

積雪寒冷条件下における津波からの避難行動
に関する基礎的研究

Study on Evacuation Behavior from
Tsunami Disaster in a Snow Cold Period

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

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

概要 Abstract

積雪寒冷条件下における津波からの避難行動に関する基礎的研究 Study on Evacuation Behavior from Tsunami Disaster in a Snow Cold Period

戸松 誠¹⁾、竹内 慎一²⁾、渡邊 和之³⁾、高倉 正寛⁴⁾、石井 旭⁵⁾

Makoto Tomatsu¹⁾, Shin-ichi Takeuchi²⁾, Kazuyuki Watanabe²⁾, Masahiro Takakura²⁾, Akira Ishii³⁾

キーワード : 津波、避難計画、積雪

Keywords : *Tsunami, Evacuation Planning, Snow Condition*

1. 研究概要

1) 研究の背景

北海道において津波が発生した時に問題となるのは、積雪による避難行動の遅延であり、現状では冬季に巨大津波が発生した場合、避難者の安全性を確保することは極めて困難である。北海道では津波避難計画策定指針を策定しており、市町村はこの道の指針に基づき津波避難計画の策定を進めることとなっている。しかしながら現在の指針案では、積雪寒冷条件下における歩行による避難時間の計算や、やむを得ず自動車避難を検討する際に必要な手順などに課題が残されている。

2) 研究の目的

本研究は積雪寒冷条件を考慮し津波からの避難速度を検証することにより津波避難シミュレーションの精緻化に向けた基礎データの収集を図る。また積雪寒冷条件下における避難経路の認知方法や避難行動上の課題を明らかにし、津波防災地域づくり実現に向けた基礎資料を得ることを目的とする。

2. 研究内容

1) 道内沿岸市町村の津波避難計画の分析及び避難シナリオの設定 (H27年度)

- ・ねらい：道内沿岸市町村の津波避難計画を分析し、冬季の津波避難計画に関する課題を整理するとともに、積雪寒冷期における気象条件の設定など想定される歩行避難シナリオを設定する。
- ・試験項目等：既存資料の分析、気象・地形条件の整理と避難シナリオの設定

2) 積雪寒冷条件下における避難速度の把握 (H27～H28年度)

- ・ねらい：積雪寒冷条件下における歩行避難速度を既存資料及び実験により分析し、歩行避難シミュレーションの基礎データを構築する。
- ・試験項目等：積雪及び凍結条件下における水平方向への歩行避難速度の事例分析及び実験、積雪及び凍結条件下における高台避難を想定した垂直方向への歩行避難速度の事例分析及び実験

3) 自動車避難に関する可能性の検討 (H28年度)

- ・ねらい：積雪寒冷条件下における自動車避難の実態及び現状を把握し、自治体が自動車避難を検討する際に考慮しなければならない課題を整理し、自動車避難の可能性を検討する。
- ・試験項目等：過去の災害における自動車避難の実態把握、道内市町村の自動車避難の現状整理

4) 避難経路の誘導方法の検証 (H27～H28年度)

- ・ねらい：道内における既存の避難誘導方法（夜間における発光看板、音声誘導等）の事例検証を行う。また1)～4)の成果を踏まえ積雪寒冷条件下における津波避難方法や避難誘導上の課題を整理する。
- ・試験項目等：既存の避難誘導方法の検証（既往研究の整理・吹雪下の視認距離や音声の到達範囲の測定）

¹⁾ 地域研究部居住防災グループ 主任研究員 ²⁾ 地域研究部居住・防災グループ主査(地域防災) ³⁾ 総務部性能評価課 課長

⁴⁾ 地域研究部居住防災グループ 居住・防災グループ主査(住計画) ⁵⁾ 地域研究部居住・防災グループ 研究主任

¹⁾ Senior Researcher of Residential Planning and Disaster Management Group ²⁾ Chief for Regional Disaster Management of Residential Planning and Disaster Management Group ³⁾ Director of Performance Evaluation Sec. ⁴⁾ Chief for Housing of Residential Planning and Disaster Management Group ⁵⁾ Researcher of Residential Planning and Disaster Management Group

3. 研究成果

1) 道内沿岸市町村の津波避難計画の分析及び避難シナリオの設定

道内 35 市町村 (H27. 4. 1 現在で 59 市町村が作成済み) の津波避難計画の内容について、北海道の作成した「津波避難計画策定指針」に記載されているチェックシートを用いて分析を行い、各市町村の津波到達時間、避難目標地点の設定、避難方法、避難困難地域の抽出、積雪・寒冷への対応等の津波避難計画の実態を整理し (表 1)、津波避難計画の課題を明らかにした。また、積雪量・地形・都市規模の観点から、避難速度の把握に関する実験地域として留萌管内市町村、釧路市及び旭川市を選定した。また、道内 5 市町村においてインタビュー調査及び現地調査を実施し津波避難を検討する上での課題を検討した。

2) 積雪寒冷条件下における避難速度の把握

避難速度を把握するため、積雪条件下において GPS ロガーを用いて単独歩行速度を計測した。旭川市においては当所職員による通勤時の継続的な歩行速度を、留萌管内市町村においては市町村が指定している避難路の歩行速度を、釧路市においては、津波避難訓練に参加した地域住民の歩行速度を計測した (表 2)。その結果、非積雪期と同等の単独歩行速度の条件で 1.0 (m/s) 程度が計測された。また釧路市では室内から屋外に出るまでの避難時間を把握するため被験者の室内危険度を評価し (図 3)、屋外に出るまでの時間が 3~4 分程度であることを把握した。

3) 自動車避難に関する可能性の検討

既往文献から自動車避難の課題を整理した。またヒアリング調査を実施した市町村のうち釧路市において自動車避難の課題を整理した。また厚岸町において道路閉塞の可能性を評価し (図 4)、自動車避難では地震動による被害の検討が重要であることを明らかにした。

4) 避難経路の誘導方法の検証

現地調査を実施した市町村の誘導方法の課題を整理し、避難誘導上の課題を示した。

表 1 積雪・寒冷への対応

69 冬期道路交通	
あり	2
あり (具体記述なし)	19
努力目標	4
不明	10

表 2 避難速度の計測例 (登坂時)

	時間	距離	速度 (m/s)		時間	距離	速度 (m/s)
増毛町	0:03:36	282	1.31	苫前町	0:06:10	447	1.21
増毛町	0:04:51	412	1.42	苫前町	0:04:10	279	1.12
増毛町	0:03:05	267	1.44	苫前町	0:07:20	459	1.04
増毛町	0:05:10	402	1.30	羽幌町	0:08:30	681	1.34
増毛町	0:09:00	677	1.25	羽幌町	0:06:20	500	1.32
増毛町	0:09:25	743	1.32	羽幌町	0:06:15	403	1.07
増毛町	0:25:40	1860	1.21	羽幌町	0:10:15	697	1.13
増毛町	0:06:45	513	1.27	初山別村	0:08:35	691	1.34
増毛町	0:06:10	484	1.31	初山別村	0:05:50	461	1.32
				遠別町	0:09:30	703	1.23

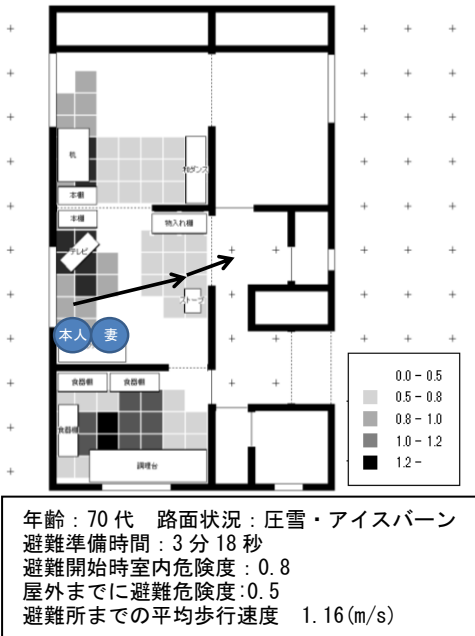


図 3 釧路市における室内危険度の評価と避難速度の計測

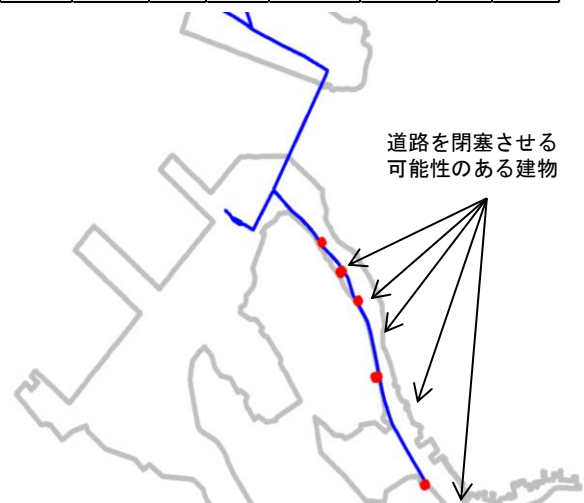


図 2 道路閉塞の可能性

4. 今後の見通し

計測された避難速度については、特定条件化の数値であり群衆や経路探索などを行う際には遅くなること が想定されることから、避難計画に用いる際には注意が必要である。避難速度や自動車避難の検討方法については、H29 年度より実施する重点研究「津波による最大リスク評価手法の開発と防災対策の実証的展開」で更に検討を進める予定である。

