)] Researcher of Environment System Group [4)] Researcher of Disaster Prevention Group [5)] Director of Planning Section [6)] Senior Research Manager of Environment System Group

概　要
Abstract

防災教育と情報伝達の改善を通じた災害対応力の強化に関するアクションリサーチ
Improvement the Disaster Response Capacity on the Basis of Action Research of Disaster Prevention Education and Improving Information System

竹内　慎一[1)]、戸松　誠[2)]、飯泉　元気[3)]、小野塚　仁海[4)]、堤　拓哉[5)]、立松　宏一[6)]
Shinichi Takeuchi[1)], Makoto Tomatsu[2)], Genki Iizumi[3)], Masami Onozuka[4)],
Takuya Tsutsumi[5)], Kouichi Tatematsu[6)]

キーワード　：　防災教育、防災情報伝達、屋外スピーカ、アクションリサーチ
Keywords*：*Disaster Prevention Education, Disaster Information System, Outdoor Speaker, Action Research

１．研究概要

１）研究の背景

（１）地域の災害対応力を高め、津波、火山噴火、洪水など様々な自然災害から住民の生命を守るには、防潮堤などのハード整備と防災教育などのソフト対策がある。

（２）災害情報の視点で考えた場合に、適切な行動をとるための情報を提供する機器と、入手した情報を適切に判断し行動に移すための受け手側の対応力が必要となる。

（３）これまでの災害においても防災無線の音が聞こえなかったことや、聞こえたが適切な行動をとれなかった事例が報告されている。

（４）災害時の適切な行動のため、情報伝達の改善と共に迅速な避難を促す日頃の防災教育が有効である。

２）研究の目的

・本研究では、道内市町村の防災教育並びに防災情報伝達における現状と課題を明らかにすると共に、アクションリサーチを通じてそれらの課題解決に必要な知見を整備する事を目的とする。

２．研究内容

１）道内市町村を対象とした防災教育並びに防災情報伝達に関する実態調査（R1～2 年度）

・ねらい：市町村の防災教育並びに防災情報伝達における現状と課題を整理し、モデル市町村を選定する。

・試験項目等：アンケート調査、ヒアリング調査

２）モデル市町村における防災教育に関するアクションリサーチ（R2～3 年度）

・ねらい：市町村と共同で防災教育活動を実践し、地域の災害リスクとして津波を対象とし、地域特性を踏まえた既存防災教育ツールの組合せや新規教材の検討など防災教育の実践方法を整理する。

・試験項目等：防災教育活動、教材調査

３）モデル市町村における防災情報伝達の改善に関するケーススタディ（R2～3 年度）

・ねらい：防災情報伝達の異なる課題を持つ市町村を対象に、数値解析や実測調査、対策の試行など、伝達状況を改善するケーススタディを行い、課題解決のプロセスを整理する。

・試験項目等：数値解析、実測調査

[1)] 地域研究部防災システムグループ　主査　[2)] 同研究主幹　[3)] 建築研究部環境システムグループ　研究職員　[4)] 地域研究部防災システムグループ　研究職員　[5)] 企画調整部　企画課長　[6)] 建築研究部環境システムグループ　主幹
[1)] Chief for Risk Assessment of Disaster Prevention Group [2)] Senior Research Manager of Disaster Prevention Group [3)] Researcher of Environment System Group [4)] Researcher of Disaster Prevention Group [5)] Director of Planning Section [6)] Senior Research Manager of Environment System Group

３．研究成果

１）道内市町村を対象とした防災教育並びに防災情報伝達に関する実態調査（R1～2 年度）

・防災情報伝達や訓練の現状と課題について、市町村防災部局を対象にアンケート調査を実施した。

・防災情報伝達について、屋外スピーカの約半数が整備から 10 年以上と老朽化していた。約 7 割で聞き取りにくいと回答が得られた。設置位置は役場職員や住民等の専門家外による検討が半数以上であった。

・防災訓練について、「ハザード・点検」「要配慮者の避難」「災害発生の時系列に応じた防災行動」の要望が多かった。課題として「訓練情報の不足」や「外部講師の確保」等が挙げられた。

２）モデル市町村における防災教育に関するアクションリサーチ（R2～3 年度）

・地形や津波到達時間などリスクの異なる、むかわ町(R3.10、R3.12)、浜中町(R3.10、R4.2)を対象に、共同で防災教育活動を実践した。

・防災教育の実践では、情報伝達、避難準備、避難移動、要配慮者の介助避難など時系列の行動に応じた訓練方法を提案した(図１)。

・訓練のみで終了するのではなく、屋外スピーカの音声測定、避難時間のＧＰＳ測定、訓練後アンケート調査を元に結果を検証し、研修会・動画配信等で住民へフィードバックや計画への反映を行った(図１)。

・アンケート調査結果から、時系列で提示した訓練内容に対して、避難時間短縮のため日頃の準備の大切さや、高齢者・足が不自由な方の避難介助の重要性など、参加者に気づきが得られたことがわかった。

・鵡川中学校と共同で防災教育活動(避難訓練・要配慮者の避難体験、津波ハザードマップを利用したフィールドワーク、ＤＩＧによる津波防災マップ作成)を実践し、防災教育のコンテンツ、教材を提案した。

３）モデル市町村における防災情報伝達の改善に関するケーススタディ（R2～3 年度）

・屋外スピーカに関して、神恵内村、浜中町を対象に音響伝搬の数値解析や実測調査を実施し、伝達状況を改善するケーススタディを行った。スピーカ直下での音量が過大となることや設置基数の増加によって音声の明瞭性が低下すること等の技術的課題を明確化し、課題解決のプロセスを整理した(図２)。

＜具体的データ＞

図１　自治体を対象とした避難訓練方法の提案

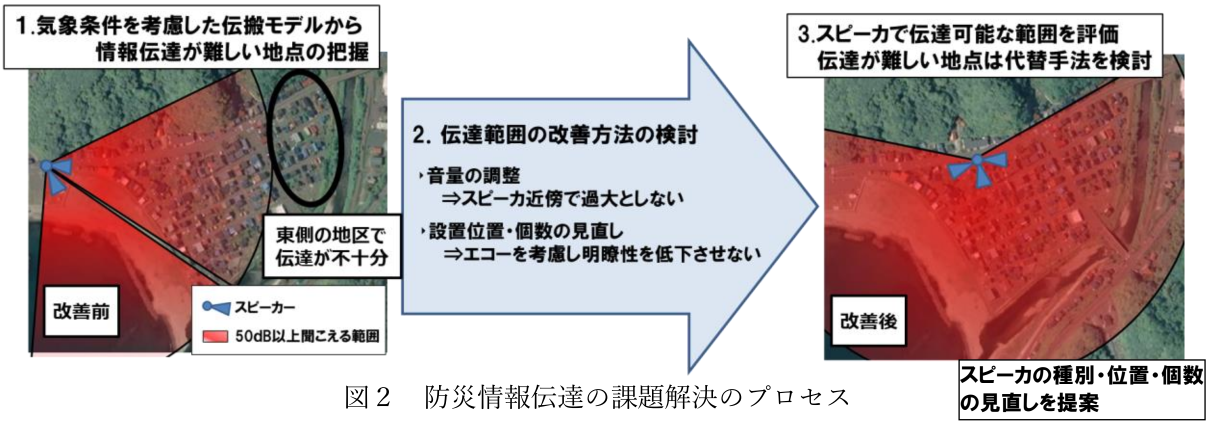


図２　防災情報伝達の課題解決のプロセス

４．今後の見通し

１）成果の活用面と留意点

・防災教育では、時系列で行動を確認する避難訓練方法を提案した。防災訓練の結果はモデル自治体のハザードマップ策定や避難困難地域対策等の津波避難対策に反映される。防災情報伝達では、屋外スピーカの伝搬状況を改善する見直し方法を提案した。今後の道内自治体からの防災教育および防災情報伝達に係る受託業務、技術支援において活用する。

２）残された問題とその対応

・防災教育の普及対応として、今後も津波避難等の研究の中で教育の実践例を増やし、市町村に提供できるコンテンツを蓄積していく必要がある。また防災情報伝達の研究は、現在の音響伝搬モデルでは吹雪等の飛雪や高層建物の遮蔽効果等を想定できていないことから、令和４年度からの経常研究「北海道の気象と地物を考慮した屋外スピーカの設計および運用手法の提案」において北海道全域を検討可能なモデル構築を行う予定である。

目　次

１．研究の背景と目的 1
1.1 研究の背景 1
1.2 研究の目的 1

２．防災教育及び防災情報伝達に関する実態調査 1
2.1 学校の防災教育に関する実態調査 1
2.2 市町村の防災情報伝達と防災訓練に関する実態調査 2

３．モデル市町村の選定 3

４．モデル市町村における防災教育に関するケーススタディ 4
4.1 市町村の防災訓練のケーススタディ 4
4.2 学校の防災教育のケーススタディ 10

５．モデル市町村における防災情報伝達の改善に関するケーススタディ 17
5.1 数値解析 17
5.2 実測調査 18
5.3 防災情報伝達の改善に関するケーススタディと改善プロセスの整理 18

６．まとめ 19
6.1 防災情報伝達の改善に関するケーススタディ 19
6.2 防災教育に関するケーススタディ 19

1. 研究の背景と目的

1.1 研究の背景

地域の災害対応力を高め、津波、火山噴火、洪水など様々な自然災害から住民の生命を守るには、防潮堤などのハード整備と防災教育などのソフト対策がある。災害情報の視点で考えた場合に、適切な行動をとるための情報を提供する機器と、入手した情報を適切に判断し、行動に移すための受け手側の対応力が必要となる。

災害時の適切な判断と行動のためには、情報伝達の改善と共に、迅速な避難を促す日頃の防災教育が有効である。

1.2 研究の目的

本研究では、道内市町村の防災教育並びに防災情報伝達における現状と課題を明らかにすると共に、アクションリサーチを通じてそれらの課題解決に必要な知見を整備する事を目的とする。

研究の流れを図 1-1 に示す。本研究は、道内市町村を対象とした防災教育並びに防災情報伝達に関する実態調査から現状課題を整理し、モデル自治体における防災教育に関するケーススタディ及び、モデル自治体における防災情報伝達の改善に関するケーススタディを実施する。

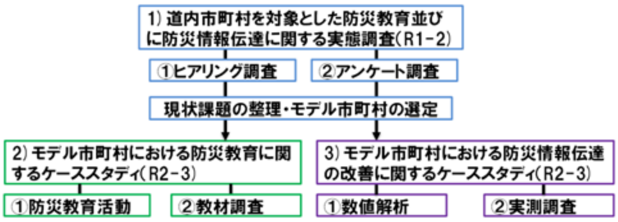


図 1-1　研究の流れ

2. 防災教育及び防災情報伝達に関する実態調査

2.1 学校の防災教育に関する実態調査

防災教育は、教育対象によって社会教育・学校教育に分かれる。地域と連携した学校教育の実施事例として、1 日防災学校を調査した。「1 日防災学校」とは、学校の授業の中に防災の要素を取り入れ、児童生徒等が防災について考える 1 日として、道・市町村・学校(教育現場)が協同して取り組んでいる事業のことである。令和元年 7～10 月に実施された 1 日防災学校のうち、地震・津波被害が予測される太平洋沿岸もしくは津波や水害の経験のある地域にある 12 校を対象に調査した(表 2-1)。

低学年では、防災かるた・防災クイズ・新聞紙スリッパなどゲーム形式・工作を通じて防災の基礎を学ぶ授業が採用される。高学年では、クロスロード・HUG・防災マップ作成(表の青字)などグループ学

表 2-1　1 日防災学校の調査結果

(市町村)		(幕別町)	(旭川市)	(奥尻町)	(登別市)	(豊頃町)	(根室市)	(釧路市)	(日高町)	(日高町)	(函館市)	(えりも町)	(鹿部町)
日時		7 月 4 日	7 月 9 日	7 月 12 日	7 月 20 日	7 月 23 日	7 月 25 日	8 月 27 日	9 月 2 日	9 月 3 日	9 月 12 日	9 月 25 日	10 月 3 日
時間		10:00-14:50	10:35-12:20	8:25-12:35	8:20-10:50	8:45-15:10	13:15-14:50	11:10-14:45	9:20-12:40	10:25-13:15	9:35-11:25	10:25-14:50	8:30-14:55
(時間割)		(3-5)	(3-4)	(1-4)	(1-3)	(1-6)	(5-6)	(5-6)	(2-4)	(3-5)	(2-3)	(3-6)	(1-6)
想定災害		地震		津波に重点	地震・津波	地震・津波	地震・津波	地震・津波	地震・津波	地震・津波	地震・津波	地震・津波	地震・津波
			大雨・洪水			大雨・洪水		大雨・洪水					大雨・洪水
													火山
対象		1-6 年（18 名）	1-6 年	1-5 年、特学(29 名)	1-6 年	1-6 年（111 名）	1-6 年	1-6 年	1-6 年、特学(20 名)	1-6 年、特学	1-6 年、特学(18 名)	1-6 年、特学（13 名）	1-6 年
教科		特別活動、図工、家庭総合、国語	―	生活、総合	特別活動、図工、家庭総合、社会	図工、総合国語、社会	特別活動宿泊学習	特別活動、図工、社会総合	特別活動	特別活動	道徳	特別活動、道徳	理科、社会総合、家庭図工
内容	1 年	・防災かるた ・新聞紙スリッパ	（合同）	・防災かるた	・防災かるた	・防災かるた ・新聞紙スリッパ	・防災かるた ・新聞紙スリッパ	・防災かるた	（合同）	（合同）	（合同）	・新聞紙スリッパ	・防災かるた
	2 年				・新聞紙スリッパ			・スリッパ、ベッド					・新聞紙スリッパ
	3 年			・防災マップづくり	・段ボールベッド	・災害車両の見学	・防災クイズ ・段ボールベッド	防災クイズ					・災害車両の見学
	4 年				・津波の講義	・十勝川災害の講義		・地図情報の活用					・段ボールベッド
	5 年	・クロスロード		・南西沖地震の学習発表	・自然災害の講義	・避難所体験（段ボールベッド）	・防災クイズ ・段ボールベッド	・Do はぐ				・避難食作り	・避難食作り ・駒ヶ岳の防災学習
	6 年				・避難食作り	・ハザードマップ作成							・地層の学習
	合同	・災害車両の見学 ・避難食作り ・段ボールベッド	・自然災害の講義 ・2018 大雨災害講義 ・避難食作り	・避難訓練 ・語り部隊 ・避難食作り ・火起こし体験	・防災訓練の見学	―	―	―	・避難訓練 ・選択学習(防災クイズ、かるたベッド)	・避難訓練 ・津波避難動画を視聴して防災学習	・防災知識の講義 ・水槽で津波実演 ・地震観測	・避難訓練 ・語り部(紙芝居) ・防災マップ発表	・防災学習発表会
地域連携		PTA、住民の参観	PTA、住民の参観		PTA、住民の参観 市と合同訓練			PTA 研修として給食試食会	PTA、住民の展示、体験参加		PTA、住民と合同避難訓練	PTA、住民の参観	PTA、住民の参観

習を通じて知識を学び、対策の気づきを発表する形式が採用される。学年に応じ内容の選択がなされる。

旭川第一小(2018 水害)、青苗小(南西沖地震)、豊頃小(十勝川水害)、鹿部小(駒ヶ岳噴火)では地域の特徴的な災害を授業に取り込んでいる(表の赤字)。

奥尻町の語り部・紙芝居のような被災経験者による災害伝承、水槽で模擬津波・地震計で地震観測など機材を用いた実践といった外部講師と連携し高い学習効果を狙った授業を実施している(表の緑字)。

2.2 市町村の防災情報伝達と防災訓練に関する実態調査

市町村役場が地域を対象に実施する防災訓練について、訓練の実態や課題を把握するために、市町村防災担当にアンケート調査を実施した。時期は令和３年１月、方法は電子メールに拠る送付・回収とした。回収率は 74%(133/179 市町村)であった。

(1) 防災訓練に関する実態調査

市町村の地域防災力向上対策について尋ねた。市町村で想定する自然災害は、地震・津波が 96%と最も高い。次いで水害 92%、土砂災害 85%となった(図 2-1)。

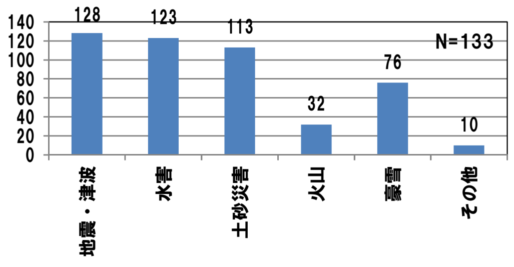


図 2-1　想定する自然災害（複数回答）

地域防災力向上の重点的な取り組みは、避難所運営 86%、避難行動訓練 83%、要配慮者注1) 対策 75%の避難行動関連の回答が多い(図 2-2)。一方で避難のトリガーとなる情報伝達③④は、非常に重要であるが、避難行動と比較すると少ない。

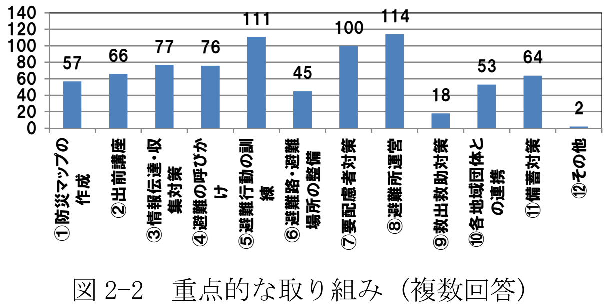


図 2-2　重点的な取り組み（複数回答）

現状の実施率が低くとも、今後実施したいと考える割合の高い訓練を把握するため、「実施したことのある訓練の回答数」に対する「今後したい訓練の回答数」の比を求めた(図 2-3)。実施率は低いが今後の要望が高いのは、「ハザードマップ・点検」、「要配慮者」、「時系列行動」に関わる内容となった。

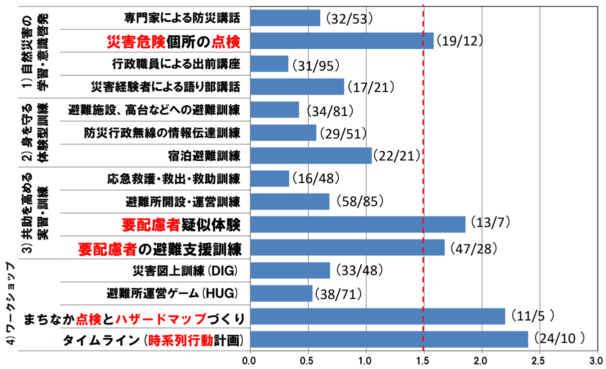
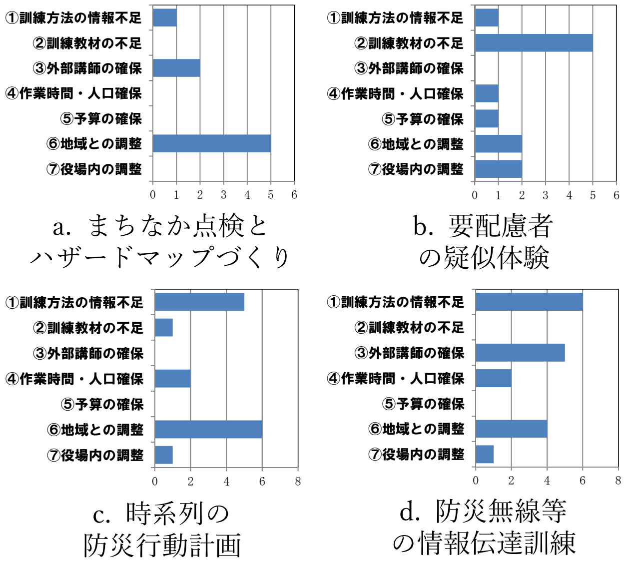


図 2-3　「実施したことのある訓練の回答数」に対する「今後したい訓練の回答数」の比

要望が高い訓練の実施上の課題を図 2-4 に示す。ハザードマップ・点検は「地域の調整」「外部講師」、要配慮者は「訓練教材の不足」、時系列行動計画は「地域の調整」「訓練情報の不足」が課題として挙げられた。重要であるが要望の少なかった情報伝達は「訓練情報の不足」「外部講師」「地域の調整」と課題が多い。



a. まちなか点検と
ハザードマップづくり

b. 要配慮者
の疑似体験

c. 時系列の
防災行動計画

d. 防災無線等
の情報伝達訓練

図 2-4　実施上の課題

(2) 防災情報伝達に関する実態調査

防災情報伝達について、約半数で屋外スピーカの整備時期が 10 年以上(あるいは時期不明)と老朽化が進み、78 市町村で未整備であり、今後の整備・更新の需要が高い(図 2-5)。

屋外スピーカの伝送状況は約 7 割の市町村で聞き

取りにくいと回答が得られた(図 2-6)。

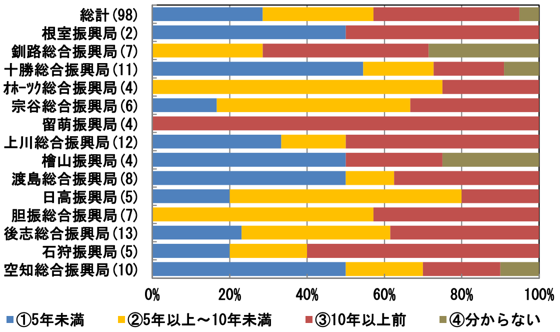


図 2-5　屋外スピーカの整備時期

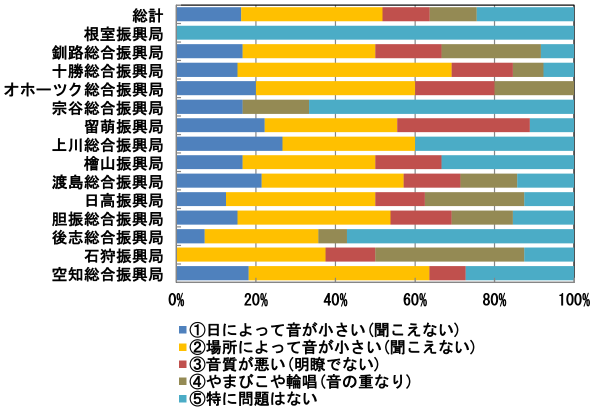


図 2-6　屋外スピーカの伝送状況

また屋外スピーカの設置位置は専門家以外による検討が半数以上であることがわかった。迅速かつ確実な情報伝達のため設計支援が必要不可欠である(図 2-7)。

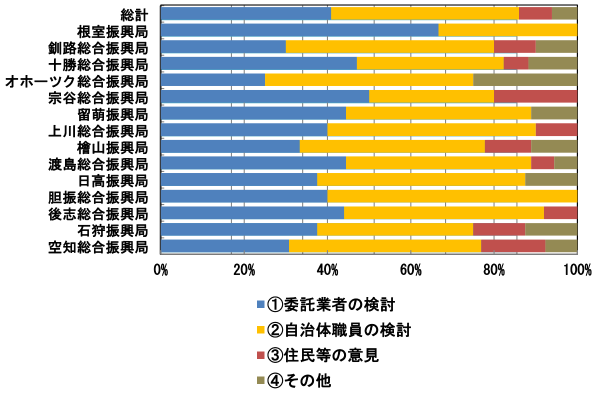
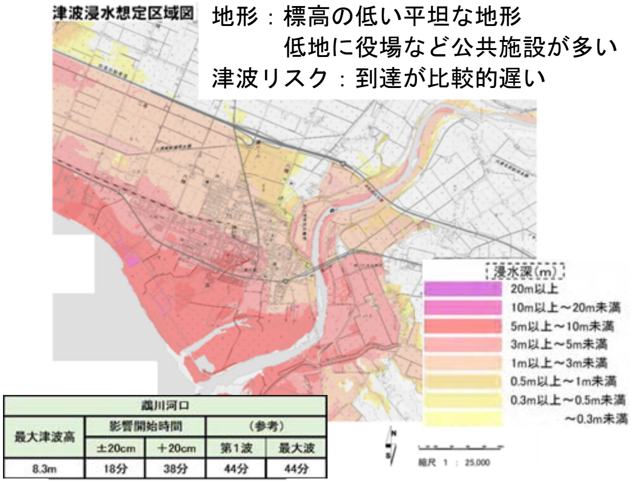


図 2-7　屋外スピーカの設置位置の検討

3. モデル市町村の選定

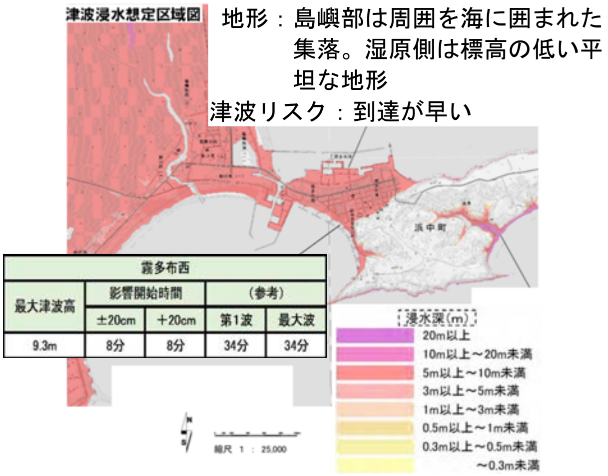
モデル市町村の選定にあたって、想定災害として最も多い地震・津波災害をケーススタディの対象とする。また地域防災力向上対策の重点的な取り組みとして実施の多い、避難行動訓練を対象とする。

モデル市町村は、地形や津波到達時間など津波リスクが異なり、訓練実施の要望のあった、むかわ町、浜中町、神恵内村を対象とした(図 3-1)。新型コロナウイルスの感染拡大防止対策によって実施期間が限られたため、防災教育の実践はむかわ町・浜中町を、防災情報伝達を改善するケーススタディは浜中町・神恵内村を対象に実施した。