目 次

1.	研究の目的	1
(1)	背景	1
(2)	研究の目的	1
2.	道内沿岸市町村の津波避難計画の分析及び避難シナリオの設定	1
(1)	北海道津波避難計画策定指針	1
(2)	道内市町村の津波避難計画の分析	3
(3)	実験地域及びインタビュー調査の実施地域	6
3.	積雪寒冷条件下における避難速度の把握	7
(1)	実験の概要	7
(2)	旭川市における計測	8
(3)	留萌管内市町村における計測	10
(4)	釧路市における計測	16
4.	自動車避難に関する可能性の検討	24
(1)	中央防災会議防災対策推進検討会議津波避難対策検討 ワーキンググループにおける自動車避難	24
(2)	地震動による建物被害の影響	24
5.	避難経路の誘導方法の検証	27
(1)	避難路の課題	27
(2)	避難誘導の方	28
6.	まとめ	30

1. 研究の目的

(1) 背景

北海道において冬季に津波が発生した時に問題となるのは、積雪による避難行動の遅延であり、現状では巨大津波が発生した場合、避難者の安全性を確保することは極めて困難である。北海道では、大地震による巨大津波を想定した浸水シミュレーションを実施しており、その結果を踏まえ津波避難計画策定指針を策定しており、市町村はこの道の指針に基づき津波避難計画の策定を進めることとなっている。しかしながら現在の指針案では、積雪寒冷条件下における歩行による避難時間の計算や、やむを得ず自動車避難を検討する際に必要な手順などに課題が残されている。また、改正災害対策基本法に基づく津波からの円滑かつ迅速な避難のための指定緊急避難場所の指定も進んでいない。

(2) 研究の目的

本研究は積雪寒冷条件を考慮し津波からの避難速度を検証することにより津波避難シミュレーションの精緻化に向けた基礎データの収集を図る。また積雪寒冷条件下における避難経路の認知方法や避難行動上の課題を明らかにし、北海道及び道内市町村の津波防災地域づくり実現に向けた基礎資料を得ることを目的とする。

2. 道内沿岸市町村の津波避難計画の分析及び避難シナリオの設定

(1) 北海道津波避難計画策定指針

1) 概要

津波が発生した場合の対策として、重要なことは地震の発生を覚知した場合に即座に避難することが重要である。この津波避難を確実にを行うため市町村では津波避難計画が策定される。このため北海道では平成 24 年 6 月に「津波避難計画策定指針」¹⁾を策定し道内市町村の津波避難計画策定に当たって統一的な基本指針を示した。この指針は消防庁が作成した「津波対策推進マニュアル検討報告書」(2002 年 3 月)等で示された津波対策に関する基本的な考え方を前提に、本道の実情を踏まえたものとなっている。

本策定指針と市町村津波避難計画との関係を図 2-1 に示す。道の津波避難計画策定指針では市町村の津波避難計画は道の指針を踏まえて策定されるのみではなく、住民主体のワークショップ等により地域ごとに津波避難計画を策定することを求めている。

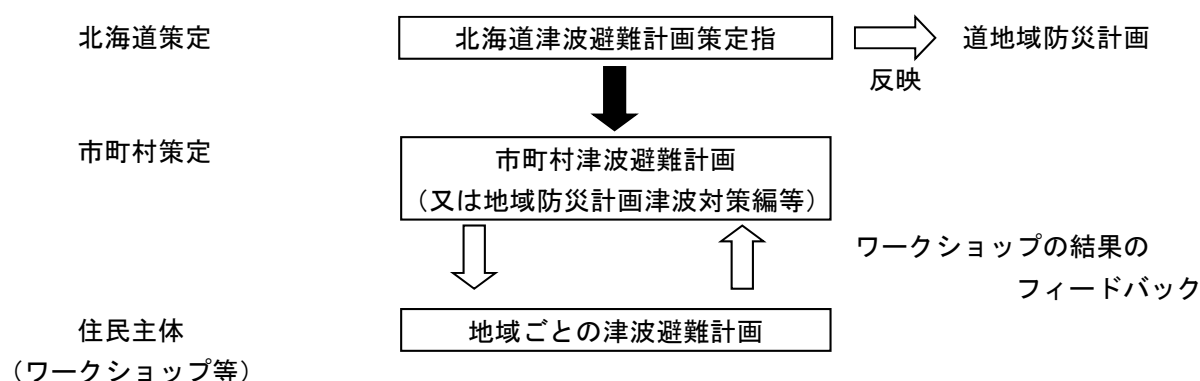


図 2-1 津波避難計画策定指針と市町村津波避難計画の関係

本指針において津波避難計画で定める必要のある事項として以下の項目がある。

- (1) 津波浸水予想地域、津波到達予想時間の設定（北海道が実施）
- (2) 避難対象地域の指定

- (3) 避難先（避難目標地点、避難場所、避難ビル）の指定及び避難経路（避難路、避難経路）の設定
- (4) 避難困難地域の抽出
- (5) 初動体制の明確化
- (6) 津波情報の収集・伝達
- (7) 避難準備（災害時要援護者避難）情報・避難勧告・指示の発令
- (8) 津波防災教育・啓発
- (9) 津波避難訓練の実施
- (10) 積雪・寒冷地域特有の問題への対応
- (11) その他の留意点

北海道の地域特性を考えた場合に（４）避難困難地域の抽出、（10）積雪・寒冷地域特有の問題への対応が特に重要と考えられる。避難困難地域の抽出する際には津波到達時間内に、指定・設定した避難路、避難経路を避難して避難目標地点まで到達可能な範囲（避難可能距離（範囲））を設定することになり、この際には避難速度の設定が重要な基準となる。

2) 指針における津波避難速度

津波到達予想時間と避難する際の歩行速度等（冬期や道路事情も考慮）に基づき、避難開始から津波到達予想時間までの間に避難が可能な距離を設定することになる。

避難可能距離は次の式で示される。

$$\text{避難可能距離} = (\text{歩行速度}) \times (\text{津波到達予想時間} - 5 \text{分})$$

ここで、歩行速度は既往研究に基づき 1.0 (m/s)（老人自由歩行速度、群集歩行速度、地理不案内者歩行速度等）を目安としている。ただし、歩行困難者、身体障がい者、乳幼児、重病人等については、さらに歩行速度が低下する（0.5 (m/s)）ことを考慮する。なお、冬期における避難速度であるが、参考情報として青森河川国道事務所による「冬期バリアフリー区間における歩道融雪設備工事事業完了報告」における冬期における一般的な平均歩行時間として 0.86(m/s)が示されている。

なお、内閣府が公表している「南海トラフ巨大地震の被害想定」では、0.74 (m/s) を用いている。

3) 指針における積雪・寒冷地特有の問題

積雪・寒冷地域特有の問題点への対応としては、以下の項目について検討を求めている。

① 冬期道路交通の確保

市町村が管理する緊急輸送道路や避難所へのアクセス道路について、積雪や凍結による寸断のため、物資供給等が滞ることがないように、除雪体制を優先的に確保する。

また、地域の状況に応じて、道路の消融雪施設や流雪溝等の整備を検討する。

② 避難対策、避難生活環境の確保

ア) 発災時において、積雪等による孤立集落が発生する可能性もあることから、その把握に努める。

イ) 避難所への暖房設備の整備、暖房用燃料の備蓄など、避難生活環境の確保に努める。

③ 電力の確保

冬期においても確実に電力が供給できるよう、また、機能が停止した場合でも早期に復旧できるよう体制を確保する。

④ 緊急通信ネットワークの確保

通信機器の着氷による故障等の影響を軽減するため、市町村防災行政無線の屋内戸別受信機等、多様な情報伝達手段の確保に努める。

⑤ 雪崩対策

雪崩危険箇所の調査や公表等の情報開示、雪崩防止施設整備を推進するとともに、地震後の緊急点検体制の整備、必要に応じた応急対策の実施、避難場所への適切な避難誘導等の施策の充実を図る。

⑥ 水門等の作動の確保

積雪や凍結の影響により水門等の閉鎖に支障をきたすおそれがあるため、冬期においても確実に作動するよう配慮する。

⑦ 救助・救出体制の強化

積雪時は、自力脱出困難者の救助・救出が困難となることが想定されることから、救助・救出技術の高度化や救助・救出体制の強化に努める。

(2) 道内市町村の津波避難計画の分析

平成 27 年 4 月 1 日時点における北海道内市町村の津波避難計画は 59 市町村で策定されている。ここでは表 2-1 に示す市町村の津波避難計画を入手し、市町村の津波避難計画の記載内容を分析する。分析は地域計画の策定の有無及び津波避難計画策定指針に記載されている津波避難計画の自己評価（評価チェックリスト）を用いて行った。表 2-2 にチェックリストとチェックした結果を示す。

これによると項目によって記載量が異なる。避難対象地域や避難路の指定などはされているが、その安全性・機能性などについては記載が少ない。津波情報等の収集・伝達についても記載が少ない。また防災教育・避難訓練など住民の協力が必要な項目では、努力目標としている場合が多い。積雪寒冷に関する問題に対しての記載は除雪が中心であり、冬期間に想定されるその他の項目に対しての記載は少ない。

避難計画を分析した結果、役所・役場の防災当部局のみで検討が可能な項目について記載がされているが、地域住民との合意や専門的な分析が必用な項目については、更なる検討が望まれていると言える。

表 2-1 津波避難計画を入手した市町村（35市町村）

市町村名									
島牧村	寿都町	神恵内村	古平町	室蘭市	登別市	白老町	厚真町	新冠町	浦河町
様似町	えりも町	函館市	北斗市	木古内町	鹿部町	八雲町	長万部町	上ノ国町	留萌市
増毛町	苫前町	羽幌町	初山別村	遠別町	天塩町	猿払村	浜頓別町	利尻町	広尾町
浦幌町	釧路市	釧路町	根室市	別海町					

表 2-2 津波避難計画の自己評価（評価チェックリスト）の結果

項目	結果
地区計画の有無	有り 4
1. 津波浸水予測地域の確認	
①津波シミュレーション結果の確認	到達時間、津波浸水予想地域の確認 全市町村
②過去の津波被害の把握	過去の浸水地域と津波シミュレーション結果との比較 有り 1
③津波予想地域の把握	①及び②により津波浸水予想地域を把握 有り 30
④津波到達予想時間の設定	津波シミュレーションのうち、最も津波到達予想時間が短いものを設定 有り 32
2. 避難対象地域の指定	
①被害の予測	陸上の遡上により住民等の生命・財産等に被害が発生することが予想されるか 有り 32

②避難対象地域の指定	1 -③、2 -①に基づき、広めに避難対象地域を指定	有り 34
3. 避難場所等の指定・設定		
①避難場所の指定	市町村が指定しているか 安全性は確保されているか 機能性は確保されているか 避難場所の点検・管理体制を検討しているか	有り 32 有り 7 有り 7 努力目標 1 有り 1 一部有り 1
②避難目標地点の設定	住民（自主防災組織）が設定しているか 安全性は確保されているか	有り 25 有り 4
③避難ビルの指定	市町村又は住民（自主防災組織等）が指定・設定しているか 安全性は確保されているか 機能性は確保されているか	有り 17 無し 3 有り 9 有り 5
4. 避難路、避難経路の指定・設定		
①避難路の指定	市町村が指定しているか 安全性は確保されているか 機能性は確保されているか 避難場所の点検・管理体制を検討しているか	有り 26 有り 9 有り 6 整備推進 1 努力目標 1 有り 4
②避難経路の設定	住民（自主防災組織等）が設定しているか 安全性は確保されているか	有り 12 住民啓発 1 有り 3 基準提示 1
③避難方法の検討	徒歩による避難が可能か 徒歩以外の方法による避難が検討されているか	有り 4 有り 2 一部地域・対象限定 24
5. 避難困難地域の抽出		
①津波到達予想時間の設定	津波シミュレーション結果等から津波到達時間を設定	有り 30
②避難目標地点の設定	津波浸水予想地域外に最短時間で到達できる避難目標地点を設定	有り 27
③避難路等の指定・設定	避難目標地点へ最短時間で到達できる避難路、避難経路を指定・設定	有り 19 一部 1 避難路のみ 4
④避難可能距離の設定	①、②、③及び歩行速度から津波到達時間内に避難可能な距離（範囲）を設定	0.5m/s 2 0.8m/s 2 1.0m/s 9
⑤避難困難地域の抽出	避難可能距離（範囲）から外れる津波浸水予想地域を避難困難地域として抽出	有り 5 結果として無し 10 文章表現 3
⑥訓練等による検証	訓練等により、津波到達予想時間内に避難が可能か否かの検証	不明 全市町村
6. 初動体制（職員の参集等）の明確化		
①職員の参集基準の設定	津波注意報が発表された場合 津波警報が発表された場合 強い地震を観測した場合	有り 31 有り 31 有り 28
②職員参集連絡手段の確保	テレビ、ラジオ等で認知した場合は自動参集 職員自身が被災した場合の想定はなされているか 伝達手段の多様化	有り 26 有り 3 有り 3
7. 津波情報等の収集・伝達		
①津波情報の収集	津波注意報・警報、津波情報の受信体制は確保されているか（特に勤務外） 津波注意報・警報、津波情報の受信手段、経路等を職員（勤務時間外においては当直等）が認識しているか 情報機器の適正な保守・管理、及び定期的な操作訓練が行われているか	有り 1 不明 全市町村 不明 全市町村
②海面監視の実施	職員の監視体制は確保されているか 職員の津波観測機器の操作習熟、データの意味等の理解が十分か 海面監視結果（観測データ等を含む）の活用方法	有り 13 不明 全市町村 不明 全市町村

	が決まっているか	
③津波情報の伝達	何を、何時、誰に伝達するか（伝達システム） どのように（伝達方法）伝達するか 広報文案等は作成されているか 勤務時間外の伝達体制は確保されているか 同報無線による伝達は十分か 伝達手段の多様化が図られているか	有り 4 無線自動起動 1 有り 10 無線自動起動 1 有り 3 無線自動起動 1 有り 1 無線自動起動 1 有り 6 無線自動起動 1 IP 告知端末 3 有り 17
8. 避難準備（災害時要援護者避難）情報、避難勧告及び避難指示の発令		
①発令の基準	気象庁の津波警報が発表された場合（TV等により認知、津波警報の通知時点か） 強い揺れ、ゆっくりとした揺れを感じた場合 津波警報等の通知が届かなかった場合の対応	有り 32 有り 21 有り 4
②気象庁の津波警報により避難勧告を発令する時期	自動発令、上司の判断後等 上司の判断後の場合、迅速な発令が可能な体制か 上司不在、勤務時間外の対応は十分か	有り 2 自動発令 1 上司 22 有り 1 有り 3
③発令の手順	誰が何により認知又は受信し、どのように発令するか	不明 全市町村
④住民等の情報の受け手に応じた伝達手段の多種・多様化	同報無線、サイレン、半鐘、広報車、有線放送等	有り 28
⑤観光客等への伝達手段の確保	海水浴客、観光客、釣客等への伝達手段は確保されているか	有り 8 努力目標 1
⑥発令文の内容	発令文の雛型は作成されているか	有り 18
9. 津波防災教育・啓発		
①津波防災啓発の手段	多様な手段により実施しているか	有り 13
②津波防災啓発の内容	パンフレット等の内容の充実を図っているか ハザードマップ、津波避難計画等を公表しているか	有り 6 有り 27
③津波防災啓発の場	地域社会や事業所等で啓発活動が実施されているか 啓発の拠点となる施設や人材の確保がなされているか	有り 12 努力目標 10 有り 7 努力目標 6
10. 津波避難訓練の実施		
①実施回数	毎年実施しているか	有り 4 努力目標 19
②実施体制	地域ぐるみの実施体制が確保されているか	有り 8 努力目標 4
③参加者	観光客、海水浴客等の参加を得ているか	有り 1
④訓練結果の検証	訓練結果の検証を行っているか	有り 15
⑤訓練内容の工夫	夜間訓練、冬期訓練、津波防災施設の操作等訓練の工夫、見直しを行っているか	有り 4 努力目標 2
11. 積雪・寒冷地域特有の問題点への対応		
①冬期道路交通の確保	優先的に、避難所等へのアクセス道路の除雪体制が確保されているか 消融雪施設や流雪溝等が整備されているか	有り 21 努力目標 4 不明 全市町村
②避難対策、避難生活環境の確保	積雪等による孤立集落の把握をしているか 避難所への暖房設備の整備、暖房用燃料の備蓄がなされているか	有り 2 努力目標 1 有り 10 努力目標 16
③電力の確保	機能が停止した場合の復旧体制が確立されているか	有り 14 努力目標 8
④緊急通信ネットワークの確保	着氷等により、通信機器が故障した場合、住民への緊急情報の伝達手段を確保しているか	有り 19 努力目標 3
⑤雪崩対策	避難場所への適切な避難誘導等の施策を講じているか	有り 8 努力目標 7
⑥水門等の作動の確保	冬期における作動確認を実施しているか	有り 3 努力目標 10
⑦救助・救出体制の強化	救助・救出技術の高度化やその体制の強化に努めているか	有り 8 努力目標 8