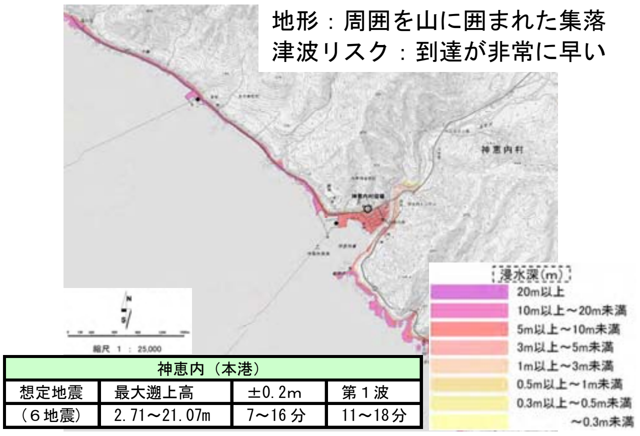
鵡川河口				
最大津波高	影響開始時間		(参考)	
	±20cm	+20cm	第1波	最大波
8.3m	18分	38分	44分	44分

a. むかわ町 [1)]



霧多布西				
最大津波高	影響開始時間		(参考)	
	±20cm	+20cm	第1波	最大波
9.3m	8分	8分	34分	34分

b. 浜中町 [1)]



神恵内（本港）			
想定地震	最大遡上高	±0.2m	第１波
（６地震）	2.71～21.07m	7～16 分	11～18分

c. 神恵内村 [2)]

図 3-1　モデル市町村の概要

4. モデル市町村における防災教育に関するケーススタディ

4.1 市町村の防災訓練のケーススタディ

太平洋沿岸の市町村では、令和 3 年 7 月に北海道が公表した新たな津波浸水想定により、浸水域の変更による新たな避難場所の設定や、避難路の整備など対策の見直しが行われている。

北方建築総合研究所は、むかわ町とまちなか再生と地震・津波防災対策に関する連携協定を結び、中学校の防災教育や町の避難計画など津波対策に協力している。また浜中町とは、町の津波避難困難地域の避難対策検討会に参画し、避難計画や津波避難施設の配置計画などの津波対策に協力している。

本節では 2 町と協力して実施した避難訓練の取組み内容をまとめ、訓練と合わせて実施した歩行速度などの測定や調査の分析結果を示す。

(1) 津波避難訓練内容の提案

訓練内容の提案は、避難行動の訓練を基本とし、これに内容を付加する形で提案する。2 章のアンケート調査から重点的な取組みが 83%と高いこと、津波避難に対する要望が高いことが理由である。また訓練を一過性のもので終わらせないため、研究所が連携する利点を活かし、訓練と合わせて実施した歩行速度などの測定や調査の分析結果を示す。

2 章のアンケート調査結果を踏まえて、市町村への提案内容を以下のように設定した。

①避難の時系列行動にあわせた訓練内容とする。情報伝達→避難準備→避難移動(時間と経路)など時系列のフェイズ毎の行動について、アンケート調査と測定で確認する。

②情報伝達について、防災行政無線による情報伝達の認知の程度を確認する。避難行動への影響を分析する。音響の伝搬を測定する。

③避難準備時間について、本番どおりの準備行動をお願いし、手間を確認してもらう。

④避難移動について、GPS を使って参加者の移動軌跡や避難速度を計測し、津波遡上動画と重ね合わせ、準備時間の違いによる危険性を分析する。

⑤要配慮者の避難速度や避難介助の課題を確認するため、疑似装具による要配慮者の避難体験あるいは要配慮者の避難支援を実施する。

(2) むかわ町

令和 3 年 10 月 16 日に鵡川地区において、津波を想定した避難訓練を実施した。

① 地域特性

むかわ町鵡川地区の津波浸水想定結果を図 4-1 に示す。標高 10m以下の平坦な地形が内陸まで続く地域である。日高自動車道部分が標高 10m以上の盛土となっている。

北海道の新しい浸水想定では、浸水域が日高自動車道まで拡大した。従前の避難場所が浸水域に含まれたため、新たな避難目標地点や避難路の設定が求められている。

津波の到達は、鵡川河口付近で影響開始時間が 38 分、第 1 波が 44 分と、前回の想定に比べて若干早くなった。避難時間に比較的余裕がある。避難情報をしっかり確認し、避難開始さえすれば助かる可能性の高い地域である。

図 4-1　むかわ町鵡川地区の津波浸水想定 [1)]

② 訓練の目的

新しい浸水域の設定に伴う新しい避難目標地点までの移動時間の確認と迅速化、防災情報伝達(避難開始の認知)の課題、準備時間の短縮化、要配慮者の避難移動の課題について学ぶ。

③ 訓練の方法

A. 参加者属性

訓練の参加者は、鵡川地区の住民 30 人である。役場職員が要配慮者の避難体験を実施した。

B. 訓練の流れ

訓練参加者が自宅から目標地点まで徒歩で避難訓練を実施した。目標地点は、浸水域外の日高自動車道付近の 4 か所とした(図 4-1)。10 時 30 分に防災行政無線の戸別受信機や屋外スピーカから避難情報が発令され、参加者が避難訓練を開始した

C. 測定と調査方法

訓練結果を住民へフィードバックするために、訓練に合せて下記の測定や調査を行う。

○避難開始の情報伝達状況の検証

避難開始情報の伝達状況を確認するために参加者にアンケート調査を実施する。屋外スピーカ音声の伝搬状況を測定する。

〇津波遡上と避難移動時間の検証

役場庁舎までの新設道路(傾斜路)や要配慮者の避難速度の検証のため、事前に GPS を配布し、避難速度と移動軌跡を測定する。

〇要配慮者の避難移動の検証

疑似体験装具等を利用した要配慮者の避難体験を行い、介助避難の課題や理解を深める。体験は、片麻痺者の擬似体験装具を装着した者が 1 名、妊婦が 1 名、車椅子が 1 名とする(写真 4-1)。

a. 片麻痺者　　b. 妊婦　　c. 車椅子

写真 4-1　要配慮者の擬似体験装具等

〇避難訓練時の行動、防災意識の分析

参加者の訓練における時系列の行動を確認するため、アンケート調査を実施する。

④ 訓練の結果

訓練結果について、歩行速度や移動軌跡の GPS 計測結果や訓練時の行動のアンケート調査結果などから分析する。アンケート調査は、訓練に参加した 30 人のうち、23 人から回答があった(図 4-2)。

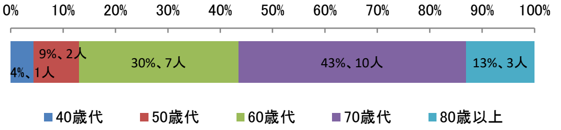


図 4-2　参加者の属性

A. 情報伝達

訓練の放送を聞いた手段は、52%と約半数が個別受信機であった(図 4-3)。参加者は自宅内に居たと考えられるが、39%が屋外スピーカで放送を聞いたと答えた。屋内であっても屋外スピーカが開始の合図として機能している。

屋外スピーカで放送を聞いた 9 名のうち、6 名が放送内容をわかった、3 名が音声のみ聞こえたと答えた。個別受信機、屋外スピーカ共に音声の聞こえない者はいなかった(図 4-4、5)。個別受信機と屋外スピーカを併用した今回の訓練では情報が伝達されない参加者はいなかった。また屋外箇所でのスピーカの音響伝搬の測定結果では、複数の音声の重なり等の聴き取りにくさはみられなかった。

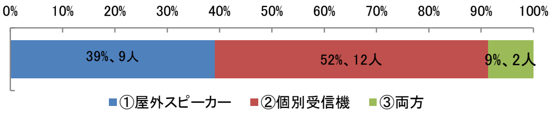


図 4-3　訓練の放送を聞いた手段

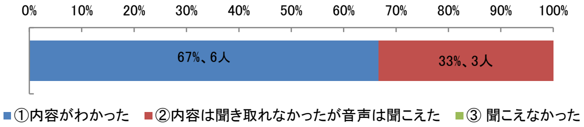


図 4-4　屋外スピーカの聞き取り状況

図 4-5　屋外スピーカの聞き取り状況

B. 避難準備

放送から避難を開始するまでの準備時間は、2～3 分が 48%と最も多い(図 4-6)。参加者は準備にほとんど時間を要していないと感じている。

次にアンケートの時間と GPS で計測した実準備時間を比較した表 4-1 を示す。GPS で計測した準備時間は 6～10 分が最も多い。アンケートに比べて実時間が長い参加者が多く、自分で感じるより避難開始までに時間が掛かっていることがわかった。

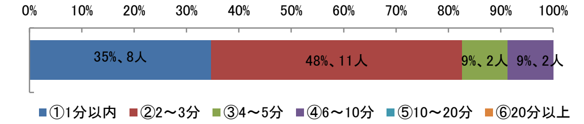


図 4-6　避難準備時間

表 4-1　アンケートの準備時間と実準備時間

		GPSで計測した実準備時間※				
		1分以内	2～3分	4～5分	6～10分	10分以上
アンケート回答の準備時間	1分以内	4			3	
	2～3分		2		9	
	4～5分			1	1	
	6～10分				1	1
	10分以上					

C. 避難移動

a. 避難経路

参加者が目標地点までに利用した経路と経路上の課題を図 4-7、8 に示す。経路は、鵡川 IC 付近の目標地点Ｂまで道道千歳鵡川線の利用が最も多かった。

経路上の課題は、狭い歩道を課題としてあげる者が 39%と最も多い。目標地点までの経路は、日高自

動車道付近で狭い歩道となっている箇所が多く、課題として挙げられたと考えられる。

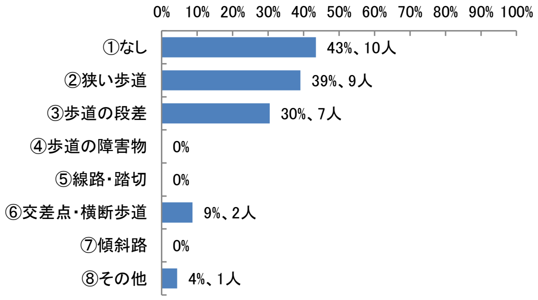


図 4-7 避難経路の課題（複数回答）

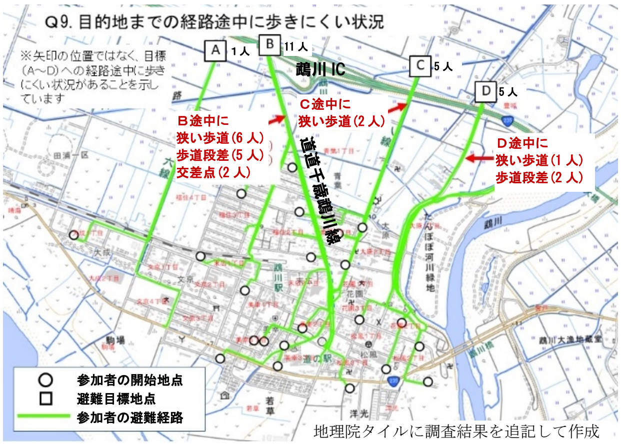


図 4-8 避難経路の課題

b. 避難移動時間

GPS 計測によると、参加者の移動速度は 0.8～1.6m/s で平均 1.3m/s となった。要配慮者である車椅子乗車者は 0.9m/s(但し途中から介助あり)、片麻痺装具着用者が 0.8m/s である。

参加者の平均速度は、津波避難計画策定指針における速度 1.0m/s より早いが、遅い速度の者もみられた。要配慮者(体験者)の速度は、参加者に比べて 6～7 割とかなり遅い。

GPS 計測によると、移動距離は 0.8～3km、移動時間は 11～40 分であった。津波からの避難が間に合うと感じる者は 39%、わからないが 57%となった(図 4-9)。地図上のプロットでみると(図 4-10)、海岸からの居住地までの距離に関わらず、両者は混在して分布している。参加者は津波到達時間をよく理解していない。

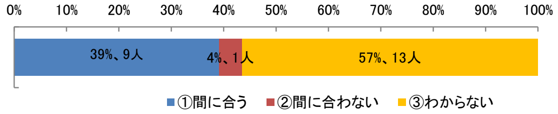


図 4-9 避難が間に合うか

図 4-10 避難が間に合うか

GPS を使って参加者の移動軌跡と日本海溝地震による津波遡上[1]の動画を重ね合わせ、準備時間の違いによる津波巻き込まれの危険性をみる。地震発生 20 分後に避難を開始した場合、参加者は避難が間に合うが、要配慮者は津波に巻き込まれる(図 4-11)。30 分後避難開始では参加者・要配慮者ともに津波に巻き込まれる(図 4-12)。