12. その他の留意点		
①観光客、海水浴客等の避難対策	多様な情報伝達手段を確保しているか	有り 14 努力目標 1 IP告知 1
	避難対策について観光施設、宿泊施設等の管理者との協力体制は確保されているか 避難案内標識、誘導標識等の設置は十分か 看板、パンフレット等による啓発が十分か	有り 14 努力目標 2 有り 3 努力目標 7 有り 6 努力目標 8
②災害時要援護者の避難対策	視聴覚障がい者、外国人等への情報伝達方法が確保されているか	有り 10 努力目標 6
	地域ぐるみの避難行動支援が確保されているか	有り 17 努力目標 11

(3) 実験地域及びインタビュー調査の実施地域

積雪寒冷期の歩行速度を計測する実験地として、旭川市、釧路市、留萌管内市町村を選択した。それぞれの地域の特徴を整理する。

- ・旭川市：研究所の所在地であり同一人による継続的な計測が可能である。また経路上は上り坂もあることから水平歩行、上り歩行速度を計測した。
- ・釧路市：地域の避難訓練時に計測を実施した。多様な年代の水平歩行速度のデータが入手できた。ただし積雪量は少ない
- ・留萌管内：職員による実際の避難経路の歩行速度を計測した。後背地が斜面になっている地域も多く水平歩行、上り歩行速度を計測した。また積雪量の多い地域である。

また、津波対策に関する市町村の課題を把握するための北海道総務部危機対策局危機対策課が平成28年度に実施した「地震・津波対策に係る専門家派遣事業」に同行した。訪問した市町村が釧路市・厚岸町・洞爺湖町・紋別市・神恵内村であり、津波や都市の規模がそれぞれ異なり課題も特徴がある。

- ・釧路市：自動車避難のシミュレーションを実施。釧路駅に跨線橋を整備すると効果がある。
- ・厚岸町：避難階段が老朽化している上に幅が狭く避難完了に時間がかかる。
- ・洞爺湖町：火山の避難と津波の避難で対応が異なる。昼間は町外の住民が約半数。
- ・紋別市：避難困難地域の境界を明示する場合、そこで渋滞が発生する可能性。流水観光などのインバウンド対策が必用
- ・神恵内村：役場庁舎の建て替えをどうするか課題。

調査地域の課題や特徴は多岐に渡っていることから、本研究の分析対象地域として多面的な課題の抽出が期待できると地域を抽出できたとと言える

[参考文献]

- 1) 北海道：津波避難計画策定指針、2012.6

3. 積雪寒冷条件下における避難速度の把握

(1) 実験の概要

積雪寒冷条件下の避難速度を明らかにするために GPS ロガーを用いた歩行速度を計測した。使用した GPS ロガーは以下のとおりである。



HOLUX GPS ロガー M-241

単独測位(相対測位方式) :

- ・位置 : 3.0 M CEP SA なし
- ・速度 : 0.1M /秒
- ・間隔 : GPS 同期に 0.1/秒

DGPS (EGNOS/WAAS/MSAS)

- ・位置 : < 2.2m 水平面の 95%以内
< 5m 垂直面の 95%以内

被験者にはGPSを所持してもらい5秒間隔でその位置を測定した。測定結果をGIS上に表示しGIS上で移動距離を測定し区間ごとに歩行速度を計算した。なお、GIS上で計測した距離は2次元上の水平距離であり起伏を伴う実際の歩行距離ではない。

計測は旭川市、釧路市、留萌管内市町村で実施した。それぞれの地域での計測概要であるが、

- ・旭川市 : 当所職員による通勤時の継続的な速度 (旭川市)
- ・留萌管内市町村 : 平成 28 年 2 月 16 日～18 日に当所職員による津波避難路の歩行速度
- ・釧路市 : 平成 28 年 2 月 13 日に津波避難訓練に参加した地域住民の歩行速度の計測及び地震時に室内から屋外に出るまでの避難時間を把握するため被験者の自宅の家具配置状況及び想定される行動を調査

の内容で実施した。

表 3-1 に計測したデータの例を示す。

表 3-1 計測したデータの例

経度	緯度	標高	日	時	速度(Km/h)
144.3747864	43.0072937	1.74	Sat Feb 13 2016	9:34:33	0.8
144.3748169	43.0073586	-5.55	Sat Feb 13 2016	9:34:38	0.99
144.3748169	43.0073242	-6.47	Sat Feb 13 2016	9:34:43	0.73
144.3747101	43.0072212	0.81	Sat Feb 13 2016	9:34:48	0.36
144.3747406	43.0072365	-1.39	Sat Feb 13 2016	9:34:53	0.34
144.3747101	43.0072327	-1.58	Sat Feb 13 2016	9:34:58	0.17
144.3747101	43.0072479	-2.46	Sat Feb 13 2016	9:35:03	0.38
144.3746643	43.0072517	-1.67	Sat Feb 13 2016	9:35:08	0.82

(2) 旭川市における計測

旭川市では当所職員による通勤時の継続的な歩行速度を計測した。被験者は2名である。

- ①50代 男性 計測回数：22回
- ②30代 男性 計測回数：3回

図 3-1 に計測した地域及び経路の地図を示す。経路上には橋梁や坂があり傾斜区間がある。地形によりそれぞれ上り、水平、下りの移動速度を計測した。地形の区分についても図 2-1 に合わせて示す。

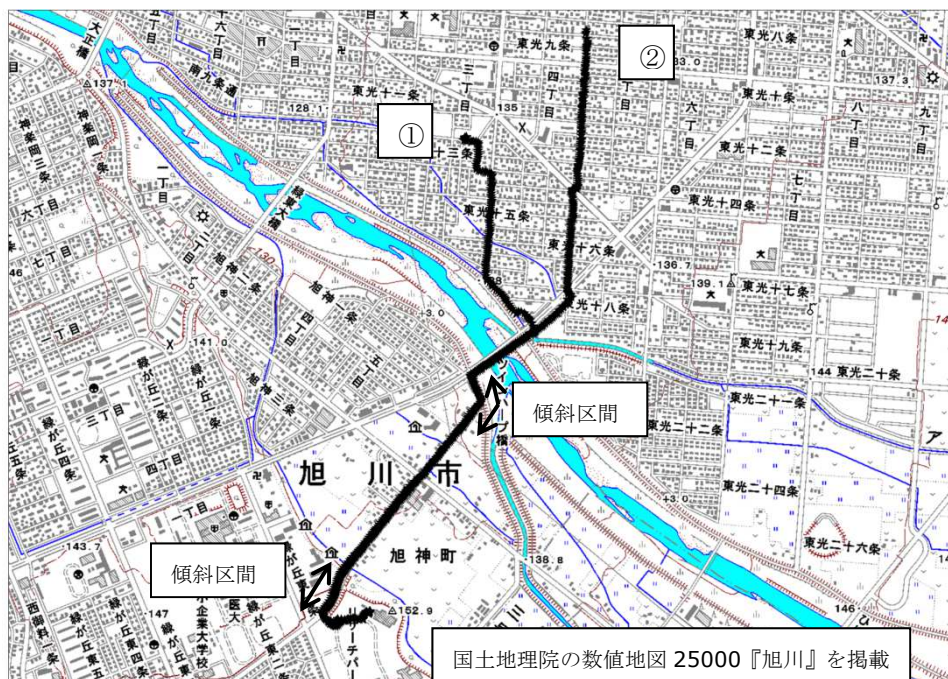


図 3-1 計測経路

表 3-2～3-7 に計測結果を示す。被験者①の歩行速度は、上り 1.69 (m/sec) 水平 1.74 (m/sec) 下り 1.93 (m/sec) となった。被験者②の歩行速度は、上り 1.25 (m/sec) 水平 1.29 (m/sec) 下り 1.35 (m/sec) となった。被験者①の歩行速度はかなり早いことがわかる。

表 3-2 上り坂における歩行速度 (被験者①) 移動速度 (m/sec)

日	時	水平距離	移動時間	水平移動速度	日	時	水平距離	移動時間	水平移動速度
1月7日	PM	156	0:01:25	1.84	1月19日	AM	270	0:02:50	1.59
1月8日	AM	270	0:02:50	1.59	1月20日	PM	170	0:01:30	1.89
1月8日	PM	156	0:01:35	1.64	1月21日	AM	280	0:02:50	1.65
1月12日	AM	279	0:02:40	1.74	1月21日	PM	163	0:01:40	1.63
1月12日	PM	162	0:01:30	1.80	1月22日	AM	278	0:02:50	1.64
1月13日	AM	271	0:02:35	1.75	1月22日	PM	165	0:01:40	1.65
1月13日	PM	159	0:01:35	1.67	1月25日	AM	277	0:02:50	1.63
1月14日	AM	271	0:02:45	1.64	1月25日	PM	164	0:01:30	1.82
1月14日	PM	161	0:01:40	1.61	1月26日	AM	285	0:02:50	1.68
1月15日	AM	269	0:02:55	1.54	3月11日	PM	161	0:01:35	1.69
1月18日	PM	162	0:01:30	1.80	3月14日	PM	156	0:01:35	1.64

平均速度：1.69 (m/sec)

表 3-3 水平移動における歩行速度（被験者①） 移動速度（m/sec）

日	時	水平距離	移動時間	水平移動速度	日	時	水平距離	移動時間	水平移動速度
1月7日	PM	789	0:06:40	1.97	1月19日	AM	267	0:02:35	1.72
1月7日	PM	282	0:02:40	1.76	1月19日	AM	782	0:07:55	1.65
1月7日	PM	892	0:08:30	1.75	1月20日	PM	778	0:06:55	1.87
1月8日	AM	889	0:08:35	1.73	1月20日	PM	279	0:02:45	1.69
1月8日	AM	283	0:02:40	1.77	1月20日	PM	865	0:09:20	1.54
1月8日	AM	792	0:07:40	1.72	1月21日	AM	572	0:05:25	1.76
1月8日	PM	793	0:07:55	1.67	1月21日	AM	261	0:02:30	1.74
1月8日	PM	286	0:02:50	1.68	1月21日	AM	782	0:07:45	1.68
1月8日	PM	884	0:08:45	1.68	1月21日	PM	783	0:07:40	1.70
1月12日	AM	895	0:08:05	1.85	1月21日	PM	279	0:02:50	1.64
1月12日	AM	285	0:02:45	1.73	1月21日	PM	843	0:08:45	1.61
1月12日	AM	798	0:07:45	1.72	1月22日	AM	274	0:02:35	1.77
1月12日	PM	793	0:06:35	2.01	1月22日	AM	812	0:08:00	1.69
1月12日	PM	283	0:02:40	1.77	1月22日	PM	718	0:06:25	1.86
1月12日	PM	864	0:07:55	1.82	1月22日	PM	280	0:02:30	1.87
1月13日	AM	136	0:01:20	1.70	1月22日	PM	895	0:09:45	1.53
1月13日	AM	784	0:07:50	1.67	1月25日	AM	280	0:02:40	1.75
1月13日	PM	788	0:06:35	1.99	1月25日	AM	279	0:02:35	1.80
1月13日	PM	277	0:02:35	1.79	1月25日	AM	793	0:07:45	1.71
1月13日	PM	884	0:08:35	1.72	1月25日	PM	700	0:06:25	1.82
1月14日	AM	757	0:07:45	1.63	1月25日	PM	286	0:02:45	1.73
1月14日	PM	782	0:06:50	1.91	1月25日	PM	760	0:09:35	1.32
1月14日	PM	287	0:02:45	1.74	1月26日	AM	494	0:04:45	1.73
1月14日	PM	882	0:08:40	1.70	1月26日	AM	283	0:02:40	1.77
1月15日	AM	266	0:02:40	1.66	1月26日	AM	779	0:07:50	1.66
1月15日	AM	786	0:07:45	1.69	3月11日	PM	781	0:06:50	1.90
1月18日	PM	785	0:06:20	2.07	3月11日	PM	284	0:02:30	1.89
1月18日	PM	282	0:02:35	1.82	3月11日	PM	891	0:09:10	1.62
1月18日	PM	905	0:09:05	1.66	3月14日	PM	285	0:02:40	1.78
					3月14日	PM	836	0:08:55	1.56

平均速度：1.74（m/sec）

表 3-4 下り坂における歩行速度（被験者①） 移動速度（m/sec）

日	時	水平距離	移動時間	水平移動速度	日	時	水平距離	移動時間	水平移動速度
1月7日	PM	222	0:01:45	2.11	1月18日	PM	273	0:01:55	2.37
1月8日	AM	161	0:01:35	1.69	1月19日	AM	165	0:01:35	1.74
1月8日	PM	274	0:02:40	1.71	1月20日	PM	176	0:01:15	2.35
1月12日	AM	161	0:01:35	1.69	1月21日	AM	168	0:01:30	1.87
1月12日	PM	155	0:01:10	2.21	1月21日	PM	279	0:02:30	1.86
1月13日	AM	167	0:01:30	1.86	1月22日	AM	142	0:01:25	1.67
1月13日	PM	286	0:02:20	2.04	1月25日	AM	161	0:01:30	1.79
1月14日	PM	179	0:01:20	2.24	1月26日	AM	164	0:01:35	1.73
1月15日	AM	175	0:01:35	1.84	3月11日	PM	286	0:02:30	1.91

平均速度：1.93（m/sec）

表 3-5 上り坂における歩行速度（被験者②） 移動速度（m/sec）

日	時	水平距離	移動時間	水平移動速度	日	時	水平距離	移動時間	水平移動速度
12月7日	AM	208	0:02:40	1.30	12月9日	AM	215	0:02:45	1.30
12月7日	AM	276	0:03:45	1.23	12月9日	AM	287	0:03:45	1.28
12月8日	PM	168	0:02:30	1.12					

平均速度：1.25（m/sec）

表 3-6 水平移動における歩行速度（被験者②） 移動速度（m/sec）

日	時	水平距離	移動時間	水平移動速度	日	時	水平距離	移動時間	水平移動速度
12月7日	AM	1110	0:13:46	1.34	12月8日	PM	1242	0:17:35	1.18
12月7日	AM	781	0:10:05	1.29	12月9日	AM	530	0:06:20	1.39
12月7日	AM	164	0:02:05	1.31	12月9日	AM	252	0:03:05	1.36
12月8日	PM	99	0:01:25	1.16	12月9日	AM	780	0:10:50	1.20
12月8日	PM	778	0:09:25	1.38	12月9日	AM	166	0:02:05	1.33
12月8日	PM	255	0:03:35	1.19					

平均速度：1.29（m/sec）

表 3-7 下り坂における歩行速度（被験者②） 移動速度（m/sec）

日	時	水平距離	移動時間	水平移動速度	日	時	水平距離	移動時間	水平移動速度
12月7日	AM	249	0:03:00	1.38	12月8日	PM	210	0:03:10	1.11
12月7日	AM	170	0:01:55	1.48	12月9日	AM	159	0:02:00	1.33
12月8日	PM	284	0:03:15	1.46					

平均速度：1.35（m/sec）

(3) 留萌管内市町村における計測

留萌管内市町村では当所職員による津波避難計画で指定されている避難路・避難経路を実測した。被験者は3名である。調査概要及び観測時のアメダスの気温を以下に示す。

調査担当者：

- ①50代 男性
- ②40代 男性
- ③40代 男性

調査市町村：

- a.増毛町：調査担当者 ①、② 調査日程：平成28年2月16日 気温 -4.2～-4.0℃
- b.苫前町：調査担当者 ②、③ 調査日程：平成28年2月17日 気温 アメダス無し
- c.羽幌町：調査担当者 ②、③ 調査日程：平成28年2月17日 気温 -4.8～-4.6℃
- d.初山別村：調査担当者 ② 調査日程：平成28年2月17日～18日 気温 -6.4～-0.4℃
- e.遠別町：調査担当者 ②、③ 調査日程：平成28年2月17日～18日 気温 -6.8～-0.5℃