図 4-11 地震発生 20 分後避難開始
（11:20 地震発生から 50 分後）

図 4-12 地震発生 30 分後避難開始
（11:15 地震発生から 45 分後）

D. 訓練による気づき

今回の訓練の感想を自由記述で尋ねた(表 4-2)。浸水域の拡大に伴って、日高自動車道の高台部分や役場・道の駅むかわ四季の館の上階など、津波避難場所の見直しや追加を求める意見がみられた。

避難の準備は、実際は訓練より時間が掛かると想定されるため、事前準備が重要との意見がみられた。

また参加者は、訓練中に要配慮者避難体験の様子を見掛けており、身体の不自由な方や高齢者等の介助避難手段として、リアカー等の用意が必要との意見もみられた。

情報伝達については、今回の訓練で参加者全員が避難情報を聞き取れたが、個別受信機の聞き取りにくさや、平時に放送が風等により聞き取りにくい時があるなどの意見もみられた。

表 4-2　今回の訓練についての感想

分類	件	主な記述
津波避難場所	6	・日高自動車道の高台部分 ・役場、産業会館、四季の館の上部 ・高層住宅　他
介助避難	3	・施設の上部は足等が不自由な方は大変 ・数年後に歩けないときはどうするか確認が必要 ・高齢者等の避難手段にリアカー等を用意
防災情報伝達	2	・放送が風等により聞き取りにくい時がある。 ・サイレンが聞こえなかった。 ・個別受信機の音声が聞こえにくかった。
避難準備	2	・日頃の避難への準備の大切さを実感 ・夜間や停電は、準備時間が３倍くらい必要
避難経路	2	・目標地点までの歩道の整備が必要 ・経路は並んで歩けない程狭い。車道にはみ出し危険
ハザードマップ	2	・自宅の津波到達時間と最大浸水深を知りたい ・津波到達時間と浸水高の地図を参考に
車避難	1	・実際に起きた時には車で移動。渋滞が起きる可能性が気になる。
その他	3	・訓練が訓練であることを祈る／・定期的な情報発信をお願い。

⑤ 訓練結果の住民へのフィードバック

避難訓練の分析結果を踏まえ、津波防災の基本知識、新たな津波浸水想定の要点、津波発生時の避難行動等について、訓練参加者や地域住民を対象に津波浸水想定研修会(写真 4-2)を実施した。

また研修会に参加できなかった住民への周知として、研修会内容はむかわ町公式チャンネルにて公開されている(図 4-13)。

写真 4-2　津波浸水想定研修会 (R3.12)

図 4-13　むかわ町公式チャンネルでの公開
(https://www.youtube.com/watch?v=duiwuMxfyf0)

(3) 浜中町

令和 3 年 10 月 23 日に、霧多布地区、暮帰別・新川地区において津波を想定した避難訓練を実施した。

① 地域特性

霧多布地区及び、暮帰別・新川地区の津波浸水想定結果を図 4-14 に示す。

霧多布地区は、陸繋島の地形であり、低地部分に拡がる人口約 900 人の市街地である。高台である湯沸地区(以下､｢湯沸高台｣と言う。)に隣接しており、温泉施設が津波避難場所として指定されている。また市街地から湯沸高台への避難階段が整備されている。令和 3 年度に役場庁舎が市街地から湯沸高台に移転し、高台に続く道路と共に、津波避難場所として整備された。

暮帰別・新川地区は、人口約 700 人の海岸線に拡がる市街地である。背後に霧多布湿原が広がり、内陸まで低地が続く地形である。周囲に避難できる高台がない。霧多布港付近の津波到達は、影響開始時間が 11 分、第 1 波が 36 分と前回の想定に比べて若干遅くなった。

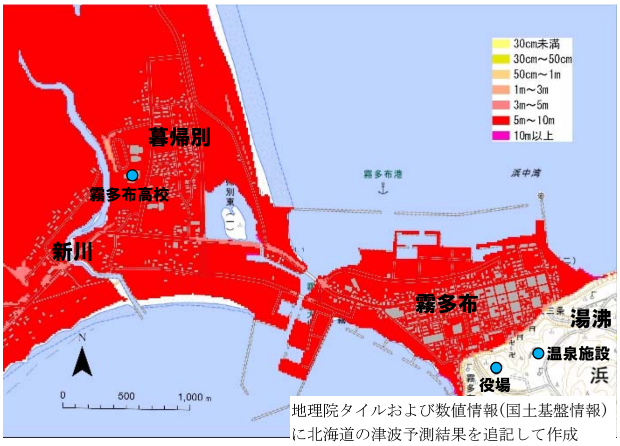


図 4-14　霧多布・暮帰別・新川の津波浸水想定 [1)]

② 訓練の目的

湯沸高台の役場新庁舎までの新設道路(傾斜路)を利用した移動時間の確認と迅速化､防災情報伝達(避難開始の認知)の課題、準備時間の短縮化、要配慮者

の避難移動の課題について学ぶ。

③ 訓練の方法

A. 参加者属性

訓練の参加者は、霧多布地区の住民 30 人と暮帰別・新川地区の住民 20 人を合わせて 50 人である。役場職員が要配慮者の避難体験を実施した。

B. 訓練の流れ

訓練参加者が自宅から目標地点まで徒歩の避難訓練を実施した。霧多布地区と暮帰別・新川地区とは海で分かれているため、避難目標地点は別である。

霧多布地区の目標地点は、湯沸高台の役場庁舎と温泉施設である(図 4-14)。暮帰別・新川地区の目標地点は、津波避難ビルとして利用が想定されている霧多布高校である。6 時 30 分に防災行政無線の戸別受信機や屋外スピーカ、携帯電話・スマートフォン向けの緊急速報メールによって避難情報が発令され、参加者が避難訓練を開始した。

C. 測定と調査方法

訓練結果を住民へフィードバックするために、訓練に合せて歩行速度の測定やアンケート調査を行う。内容については、むかわ町とほぼ同様である。要配慮者の避難体験は、片麻痺者の擬似体験装具を装着した者が 2 名、妊婦が 1 名とした。

④ 訓練の結果

訓練結果について、歩行速度や移動軌跡の GPS 計測結果や訓練時の行動のアンケート調査結果などから分析する。

アンケート調査は、訓練に参加した 50 人(霧多布 30 人、暮帰別・新川 20 人)から回答があった(図 4-15)。

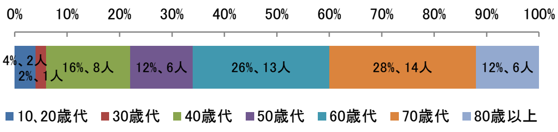


図 4-15　参加者の属性

A. 情報伝達

訓練の放送を聞いた手段は、34%が屋外スピーカ、28%が個別受信機、16%が緊急速報メールと答えた(図 4-16)。参加者は自宅内に居たと考えられるが、屋外スピーカで放送を聞いた者が比較的多い。むかわ町と同様に、屋内であっても屋外スピーカが開始の合図として機能している。今回の訓練で個別受信機と屋外スピーカ、緊急速報メールを併用した場合、情報が伝達されない参加者はいなかった。

屋外スピーカの伝達状況をみると、参加者は自宅内にいたが、84%が放送内容をわかった。一方で 6%が聞こえなかった(図 4-17～19)。また屋外箇所でのスピーカの音響伝搬の測定結果では、複数の音声の重なり等の聴き取りにくさはみられなかった。

B. 避難準備

放送から避難を開始するまでの準備時間は、3 分以内が 52%と最も多い(図 4-19)。一方で 10 分以上が 18%である。次にアンケートの時間と GPS で計測した実準備時間を比較した表 4-3 を示す。GPS で計測した準備時間は全て 10 分以内である。

実時間はアンケートの回答より短い。多くの参加者が自分で感じるほど避難開始まで時間が掛かっていない。時間を正確に把握できていない。

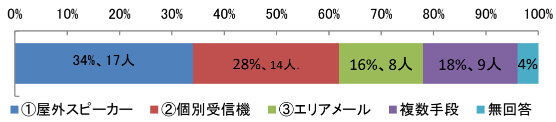


図 4-16　訓練の放送を聞いた手段

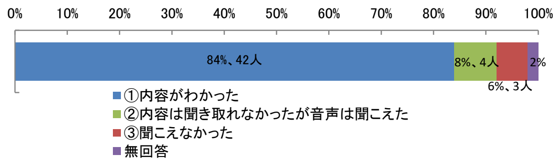


図 4-17　屋外スピーカの聞き取り状況

図 4-18　屋外スピーカの聞き取り状況(霧多布)

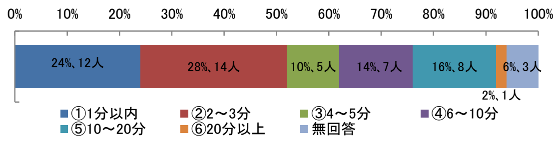


図 4-19　避難準備時間

表 4-3　アンケートの準備時間と実準備時間

		GPSで計測した実準備時間※				
		1分以内	2〜3分	4〜5分	6〜10分	10分以上
アンケート回答の準備時間	1分以内	5	4	3	0	0
	2〜3分	2	8	4	0	0
	4〜5分	1	1	1	2	0
	6〜10分	2	3	2	0	0
	10分以上	1	2	5	1	0

C. 避難移動

a.　避難経路

霧多布地区の場合の参加者が目標地点までに利用した経路と経路上の課題を図 4-20、21 に示す。

経路は、役場庁舎への新設道路が 21 人、避難階段利用が 6 人、既設の道路利用が 3 人となった。

役場庁舎への新設道路の課題として、利用した 21 人中 5 人が道路の傾斜を答えた。身体の不自由な方や高齢者の徒歩避難の困難性の理由からである。

暮帰別・新川地区の場合の参加者が目標地点までに利用した経路には課題がほとんどみられなかった。

図 4-20　避難経路の課題(霧多布)

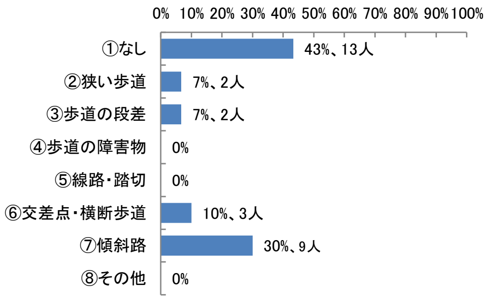


図 4-21　避難経路の課題（霧多布）

b.　避難移動時間

GPS 計測によると霧多布の参加者の移動速度は平均 1.18m/s、暮帰別・新川の参加者の移動速度は平均 1.32m/s となった。高台への傾斜路や避難階段のある霧多布で平均速度が若干低くなった。

要配慮者である片麻痺者が平均 0.64m/s、妊婦が 0.95m/s となった。妊婦の速度は参加者とほぼ同じ、片麻痺者(体験者)の速度は参加者に比べて 6 割程度と遅くなった。

また霧多布の移動距離は 0.4～1.2km、移動時間は 5～15 分であった。移動距離や時間は比較的短い。津波からの避難が間に合うと感じる者は 60%、わからないが 18%であった(図 4-22)。移動距離や時間が短いためか間に合うと感じる者が多い。

間に合わないと感じる者を地図上のプロットでみると、概ね目標地点から遠い者が多い(図 4-23)。

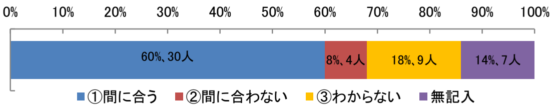


図 4-22　避難が間に合うか

図 4-23　避難が間に合うか（霧多布）

GPS による参加者の移動軌跡と津波遡上動画を重ね合わせ、準備時間の違いによる津波巻き込まれる危険性をみる。千島海溝地震による津波 [1)]は、霧多布地区は、地震発生から約 20 分後に浸水をはじめ、約 30 分後に市街地全域がほぼ浸水する。

地震発生 10 分後に避難を開始した場合は避難が間に合うが、20 分後に避難した場合、要配慮者及び参加者の多数が津波に巻き込まれる(図 4-24、25)。

訓練の準備時間どおり 10 分程度で避難を開始する必要があり、即座の避難開始、準備時間の超短縮化が助かる鍵となる。

暮帰別・新川地区では、10 分後避難開始の場合、ほとんどの参加者の避難が間に合う。20 分後避難開始の場合、多くの参加者が巻き込まれることとなる。

図 4-24　地震発生 20 分後避難開始
(6:51　地震発生から 21 分後)

図 4-25　地震発生 20 分後避難開始
（6:57　地震発生から 27 分後）

D. 訓練による気づき

今回の訓練の感想を自由記述で尋ねた（表 4-4）。役場新庁舎までの新設道路（傾斜路）について、見晴らしの良さ・歩き易さを感じる一方で、身体の不自由な方や高齢者には大変という意見もみられた。