1) 増毛町

表 3-8 に避難経路の現状、図 3-2 に増毛町で歩行速度を実測した地域、表 3-9 に測定結果を示す。

表 3-8 増毛町の避難路の現状

id	調査方法	出発地点→目標地点	経路種別	除雪	歩車分離	駐車場	備考
1	徒歩	阿分2号道路→阿分池端先高台、	道路?	?	?	—	道路入り口不明、高台不明
2	徒歩	阿分2号道路→来迎寺	道路	Y	x	50台	
3	車	道道増毛稲田線→阿分高台1号道路線→増毛ゴルフクラブ	道路	N	x	不明	斜路登り口途中から未除雪のため使用不可
4	車	北 道道増毛稲田線→信砂生活改善センター	道路	Y	x	未除雪	センター前は未除雪で駐車不可
5	車	南 道道増毛稲田線	道路	N	—	—	
6	徒歩	農道ほか→舎熊駅裏手の丘	農道ほか				JR留萌線があり除除雪されていないため未達
7	徒歩	舎熊2放線→円光寺より山手の丘	道路				除雪されておらず未達
8	車	朱文別道路線→朱文別揚水機上の上	道路	Y	x	?	揚水機上確認出来ず
9	徒歩	筈別2号道路線→筈別踏線橋付近	道路	Y	x	なし(道路上)	
10	車	筈別線道路→湯の沢方向	道路	Y	x	なし	
11	車	中歌浜道路線→国道231→筈別踏線橋付近	道路	Y	x	なし(道路上)	
12	徒歩	増毛港湾管理用道→道道増毛港線→弁天通線	道路	Y	x	10台	
13	徒歩	第一火防線通線→役場通線	道路	Y	O	50台	
14	徒歩	第二火防線通線→7丁目通線	道路・人道	Y(途中まで)	△(途中まで)	車使用不可	途中から除雪不十分な避難階段(人道)になる
15	徒歩	弁天通線	道路	Y	x	10台	
16	徒歩	高砂通線、国道231号線	道路	Y	O	なし(道路上)	
17	車	道道暑寒公園線	道路	Y	—	—	避難目標地点わからず
18	車	黒岩尻道路線→黒岩尻道路線上	道路	N	x	なし	除雪途中まで
19	車	別所山の上道路線→道路線の上、別所小学校裏山	道路	Y	x	なし	小学校駐車場は除雪
20	車	ニナイベツ道路線→ニナイベツ道路線奥	道路	N	x	なし	除雪途中まで
21	車	国道231号線→大別所防災ステーション	道路	Y	x(一部あり)	あり	
22	車	岩孝1号道路線→岩孝稲荷神社前の道路	道路	Y	x	なし	道路
23	車	雄冬1号道路線→雄冬自然体験館	道路	Y	x	あり	

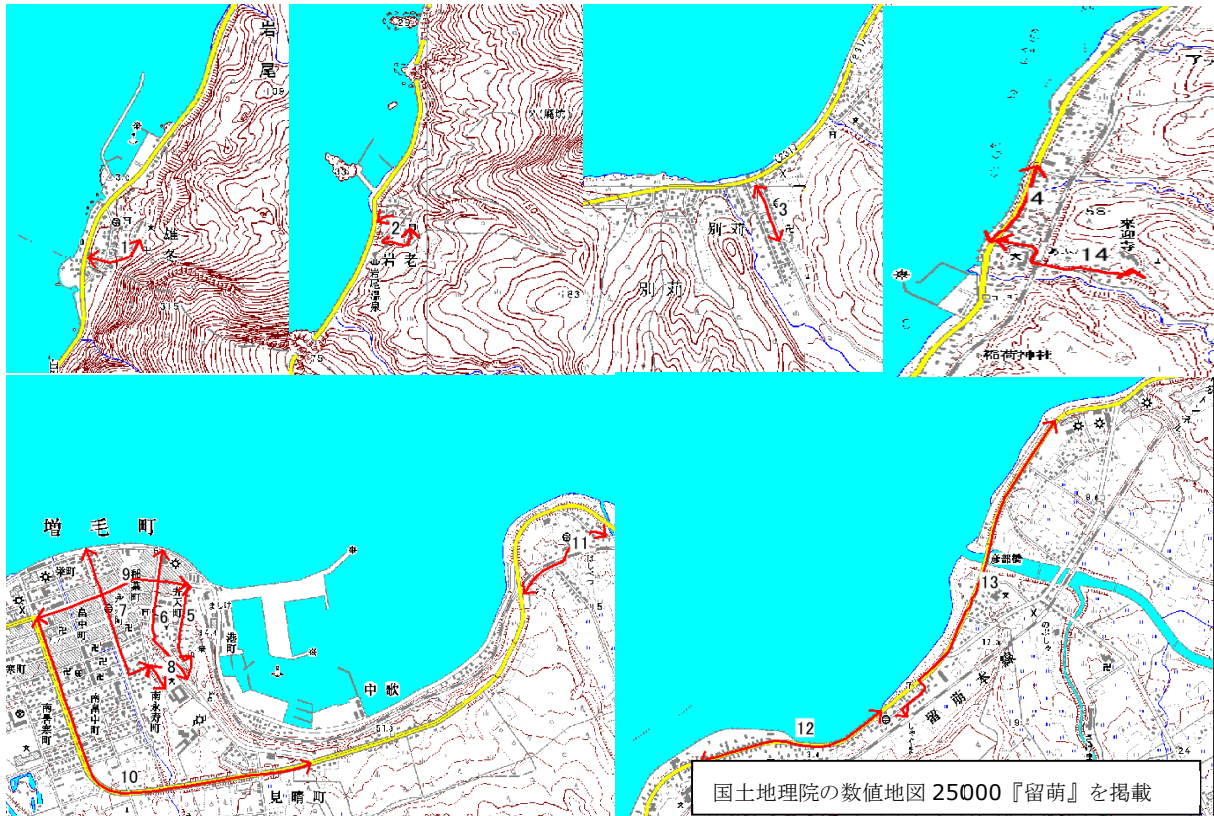


図 3-2 増毛町

表 3-9 増毛町の実測結果

MAP-id	避難路 id	時間	水平距離(m)	調査者	水平移動速度(m/s)	備考
1	22	0:03:36	282	①	1.31	
2	21	0:04:51	412	①	1.42	
3	19	0:03:05	267	①	1.44	途中から
4	-	0:04:50	372	①	1.28	水平・探索
5	11	0:05:10	402	②	1.30	
6	12	0:09:00	677	②	1.25	
7	13-a	0:10:20	728	②	1.17	水平
8	13-b	0:02:55	130	②	0.74	未除雪
9	14	0:09:25	743	②	1.32	途中まで・水平
10	15	0:25:40	1860	②	1.21	
11	8	0:06:45	513	②	1.27	
12	-	0:11:40	907	②	1.30	水平
13	-	0:21:35	1635	②	1.26	水平

2) 苫前町

表 3-10 に避難経路の現状、図 3-3 に苫前町で歩行速度を実測した地域、表 3-11 に測定結果を示す。

表 3-10 苫前町の避難路の現状

id	調査方法	出発地点→目標地点	経路種別	除雪	歩車分離	駐車場	備考
1	車・徒歩	海岸付近→上平牧場	道路	Y	×	なし	
2	徒歩	海岸付近→上平神社の裏山	神社南の道路	Y	×	なし	途中で雪で途絶
3	-	海岸付近→上平神社の裏山	神社境内へのアプローチ	N	-	-	除雪していないため使用不可
4	車	力屋→金童寺	道路	Y	×	10台以上	
5	徒歩	力屋→西浜北東部丘陵	道路→避難階段	Y(道路部分)	○(道路部分)	-	避難階段に未到達
6	徒歩	力屋→番屋の沢丘陵	道路→避難階段	Y(道路部分)	○(道路部分)	-	避難階段に未到達
7	徒歩	力屋→グリーンウインド屋パーク周辺	道路→避難階段	Y(道路部分)	○(道路部分)	-	避難階段に未到達
8	徒歩・車	三豊→	道路	Y	×		
9	車	興津→昭和住民センター	道路	Y	×		
10	車	豊浦→昭和住民センター	道路	Y	×	2~3台	
11	-	栄浜→高台	道路	N	-		除雪していため未到達
12	-	香川→高台、避難階段	道路→避難階段	N	-		除雪していため未到達
13	徒歩	港→苫前神社	道路	Y	○(途中まで)	10台	
14	徒歩	港→ハマナス公園	道路	Y	○(途中まで)	10台	
15	-	港→総合グラウンド	道路	Y	○(途中まで)		
16	-	港→福祉センター	道路	Y	○(途中まで)		

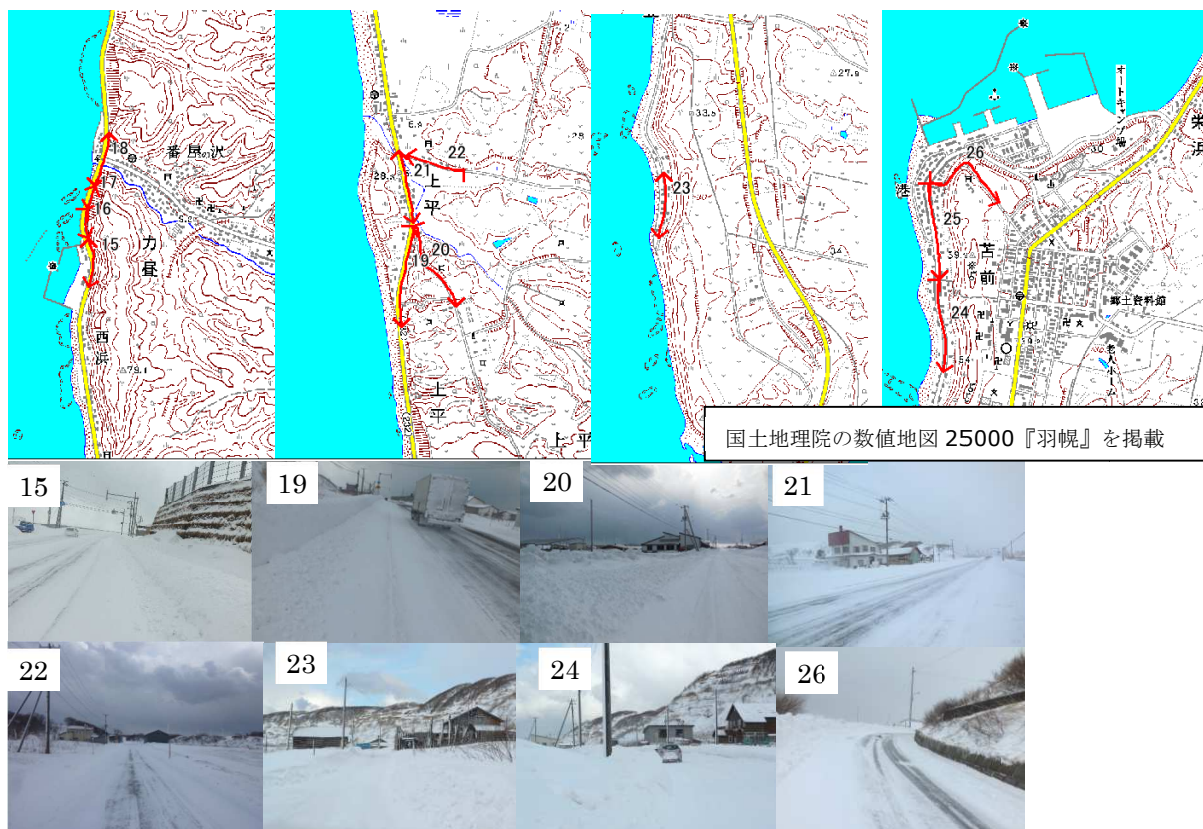


図 3-3 苫前町

表 3-11 苫前町の実測結果

MAP-id	避難路 id	時間	水平距離(m)	調査者	水平移動速度(m/s)	備考
15	-	0:02:45	282	②	1.41	水平
16	-	0:01:50	412	②	1.26	水平
17	-	0:01:30	267	②	1.27	水平
18	-	0:03:20	402	②	1.29	水平
19	1-a	0:06:00	677	②	1.33	水平
20	1-b	0:06:10	728	②	1.21	
21	-	0:04:45	130	②	1.20	水平
22	2	0:04:10	743	③	1.12	
23	12	0:04:00	1860	②	1.28	水平
24	14-1	0:05:45	513	②	1.26	水平
25	14-2	0:06:10	484	②	1.23	水平
26	14-3	0:07:20	459	②	1.04	

3) 羽幌町

表 3-12 に避難経路の現状、図 3-4 に羽幌町で歩行速度を実測した地域、表 3-13 に測定結果を示す。

表 3-12 羽幌町の避難路の現状

id	調査方法	出発地点→目標地点	経路種別	除雪	歩車分離	駐車場	備考
1	徒歩	港付近→国道	道路	Y	×	なし	
2	徒歩	保育園→ホテルサンセットプラザ	道路	Y	×(一部あり)	ホテル駐車場あり・50	
3	徒歩	川北地区→羽幌中	道路	Y	○(途中から)	20~30	
4	徒歩	川北地区→国道交差点	道路	Y	×	なし	

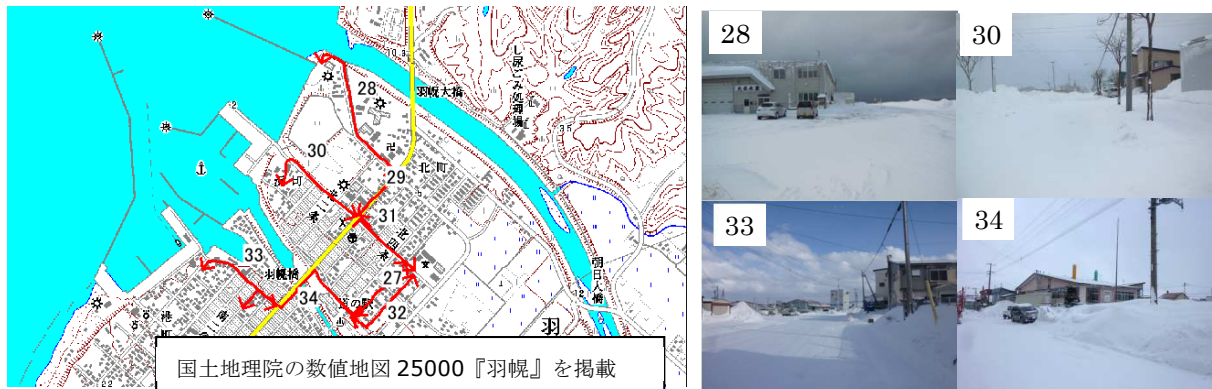


図 3-4 羽幌町

表 3-13 羽幌町の実測結果

MAP-id	避難路 id	時間	水平距離(m)	調査者	水平移動速度(m/s)	備考
27	-	0:04:35	331	②	1.20	水平
28	4	0:08:30	681	②	1.34	
29	-	0:03:20	244	②	1.22	水平
30	3	0:06:20	500	②	1.32	
31	-	0:04:05	323	②	1.32	水平
32	-	0:05:10	396	②	1.28	水平
33	1	0:06:15	403	③	1.07	
34	2	0:10:15	697	③	1.13	

4) 初山別村

表 3-14 に避難経路の現状、図 3-5 に初山別村で歩行速度を実測した地域、表 3-15 に測定結果を示す。

表 3-14 初山別村の避難路の現状

id	調査方法	出発地点→目標地点	経路種別	除雪	歩車分離	駐車場	備考
1	車	⑦国道→内陸側	道路	Y	×	なし	
2	車	⑧	道路	N	—	—	除雪していないため使用不可
3	車	⑨の国道→内陸側 部分	道路	Y	×	なし	
4	徒歩	⑨岬センター→国道	道路	Y	○		
5	徒歩	⑨豊岬南→豊岬小	道路	Y	×	10~20台	
6	徒歩	⑩豊岬北→国道	道路	Y	×		
7	車	⑪明里北→北明里部落会館	道路	Y	×		避難目標地点わからず

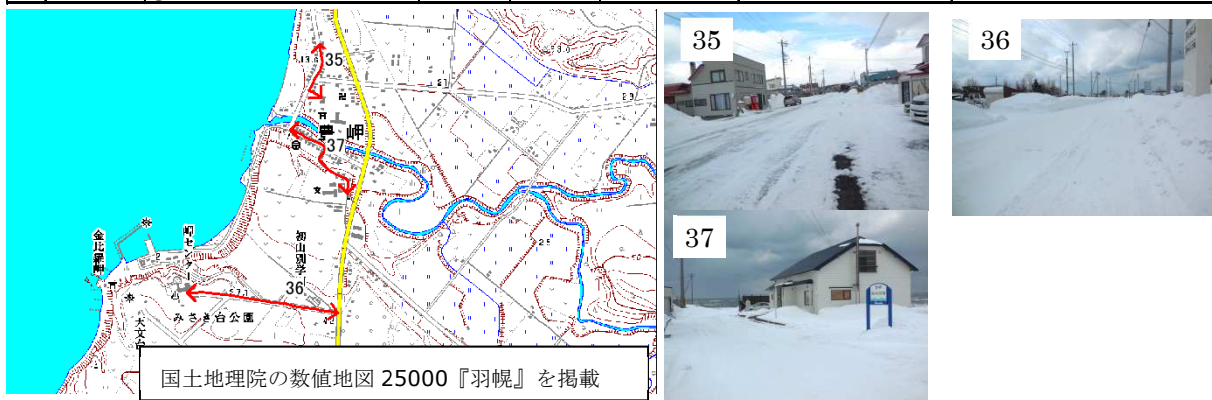


図 3-5 初山別村

表 3-15 初山別村の実測結果

MAP-id	避難路 id	時間	水平距離(m)	調査者	水平移動速度(m/s)	備考
35	6	0:03:35	291	②	1.35	水平
36	4	0:08:35	691	②	1.34	
37	5	0:05:50	461	②	1.32	