避難距離が比較的短く、前回の訓練より時間的に余裕があった。徒歩避難が困難な高齢者は、新設道路のような傾斜路を利用する場合、車避難の検討も必要と意見がみられた。

実際の準備は、訓練より時間が掛かると想定されるため、事前準備が重要との意見がみられた。

防災情報伝達は、今回、参加者全員が避難情報を聞き取れており、課題の記載は見られなかった。

表 4-4　今回の訓練についての感想

分類	件	主な記述
避難経路	4	・思ったより歩きやすく見晴らしの良い道路で安心 ・新しい傾斜路は身体の不自由な方や高齢者は困難 ・高齢者には、坂道・階段が大変 ・上皇寺裏の階段は大変
避難移動	3	・前回より余裕があった ・早歩きできた ・年齢と共に徒歩避難がきつくなる
避難準備	2	・避難用具を用意することが必要 ・実際は準備時間がもっと掛かり、持出し品も多い
車避難	2	・持出し品が多く、車避難が必要。津波が来たら車を置いて逃げる恐れがある。 ・高齢者は徒歩避難がきついので車避難も必要
情報伝達	1	・エリアメールで避難開始
介助避難	1	・年齢と共に徒歩避難がきつい。集合場所をつくり、車に乗せて避難する方法も必要
避難場所	1	・避難場所が津波高さに対応できるか不安
その他	5	・命を守る行動／津波情報／朝の訓練　他

⑤ 訓練結果の住民へのフィードバック

訓練の分析結果をまとめ、役場から町民向けの普及啓発資料として提供した。町民に提供した広報資料を図 4-26 に示す。

また、分析結果については報告書としてまとめ、津波避難困難地域の避難対策検討会資料とし提供し、町の津波避難計画の検討に活用された。

図 4-26　住民向けの役場広報資料（広報はまなか 2 月号）

4.2 学校の防災教育のケーススタディ

むかわ町立鵡川中学校では、北海道胆振東部地震による被災経験から、防災ウィーク「むかわの記憶」と題し、防災・減災について考える時間として防災講話や防災学習など様々な活動を取り組んでいる。

北方建築総合研究所は、むかわ町との連携協定を結んでおり、鵡川中学校からの要望を受けて、令和 2 年度から防災教育活動に協力している。

令和 2 年度に津波避難訓練、令和 3 年度は授業の一環としてハザードマップを利用したフィールドワーク、災害図上訓練を利用した地域の津波防災学習に協力した。ここでは訓練・授業の取組み内容をまとめ、生徒や地域住民が学んだ気づきの傾向について、アンケート調査を利用して分析した結果を示す。

(1) 鵡川中学校津波避難訓練

令和 2 年 9 月に、鵡川中学校と協力し、津波を想定した避難訓練を実施した。

① 訓練の目的

避難場所の鵡川高校注 2) までの避難時間の確認と迅速化、要配慮者の介助避難体験による共助意識向上や家族との災害時の取り決めの重要性を学ぶ。

② 訓練の方法

A. 参加者属性

訓練の参加者は全学年の生徒 112 名で、内訳は 1 年生 37 名、2 年生 32 名、3 年生 43 名である。

B. 訓練の流れ

中学校から津波避難場所の鵡川高校まで徒歩の避難訓練を実施した。訓練の避難経路を図 4-27 に示す。

C. 訓練の方法と測定内容

1、2 年および 3 年の一部がクラス単位で避難した（99 名）。男女各 1 列、先頭と最後尾に担任教諭が付いて集団避難した。3 年生の一部が要配慮者の避難体験として車椅子、高齢者、負傷者の疑似体験と

介助を担当した。車椅子乗車１名・介助３名、高齢者疑似装具の装着者１名・介助２名、リアカー乗車１名・介助５名を担当した（写真 4-3)。

集団避難や要配慮者の避難速度の検証のため、生徒に GPS を配布し､避難速度と移動軌跡を計測した。

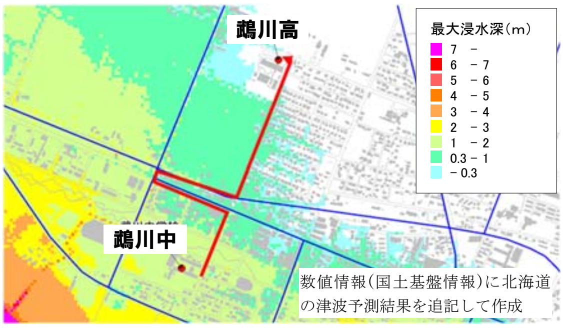


図 4-27　訓練の避難経路と津波浸水域 [3)]

③ 訓練の結果

訓練終了後に、生徒に対してアンケート調査を実施した。112 名から回答が得られた。

写真 4-3　リアカーを利用した介助避難体験

A. 生徒の属性

生徒のうち 62%が、胆振東部地震で避難を経験している。２ 年生の避難経験の割合が高い。鵡川中の生徒は地震被災の経験者である(図 4-28)。

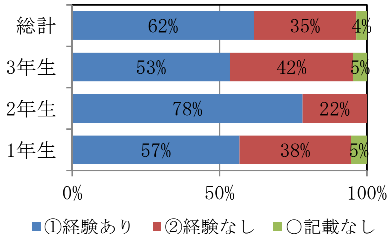


図 4-28　胆振東部地震での避難経験

B. 円滑に避難できたか

集団避難は 76%が円滑と答えた。対して介助避難は、体験および介助した生徒のうち 46%が円滑ではないと答え、何らかの課題を感じている(図 4-29)。

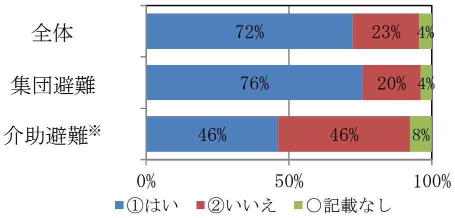


図 4-29　円滑に避難できたか

C. 訓練での気づき

訓練に参加した生徒がどのような気づきが得られたか、訓練後のアンケート調査の自由記述を元に分析を行う。分析方法としてテキストマイニングの手法を用いる。

a. テキストマイニング

テキストマイニングとは、アンケート調査の自由記述のような文書データに含まれる単語や文節から、それらの出現頻度や関係性について統計手法を用いて定量的に把握する方法である。

訓練で気づいたことについて自由記述で 112 名から回答を得た。KH Coder[4)注 3)]を利用して自由記述を分析し、防災訓練での気づきや学年毎の差異を把握する。分析の流れを図 4-30 に示す。

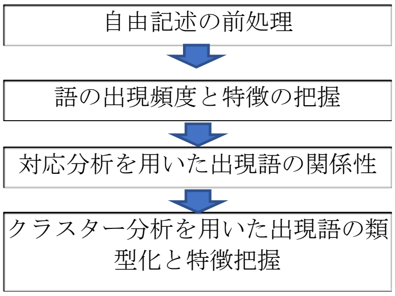


図 4-30　テキストマイニングの流れ

b. 自由記述の前処理（形態素解析）

アンケート原文のままでは､語の揺らぎ(ひらがなや漢字、誤字脱字、同義語のばらつき)があり、出現頻度が減るため、統一する処理を行った。｢避難・時間｣｢避難・訓練｣のように複合して意味がある語は、複合語として抽出されるよう統一した。

c. 語の出現頻度と特徴の把握

前処理した自由記述をもとに KH Coder で抽出された出現頻度５回以上の語は図 4-31 に示す。

語の出現頻度は｢家族｣が最も多く 69 回、ついで｢避難｣が 64 回、｢津波｣が 58 回であった。

上位 10 位以内は｢津波｣｢地震｣｢避難場所｣｢高校｣など避難訓練に直接表す語に加えて、｢家族｣が用いられていることが特徴となった。11～30 位までの語は｢話し合い｣｢高齢者｣｢助け合う｣｢車椅子｣｢負傷者｣といった共助の避難に関わる語、｢避難時間｣｢歩道｣｢早い｣など円滑な避難に関わる語が多くなった。

d. クラスター分析を用いた出現語の類型化

階層的クラスター分析(クラスター化法：Ward 法、共起性の尺度：Jaccard 係数)を用いて語の類型化を行った。抽出語数を考慮して語の出現頻度は 10 回以上とした。クラスター分析結果を図 4-32 に示す。抽出語の組合せを基に、分類について訓練内容と関連した｢A. 介助避難と避難路の課題｣｢B. 中学校からの集団避難｣｢C. 避難における共助の意識｣｢D. 家族の避難対策｣｢E. 地震・津波のリスク｣と決めた。

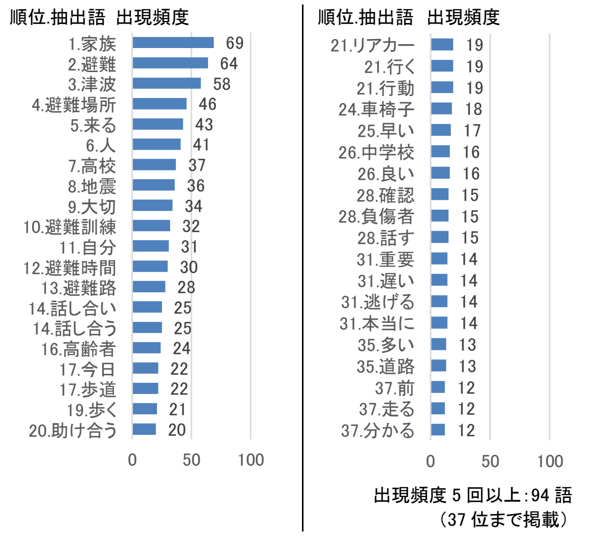


図 4-31　抽出語と出現頻度

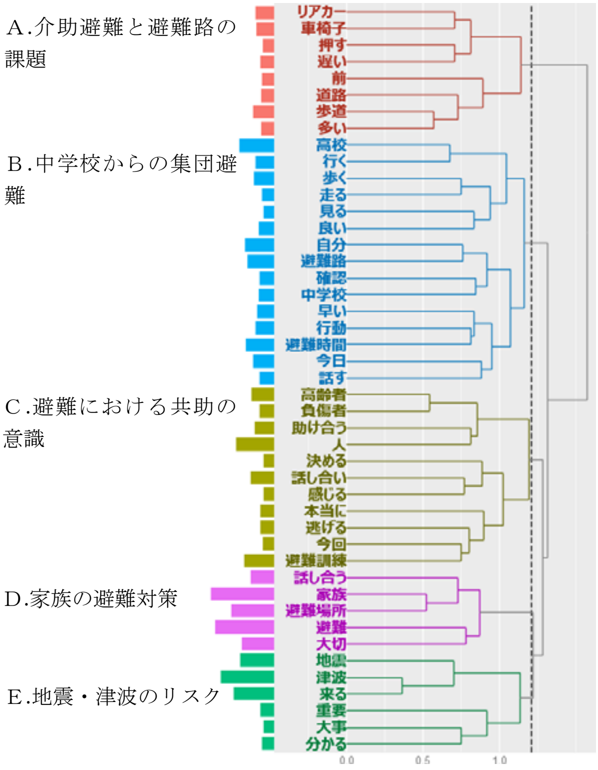


図 4-32　クラスター分析結果

e. 対応分析を用いた出現語の関係性

対応分析を用いて自由記述の特徴を把握する。対応分析では、分析結果を散布図にすることで、抽出語の関連性が強い語ほど近くに、弱いほど遠くに布置される。学年を属性として、各学年の近くに布置される抽出語を確認することによって、訓練における気づきの傾向を把握する。図 4-33 に結果を示す。

1 年生は、「中学校」「駆け足」「早い」「私語」などクラス単位の集団避難や、「防災」「家」「話し合う」など家族を含めた自助的な意識に分類される語が近くに布置された。

2 年生は、「避難」「地震」「安全」「知識」など 1 年生と同じ集団避難に加え、「話し合い」「地域」「助ける」「助け合う」など共助的な意識に分類される語が近くに布置された。

3 年生は、1・2 年生と異なり、「リアカー」「車椅子」「高齢者」など介助を伴う避難に分類される語が多い。「道路」「歩道」「遠回り」「遅い」「段差」「狭い」「大変」など介助避難に伴う避難路の課題に関する語が近くに布置された。

結果として、1 年生は集団避難と自助的な意識、2 年生は集団避難と共助意識、3 年生は介助避難とこれに伴う避難路の課題の抽出語が近くに布置された。介助避難を導入した結果として、学年ごとに気づきの分野が異なる結果となった。

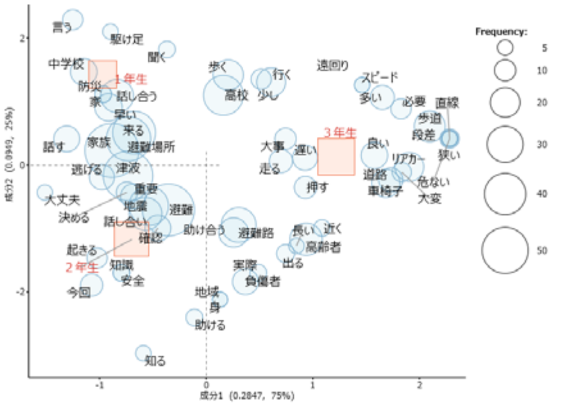


図 4-33　対応分析結果の散布図

(2) ハザードマップを利用したフィールドワーク

令和 3 年 11 月 3 日に鵡川中学校 2 年生の生徒を対象に、地理の授業（5・6 時間目）として実施した。北海道大学橋本雄一教授と北総研との共同で教材を作成し、当日の授業に協力した。

① 学習の目的

むかわ町に想定される津波ハザードマップを手に、実際に校区を歩きフィールドワークを行うことで津波被害のイメージを高め、生徒自身で状況を判断し適切な避難行動ができる判断力を養う。また、地域住民とともに生徒の住む地域の津波被害について考えることで共助の意識を高める。

② 学習の方法

A. 参加者属性

授業の参加者は 2 年生の生徒 34 名と、学校からの依頼で参加した鵡川婦人団体連絡協議会や民生児童委員など地域団体の 14 名である。住民は校区内に居住する 60 代以上の女性である。

B. 授業の流れ

まず鵡川中体育館でフィールドワークによる授業について生徒と参加住民に説明した。橋本教授から今回対象とした新しい津波浸水想定等について解説

して頂いた。次に現地に移動し、居住地が近い生徒と住民がグループを組み、海側の住宅地から内陸側に向かって歩きながら、チェックポイントごとにフィールドワークを行った。終了後、中学校に戻り、橋本教授、北総研からハザードマップ学習について講評を行い、学習のまとめが行われた。

表 4-5　授業の流れ

時　　間	主な内容
12：45-13：00	参加者受付
13：00-13：15	学習の流れの説明
13：15-13：25	津波ハザードマップの講義 （北海道大学　橋本教授）
13：25-15：00	むかわ町市街のフィールドワーク ①駒場団地→②四季の館→③鵡川中央小 ：ハザードマップとワークシートを元にチェックポイントの津波危険度を調べる
15：00-15：20	ハザードマップ学習の講評 （北大 橋本教授、北総研 戸松主幹）
15：20-15：25	学習のまとめ

C. フィールドワークの方法

フィールドワークでは、津波浸水深が建物と比べどの程度の高さかを実感して貰うため、建物写真に津波高さを描くワークシートを用意した。図 4-34 に提案したワークシートを示す。

チェックポイントは海側の住宅地から内陸側に向かって設定した。ルートを図 4-35 に示す。周辺に平屋の団地群や社会福祉施設のある「1. 駒場団地」、旅行者･観光客が多数いる「2. 道の駅むかわ四季の館」、新たに浸水域となった「3. 鵡川中央小」の順である。

チェックポイントでは津波ハザードマップ（図 4-36）を使って建物写真に津波高さを描き込むとともに、津波浸水深や浸水開始時間を記載し、周辺の津波危険性や避難の課題を調べて記載する。

③ 学習の結果

学習終了後に、参加者に対して学習の結果についてアンケート調査を実施した。生徒 34 名、住民 12 名から回答が得られた。

A. フィールドワークのわかりやすさ

ハザードマップとワークシートを利用したフィールドワークのわかりやすさを尋ねた。生徒で 79%、住民で 69%がわかりやすかったと回答した。シートの使い方は概ね理解されていた（図 4-37）。

難しかった理由は、「1 人で作業するのは難しい」･「どの程度の地震で高い津波が来るかわからない」であった。事前に津波予測を丁寧に説明する時間をとることや、今回は住民との共同学習でもあったため、わからないことは積極的に住民とも相談して考えることの大切さが確認された。

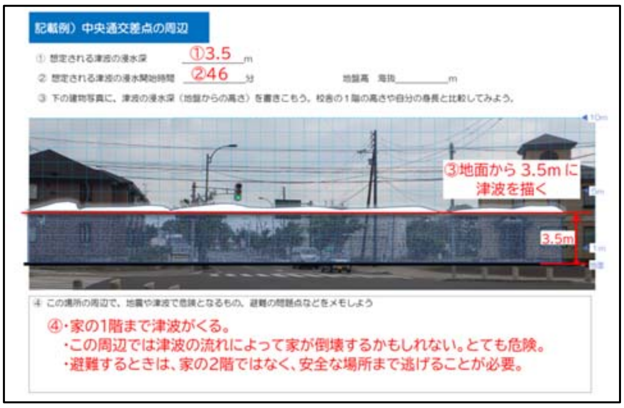


図 4-34　提案したワークシート

図 4-35　フィールドワークのルート

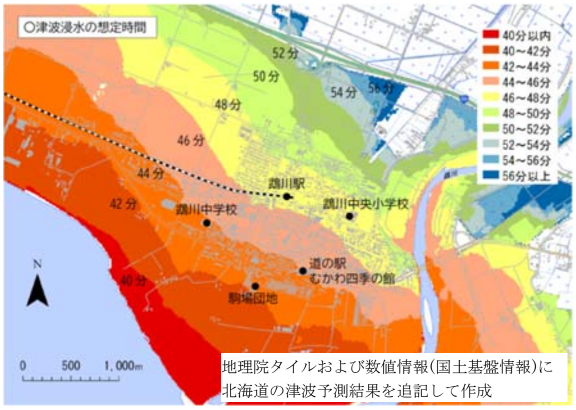


図 4-36　津波ハザードマップ 3)

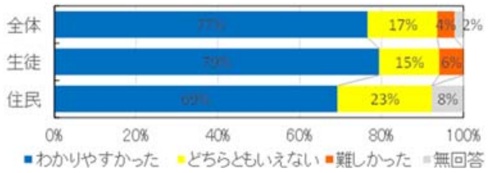


図 4-37　フィールドワークの評価

B. 学習での気づき

学習で気づいたことを自由記述で 47 名から回答を得た。前節の避難訓練と同様に、自由回答の記述を KH Coder を利用したテキストマイニングで分析した。5 回以上の出現頻度の語を図 4-38 に、クラスター分析による語の分類の結果を図 4-39 に示す。

クラスターの抽出語の組み合わせを基に、分類について学習内容と関連した「A. 浸水危険度の高い地

域」「Ｂ.津波と建物高さ」「Ｃ.津波の速さ」「Ｄ.安全・危険な場所の学習」と決めた。

抽出語の出現頻度とクラスターの各分類を併せて考察する。提案したワークシートで目的とした「Ｂ.津波と建物高さ」に関わる語句が多く、多くの参加者に気付きが得られたことが伺える。

比較して「Ｃ.津波の速さ」は語が少ない。また各チェックポイントの「駒場団地」「四季の館」は頻度が 5 回未満であり、記述にほとんど表れなかった。フィールドワークの時間に限りがあり、設定したすべてに気づきを得るのは難しい。津波速さも高さと同じく重要なため、ワークシートは改善の余地がある。

出現語の対応分析結果の散布図を図 4-40 に示す。抽出語が中心(原点)近くに集まっており、生徒・住民共に気づきの内容は概ね同じと推察される。

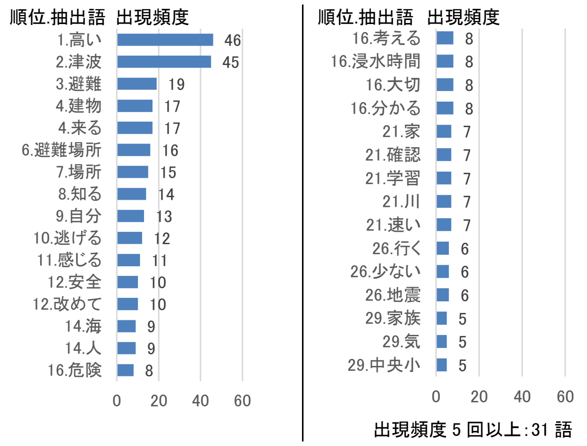


図 4-38　抽出語と出現頻度

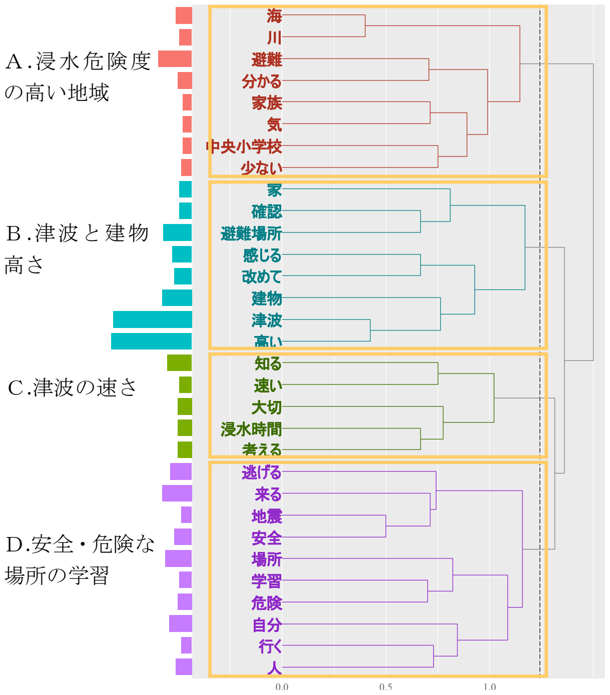


図 4-39　クラスター分析結果

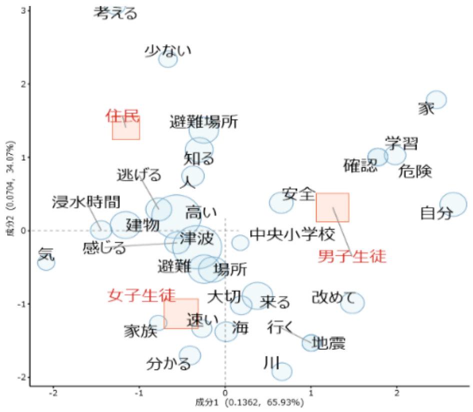


図 4-40　対応分析結果の散布図

(3) 災害図上訓練を利用した地域の津波防災学習

令和３年 11 月５日に鵡川中学校２年生の生徒を対象に、地理の授業(5・6 時間目)として実施した。

北海道大学橋本雄一教授と釧路工業高等専門学校草苅敏夫教授(日本建築学会北海道支部都市防災専門会委員)、北総研の共同で当日の授業に協力した。

① 学習の目的

住民と共同で、校区周辺の地域について津波浸水の範囲や避難所等の防災資源を描きこんだ地図を作成し、安全な場所・危険な場所を話し合い、学校や地域における津波発生時の避難を学ぶ。

② 学習の方法

Ａ. 参加者属性

授業の参加者は中学２年生の生徒 34 名と、中学校からの依頼で参加した鵡川婦人団体連絡協議会や民生児童委員など地域団体の 18 名である。住民参加は、校区内に居住する 50 代以上の女性である。

Ｂ. 授業の流れ

まず災害図上訓練(以下、「ＤＩＧ」と言う)について生徒と参加住民に説明した。橋本教授から学習方法等について解説して頂いた。次に居住地が近い生徒と住民がグループを組み、想定津波に対して、校区周辺の地図を利用したＤＩＧを実施し、検討した津波避難経路を発表した。最後に橋本教授、草苅教授の講評があり、学習のまとめが行われた。

表 4-6　授業の流れ

時　　間	主な内容
12：45-13：00	参加者受付
13：00-13：15	学習の流れの説明
13：15-13：25	ＤＩＧ学習の講義（北海道大学　橋本教授）
13：25-15：05	校区周辺の地図を利用したＤＩＧを実施 ⅰ.津波浸水域の作成 ⅱ.基盤地図の作成 ⅲ.被害地図の作成 ⅳ.津波からの避難経路の検討 ⅴ.グループ発表
15：05-15：20	ＤＩＧ学習の講評 （北大 橋本教授、釧路高専 草苅教授）
15：20-15：25	学習のまとめ

C．ＤＩＧ学習の方法

生徒と町民がグループに分かれ地図づくりを行った。地図の作成方法や避難時間の測定は、逃げ地図づくり[5)6)]の作業方法を簡便化して取り入れた。

ⅰ. 津波浸水域の作成

「災害を知る」という視点から地域に想定される津波浸水域の範囲を地図に描きこむ。

ⅱ. 基盤地図の作成

「まちを知る」という視点から主要道路や狭い道を、「防災資源」の視点から避難所など防災拠点を地図に書き込む(写真 4-4)。

写真 4-4　ＤＩＧによる地図づくり

ⅲ. 被害地図の作成

津波から逃げるために安全なものや危険なものをグループで議論し、付箋に書いて地図に貼る。

ⅳ. 津波からの避難経路の検討

作成した地図情報をもとに中学校からの避難場所や避難経路を検討する。避難訓練で測定した歩行速度をもとに、計測ヒモを用いて避難場所までの移動時間を確認する(写真 4-5)。

写真 4-5　計測ヒモによる避難時間の測定

ⅴ. グループ発表

作成した地図や検討した避難場所・避難経路についてグループ発表を行う(写真 4-6)。

写真 4-6　作成した地図の例

③ 学習の結果

学習終了後に、参加者に対して学習の結果についてアンケート調査を実施した。生徒 29 名、住民 11 名から回答が得られた。

A．ＤＩＧ学習のわかりやすさ

ＤＩＧ学習を利用した地域の津波避難の学習についてわかりやすさを尋ねた。生徒は 76%、住民は 73%がわかりやすかったと回答した。一方、住民 18%から難しかったと回答が得られた(図 4-41)。

難しい理由の記述はなかったが、作業が間に合わないグループもあり、時間が短いことが理由として考えられる。

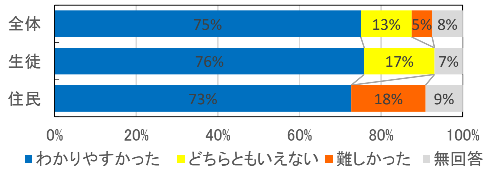


図 4-41　ＤＩＧ学習の評価

B．学習での気づき

学習で気づいたことを自由記述で 36 名から回答を得た。記述内容を KH Coder を利用したテキストマイニングで分析する。3 回以上の出現頻度の語を図 4-42 に、クラスター分析による語の分類結果を図 4-43 に示す。抽出語の組み合わせを基に、分類について学習内容と関連した「A．津波から逃げる行動を考える大切さ」「B．通学・地域からの避難場所の確認」「C．中学校から自動車道までの時間の学習」「D．周辺の危険な場所と避難路の学習」と決めた。

抽出語の出現頻度とクラスターの各分類を併せて考察する。学習の目的である「A．津波から逃げる行動を考える大切さ」や、地図を利用した「D．周辺の危険な場所と避難路の学習」に関わる語句が比較的に多い。特に生徒・住民が共同で津波から逃げることを考える大切さ、地図を利用して町・周辺・家・地域の危険な場所を知ることに気づきが得られた。

時間に関わる語句は少ない。授業の観察から、逃げ地図づくりの手法を導入する場合、避難時間を地図に図示するなど、改善の余地があると感じた。

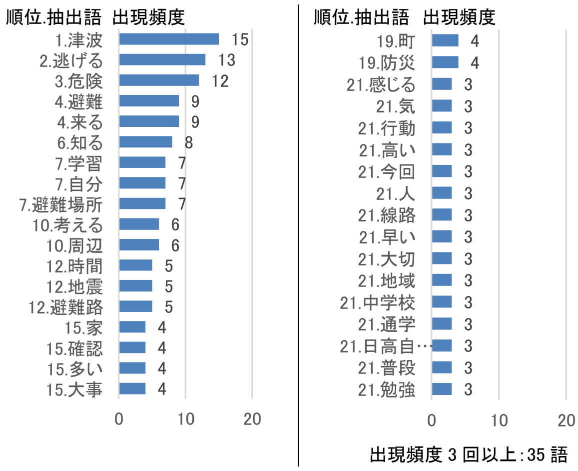


図 4-42　抽出語と出現頻度

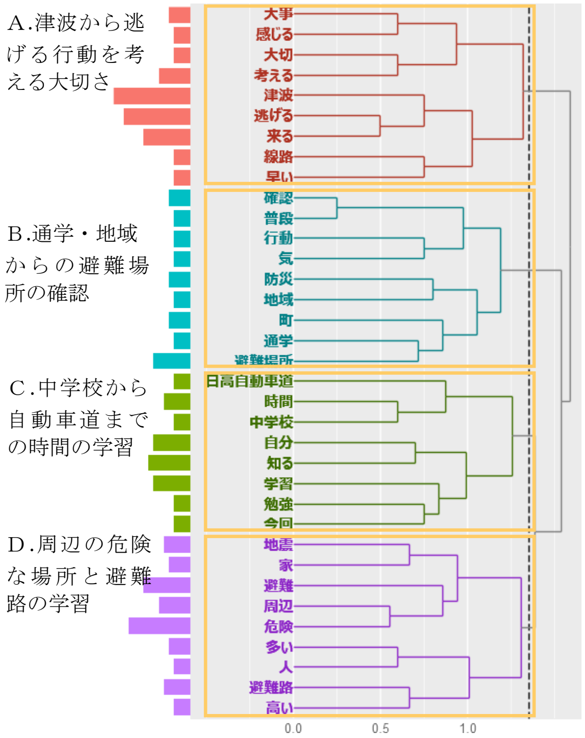


図 4-43　クラスター分析結果

出現語の対応分析結果の散布図を図 4-44 に示す。「津波」「危険」「周辺」等の学習目的に関する語が概ね中心(原点)近くに布置された。どの属性も学習目的への気づきは得られたと推察される。特に住民は、「学習」「勉強」「防災」等が近くに布置された。自由記述内容からも、今回の生徒との共同学習を踏まえ、地域学習の重要性を意識した語と考えられる。男子生徒は、「自分」「来る」「地震」「考える」等が近くに布置された。自由記述の内容からも、学習を通じて自分たちで避難を考えること、自分の知らないことを学び合うことの重要性を意識した語と考えられる。

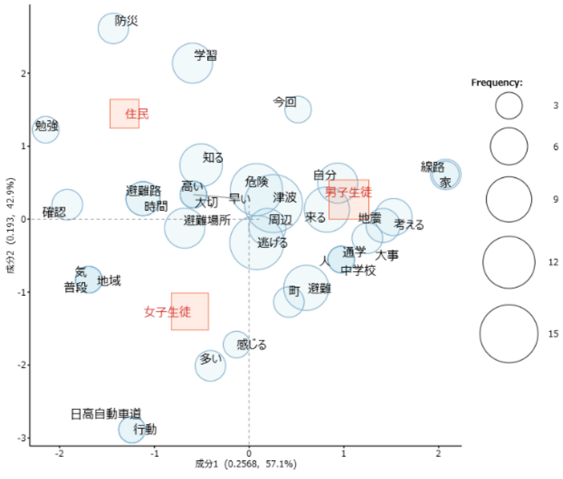


図 4-44　対応分析結果の散布図

(4) 訓練・授業終了後のアクションリサーチ

① 訓練後の生徒の対応

前年に行われた訓練後の対応について、避難訓練後に実施したことを生徒に尋ねた(図 4-45)。回答のあった 34 名のうち、29 名(85%)が家族との話し合いや家からの避難場所の確認など何らかの防災対応を実施している。

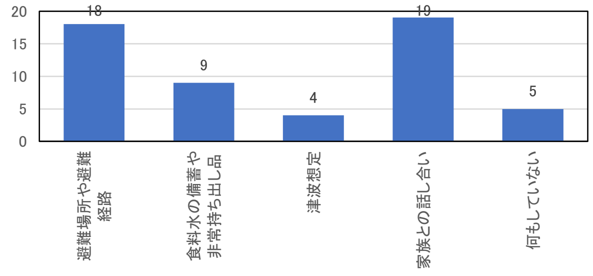


図 4-45　訓練後に実施したこと(生徒･複数回答)

② 生徒・住民の今後学習したいこと

授業後にもっと詳しく学習したいことを生徒と住民に尋ねた(図 4-46)。生徒で多かったのは「地域住民との協力」「通学路からの避難行動」となった。通学路を対象とした避難や、住民と連携した防災活動など、より地域と関わる学習を望んでいる。

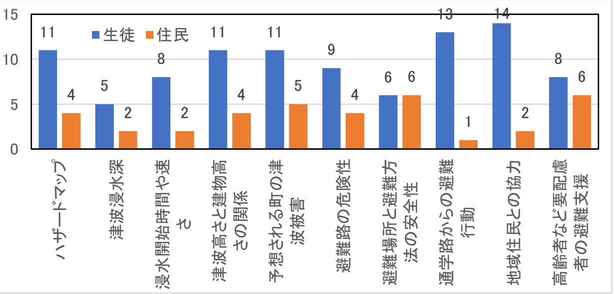


図 4-46　今後実施したいこと(複数回答)

③ 訓練・授業の実施者による振り返り

授業終了後に、今回の授業を実施・協力した関係者で、学習方法や事前準備などについて振り返りを行った。主な意見は下記のとおりである。

- ハザードマップを活用した授業は良い。地図の読み取り方などを事前に学習する時間をもっと採る。
- 生徒と住民が協同で学習することは非常に良い。両者の話し合いで多くの気づきが発見でき、こうした取り組みの継続が地域防災力の向上に繋がる。
- 中学校の先生が、今回利用した鵜川中周辺の地図(国土地理院地図・A1 版)を印刷・準備は難しい。
- 2 時限の連続した授業は長く、後半は集中力が切れていた。 1 時限毎に区切ることで、授業後に内容を咀嚼する機会も生まれ、理解がより進む。
- 協力者が居なくとも先生が準備できる汎用的な授業方法も必要。

5. モデル市町村における防災情報伝達の改善に関するケーススタディ

防災情報伝達に関し、異なる課題を持つ自治体を対象に、数値解析や実測調査など、伝達状況を改善するケーススタディを行い、技術的課題を明確化すると共に課題解決のプロセスを整理する。

本研究では、津波避難などの観点で情報伝達の改善の意識があり協力が得られた市町村の中から、情報伝達の対象とする領域が比較的小さく周囲を山に囲まれた神恵内村の中心部と、対象とする領域が中規模で四方が海に囲まれ開けている浜中町の霧多布地区を対象に検討することとした。

5.1 数値解析

屋外防災スピーカによる情報伝達は、様々な気象条件に大きく影響を受けることがわかっている。[7] そこで、スピーカ 1 台あたりの伝達可能距離を数値解析に基づいて推測した。

推測には ISO9613-2 に定められる騒音伝搬予測法[8]を簡略化した式(5-1)～式(5-3)を使用した。本来、ISO9613-2 は騒音の伝搬を対象としたものであり、より伝わる条件が安全側の評価になるのに対して、本研究では情報が伝わりにくい条件が安全側となるといった違いがある。そこで、防災情報伝達の伝搬を安全側に評価することに加えて、計算を単純化することを目的に、放送する音声のおおよそ中心周波数と考えられる 1kHz の純音であると仮定して以下の検討を行うこととした。

$$L_{\mathrm{A}} = L_{\mathrm{W}} - A \quad (5\text{-}1)$$

$$A = A_{div} + A_{air} + A_{misc} \quad (5\text{-}2)$$

$$A_{misc} = \frac{25}{300} \cdot l \quad (5\text{-}3)$$

ここで、L_{A}:等価音圧レベル[dB]、L_{W}:音源の音響パワーレベル[dB]、A:音源から受音点までの伝搬中の減衰[dB]、A_{div}:幾何拡散による減衰[dB]、A_{air}:大気吸収による減衰[dB]、A_{misc}:その他の要因による減衰[dB], l:音源から受音点までの距離[m]である。

音源から受音点までの伝搬中の減衰Aのうち、幾何拡散による減衰A_{div}、大気吸収による減衰A_{air}は ISO9613-2 に定められる方法に準じた。A_{air}の計算に必要な気温などの気象条件は、既往研究[9]で構築した気象データのメッシュ化技術を用いて作成した対象地点の気象データを用いた。その他の要因による減衰A_{misc}には、風や地表面の影響として過去の研究[10]で得られた超過減衰を与えることとした。本来は、対象とする地区の地表面の性状や瞬間の風の影響を考慮することが望ましい。一方で、地表面は積雪期には除雪の有無や降雪強度が影響すること、風は、音の伝搬中にも刻々と風向風速が変わる特性があること等から精緻に計算することは難しい。ここでは、伝搬可能距離を把握することが目的であるため、単に 25dB/300m[注4]の値を伝搬距離に応じて与えることとした。

2 町村の幾何拡散による減衰A_{air}の期間変動を図 5-1 および図 5-2 に示す。主に温度と湿度の異なりによって変動が生じている。絶対値には差がみられるが、いずれも 1 月末から 2 月上旬に最も減衰が大きくなっていた。

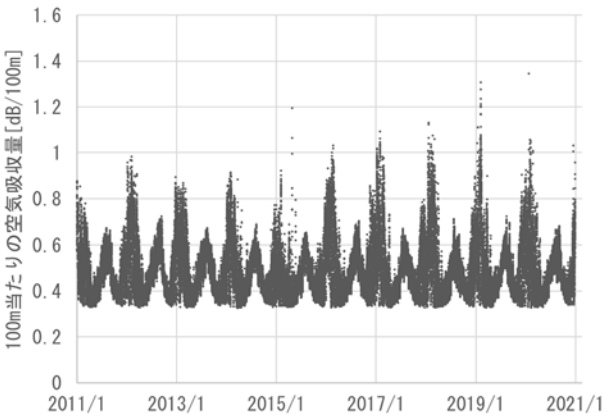


図 5-1 A_{air}の期間変動（神恵内村）

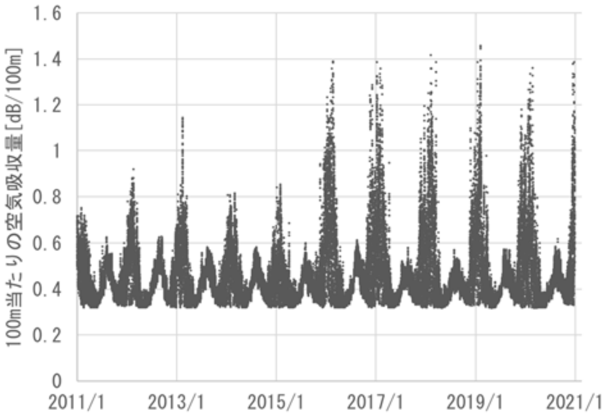


図 5-2 A_{air}の期間変動（浜中町）

次に、音源から受音点までの伝搬中の減衰Aが最大となる気象条件におけるAと伝搬距離との関係を図 5-3 に示す。減衰量が最大となる条件では 2 町村とも概ね同じ結果であった。スピーカ直下で許容で

きる音圧レベルを 80 dB、聴取者の位置で推奨される音圧レベルを 50 dB以上と仮定し、減衰量が 30 dBまでの範囲を伝達可能距離と考えると、約 270m となった。

5.2 実測調査

(1) 神恵内村

神恵内村では気象データの計測、屋外防災スピーカを利用した日々の放送の録音および試験音声の録音を実施した。

図 5-4 に数値解析に基づく伝達可能範囲と実測値の関係を示す。数値解析に基づく伝達可能範囲は実測を行った時点の気象データに基づいて計算した値である。図中の数字は実測した Z 特性等価音圧レベル（以下、「L_{zeq}」という）であるが、スピーカからの距離に応じて減衰し、赤色で示す伝達可能範囲の境界付近で約 50 dBとなり、数値解析の結果とよく整合していると考えられる。一方で、図下側の地点では伝達可能範囲の外であるのに 59.8 dBと 50 dBを大きく上回っていた。これは、当該測定地点の背面（スピーカと反対方向）が山の法面となっており、そこからの反射音の影響で値が大きくなっているものと考えられた。今回の数値解析では、地物などを考慮できていないため、より詳細な検討のためにはそれらの影響も加味した推計手法が望ましい。しかしながら、神恵内村における検討の範囲では推計値に比べて安全側の結果となっており、伝達可能範囲の推計には十分利用可能であると考えられた。

(2) 浜中町

浜中町では、4 章で実施した避難訓練の際に、訓練放送の実測を行った。

図 5-5 に数値解析に基づく伝達可能範囲と実測値および聴感アンケートの結果との関係を示す。なお、アンケートの結果は前述したものと同様である。神恵内村の結果と異なり、伝達可能範囲の予測範囲の境界付近で 60 dB以上と非常に大きかった。これは、浜中町では神恵内村に比べて対象とする領域が大きく、設置されているスピーカの基数が多いことで、複数のスピーカの音が相互に影響して推計値に比べて大きな値となっているものと考えられる。また、アンケートの結果では十分な音量と推測される地点であっても「聞こえなかった」と回答した人が見られた。これは、近傍の建物影響で音が伝達しにくいエリア（シャドーゾーン）であることや、海からの突風などで聞き取りにくい状態であったことなどが推測されるが、明確な要因はわからなかった。今回

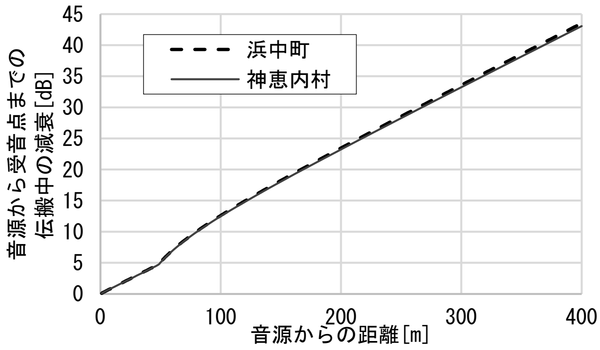


図 5-3 Aの最大条件と伝搬距離の関係

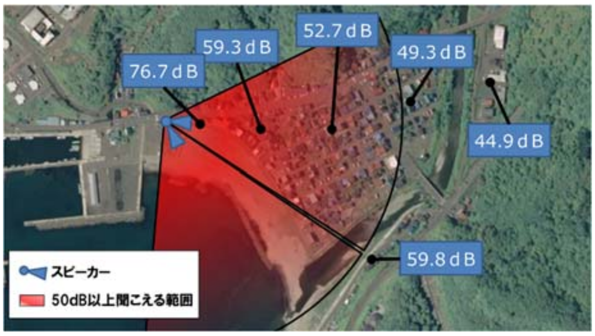


図 5-4 神恵内村における数値解析に基づく伝達可能範囲と実測値の関係

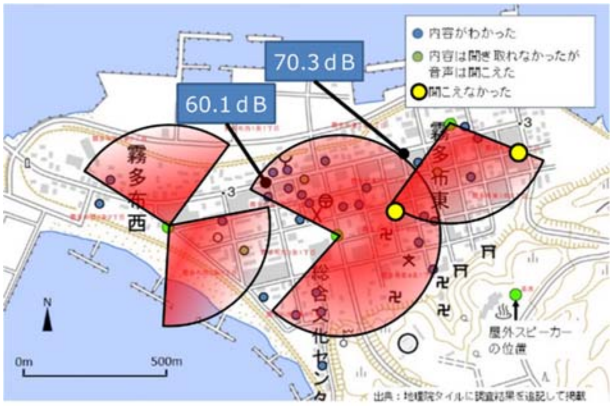


図 5-5 浜中町における数値解析に基づく伝達可能範囲と実測値および聴感アンケートの結果との関係

設定した数値解析の手法では浜中町の条件を推計するには不十分であり、地物や気象条件の変動を考慮した新たな推計手法の構築の必要性が示唆された。

5.3 防災情報伝達の改善に関するケーススタディと改善プロセスの整理

数値解析によって伝達可能範囲の推測が可能と考えられた神恵内村を対象に、伝達状況を改善するためのケーススタディを行い整理した。神恵内村を例にとした課題解決のためのプロセスを図 5-6 に示す。

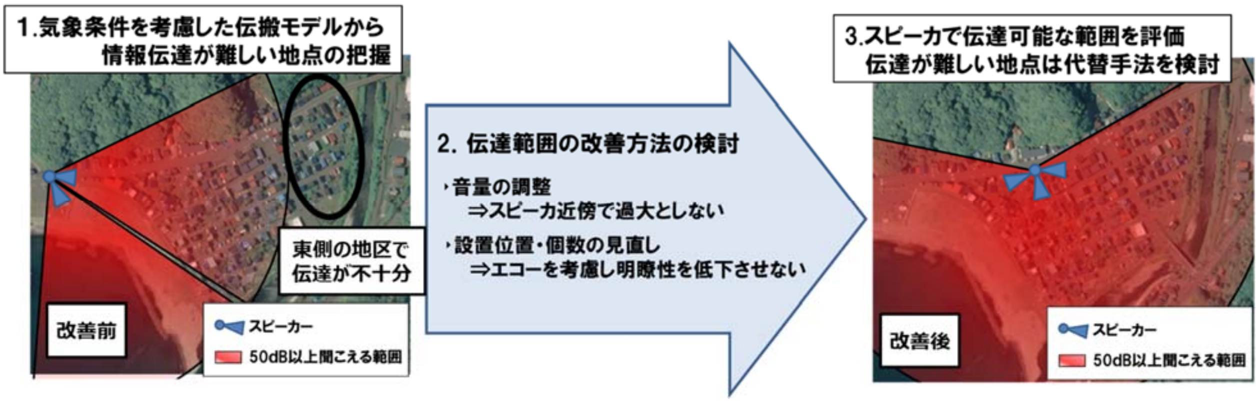


図 5-6　伝達状況の改善を目的とした課題解決のためのプロセス（神恵内村の例）

以下にそれぞれの項目について概説する。

(1) 気象条件を考慮した伝搬モデルから伝搬範囲を推測

現状の把握として、当該地域の気象データと既存スピーカの設置位置から伝達可能範囲を推計する。その結果に基づいて、情報伝達が難しい地点の有無を把握する。可能であれば、日常の放送および試験放送を用いた聞き取り試験や当該地域の居住者・利用者を対象とした聞き取り調査などにより、伝達が不十分である地域の確認を行うことが望ましい。

(2) 伝達範囲の改善方法の検討

伝達可能範囲の推計および実測調査などにより、伝達範囲の改善が必要な地点が見られた場合には伝達範囲を改善する方法を検討する。

伝達可能範囲の改善方法として大きく 2 つの手法が考えられる。1 つ目は既存スピーカの設定を変更する方法である。既存のスピーカの音量設定などを変更することにより、必要な音圧レベルを満たすことができる可能性がある。一方でやみくもに音量を大きくすると、スピーカ直下などの近傍では過大な音量となり、かえって聞き取りにくくなるとともに平時の苦情につながることから、設定値には注意が必要である。2 つ目はスピーカの位置・個数を変更する方法である。スピーカの設置基数を増やすことや、近年開発が進む長距離伝搬が可能なスピーカに変更することで、カバー可能な面積を増加させることができる。一方でやみくもに増加させると複数のスピーカからの音が時間遅れをもって聞こえる輪唱状態（ロングパスエコー）となり、明瞭性を低下させることがあるため注意が必要である。理想としては、なるべく少ない地点にスピーカを集約し、長距離まで伝搬可能なスピーカを選定することが望ましい。

(3) スピーカで伝達可能な範囲を評価

検討した改善方法を数値解析によって評価する。評価は、前述した留意事項（スピーカ直下での音量・ロングパスエコー）に加えて、必要な費用などを勘案して行う。伝達が難しい地点や、B/C によっては、戸別受信機などの代替手法を含めた方法を検討する。改善方法を実施したのちも追跡調査（可能であれば様々な気象条件を考慮するために四季を通して）を行い、音量設定やスピーカの向きなどを調整する。

6. まとめ

本研究は、道内市町村のアンケート調査から、防災教育及び情報伝達の課題を整理した。むかわ町・浜中町において防災教育に関するケーススタディを行い、津波災害に対する訓練方法の提案や、既存教材や新規教材を活かした防災教育活動を提案した。また神恵内村・浜中町において防災情報伝達の改善に関するケーススタディを行い、伝達状況の改善を目的とした課題解決のためのプロセスを示した。

研究の成果と今後の展開を以下に示す。

6.1 防災教育の改善に関するケーススタディ

(1) 研究の成果

自治体を対象とした時系列で行動を確認する避難訓練方法を提案した（図 6-1）。中学校の防災教育を対象に、コンテンツや新規教材を提案した（図 6-2）。

(2) 今後の展開

防災教育の普及対応として、今後も津波避難等の研究の中で教育の実践例を増やし、市町村に提供できるコンテンツを蓄積していく必要がある。

6.2 防災情報伝達に関するケーススタディ

(1) 研究の成果

数値解析および実測調査に基づいて、防災情報伝達の改善に関するケーススタディを行い、課題解決のプロセスを整理した。

(2) 今後の展開

一方で、スピーカの設置基数が多い条件や地物の影響が大きいと考えられる地点では、十分な精度で推測できなかった。これらについても引き続き検討を行い、将来的には北海道全域を検討可能なモデル構築を行っていく計画である。

【参考文献】

1) 北海道:北海道太平洋沿岸の津波浸水想定の公表について、2021 年 7 月
2) 北海道:日本海沿岸の津波浸水想定区域図、2017 年 2 月
3) 北海道:太平洋沿岸の津波浸水予測図、2012 年 6 月
4) 樋口耕一:テキスト型データの計量的分析―2 つのアプローチの峻別と統合―, 理論と方法, 数理社会学会, pp101-115, 2004 年
5) 一般社団法人子ども安全まちづくりパートナーズ:防災教育のための逃げ地図づくりマニュアル
6) 木下勇(代表者)：多様な災害からの逃げ地図作成を通した世代間・地域間の連携促進,社会技術研究開発センター,2014-2017
7) 大島俊也,岡田恭明,平栗靖浩ほか:防災放送の聴こえの日毎の変化と気象条件による分類,日本音響学会講演論文集,2015.3
8) ISO 9613-2 : Acoustics-Attenuation of sound during propagation outdoors-Part 2 : General method of calculation.
9) (地独)北海道立総合研究機構,鹿児島大学,(国研) 建築研究所：エネルギー消費性能の評価の前提となる気候条件の詳細化に向けた検討,国土交通省 建築基準等整備促進事業 E12
10) Takatoshi Yokota, Koichi Makino,Genki Iizumi et al.: A study on variations in excess attenuation due to ground surface and meteorological conditions based on a long-term outdoor sound propagation experiment,inter noise 2021 Washinton DC,2021.8

【注釈】

1) 要配慮者とは、災害対策基本法の規定により「高齢者、障害者、乳幼児その 他の特に配慮を要する者」と定義されている
2) 参考文献 3 の 2012 年に公表された太平洋沿岸の津波浸水域の予測結果をもとに設定された避難場所
3) KH Coder は、立命館大学樋口耕一氏が開発した計量テキスト分析およびテキストマイニングのためのフリーソフトウェア
4) 積雪面および草地における超過減衰の実測値から,特に減衰量が大きい草地かつ 5m/s 以上の逆風条件の最大値（1kHz)。

図 6-1　自治体を対象とした避難訓練方法の提案

図 6-2　防災教育のコンテンツ・教材の提案