5) 遠別町

表 3-16 に避難経路の現状、図 3-6 に遠別町で歩行速度を実測した地域、表 3-17 に測定結果を示す。

表 3-16 遠別町の避難路の現状

id	調査方法	出発地点→目標地点	経路種別	除雪	歩車分離	駐車場	備考
1	徒歩	北浜北部→役場	道路	Y	×(一部あり)	来客駐車場あり・20-30	
2	徒歩	北浜北部→高校	道路	Y	×(一部あり)	職員駐車場など・20-30	
3	徒歩	北浜海岸付近→高校	道路	Y	×(一部あり)	職員駐車場など・20-30	
4	徒歩	北浜海岸付近→小学校体育館前	道路	Y	×(一部あり)	体育館前敷地・20-30	
5	徒歩	北浜海岸方向途中→小学校前	道路	—	—	職員駐車場など・20-30	
6	徒歩	海岸→役場	道路	Y	×(一部あり)	来客駐車場あり・20-30	
7	徒歩	2区地区→スポーツセンター	道路	Y	×(一部あり)	来客駐車場あり・20-30	
8	車	富士見地区→とんがり館	道路	Y	(一部あり)	50台	避難先は冬期間閉鎖中
9	車	歌越地区→歌越堆肥製造センター	道路	Y	×	—	避難目標地点わからず
10	車	啓明地区→国道232	道路	Y	×	—	
11	車	北里地区→北里公民館	道路	N	×	—	避難路除雪なし。迂回路使用

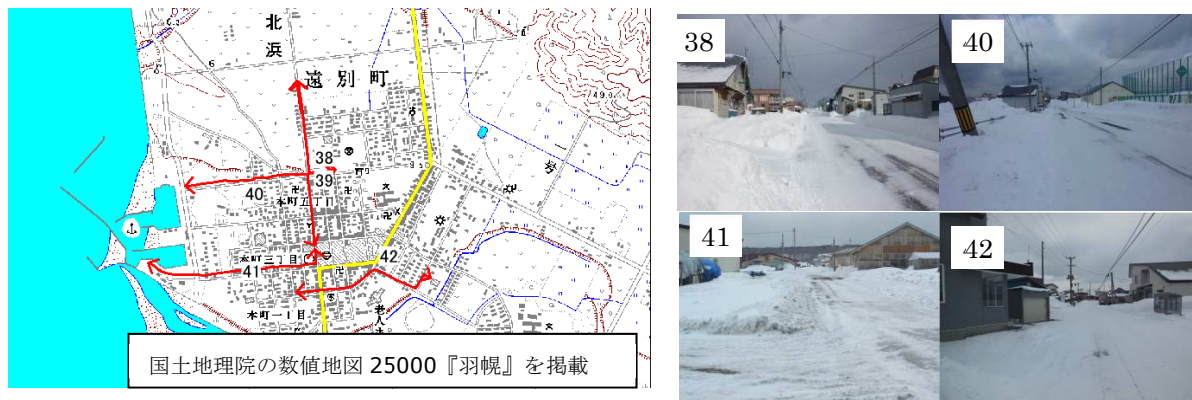


図 3-6 遠別町

表 3-17 遠別町の実測結果

MAP-id	避難路 id	時間	水平距離(m)	調査者	水平移動速度(m/s)	備考
38	1	0:13:25	785	③	0.98	水平
39	2	0:09:00	556	③	1.03	水平
40	3	0:09:30	686	③	1.20	水平
41	6	0:11:15	855	②	1.27	水平
42	7	0:09:30	703	②	1.23	

6) 留萌管内における歩行速度

計測したデータを用い、水平、上り坂、未除雪ごとに平均歩行速度を求めた。

水平歩行速度：1.24 (m/sec) 上り坂歩行速度：1.26 (m/sec) 未除雪歩行速度：0.74 (m/sec)

留萌管内の調査結果でも津波避難計画で想定されている避難速度と比較し、路面は圧雪で単独歩行の条件下であるが早い歩行速度が計測されたと言える。

(4) 釧路市における計測

1) 計測の概要

釧路市において、平成 28 年 2 月 13 日に開催された地域住民対象の避難訓練において訓練参加者の内 25 人に GPS ロガーを配布し、自宅から避難場所までの歩行速度を計測した。計測は 10:00 の時報を合図に開始し、被験者は火気器具を消火し、防寒着を着用の上非常持ち出し等を持ち移動を開始した。避難場所に到着した際にアンケート調査を実施し、路面状況、歩き方を調査した。

また地震時に室内から屋外に出るまでの避難時間を把握するため被験者の自宅の家具配置状況及び屋外に出るまでの行動を調査し、重量家具転倒に伴う室内危険度^①を計算した。

災害時要援護者の歩行速度の計測は困難なことから、当所職員が妊婦及び高齢者の疑似体験セットを着用し歩行速度を計測した。

2) 歩行速度

図 3-7 に被験者の避難経路及び避難の様子を示す。歩行速度を計測できたのは 25 人中 23 人であつ



図 3-7 避難経路

た。計測結果およびアンケート調査の結果を表 3-18 に示す。

表 3-18 釧路市における計測結果

避難者 id	屋外避難時間	避難時間	避難距離 (m)	道路横断数	信号	速度 (m/s)	年代	避難人数	屋外時間	路面	歩き方
1	0:03:18	0:05:45	400	3	2	1.16	70	家族	5分以内	つるつる圧雪	やや慎重に
2	0:02:20	0:19:11	1198	11	2	1.04	70	1人	5分以内	シャーベット	雪のない時期と同じ
3	0:03:37	0:16:55	1368	14	1	1.35	70	1人	5分以内	アスファルト	雪のない時期と同じ
4	0:02:21	0:18:25	1361	13	3	1.23	70	近隣	5分以内	アスファルト	雪のない時期と同じ
5	-	0:04:35	398	3	1	1.45	50	1人	5分	アスファルト	やや慎重に
6	-	0:15:05	904	10	1	1.00					
7	0:02:02	0:18:50	1344	10	3	1.19	70	家族	20分	つるつる圧雪	やや慎重に
8	0:06:39	0:17:10	1110	12	3	1.08	60	1人	5分	つるつる圧雪	やや慎重に
9	0:02:02	0:06:55	473	6	0	1.14		1人	5分	アスファルト	やや慎重に
10	-	0:12:15	857	7	1	1.17	70	1人	10分	つるつる圧雪	同行者
11	-	-	-	-	-	-	70	1人	5分	アスファルト	雪のない時期と同じ
12	-	0:14:45	948	11	1	1.07					
13	0:04:45	0:09:15	585	7	1	1.05	70	1人	5分以内	つるつる圧雪	やや慎重に
14	-	0:09:15	564	4	2	1.02	70	1人	10分	つるつる圧雪	かなり慎重に
15	-	0:15:15	1264	7	3	1.38	70	家族	5分以内	つるつる圧雪	同行者
16	-	0:11:45	631	3	1	0.90	60	1人	5分	シャーベット	やや慎重に
17	0:01:40	0:21:15	1181	13	1	0.93	70	近隣	10分	つるつる圧雪	かなり慎重に
18	-	0:07:45	554	4	1	1.19	50	1人	20分	アスファルト	雪のない時期と同じ
19	0:04:38	0:19:20	1370	15	1	1.18	40	家族	5分以内	シャーベット	やや慎重に
20						-	40	家族	5分	つるつる圧雪	同行者
21	-	0:25:30	1796	14	3	1.17	50	その他	20分	シャーベット	やや慎重に
22	0:05:03	0:29:15	2068	15	3	1.18	20	その他	20分	つるつる圧雪	やや慎重に
23	0:02:24	0:10:15	798	8	2	1.30	60	近隣	5分以内	つるつる圧雪	やや慎重に
24	-					-	60	1人	5分以内	アスファルト	やや慎重に
25	-	0:11:40	801	5	2	1.14	70	1人	5分以内	アスファルト	雪のない時期と同じ
高齢	-	0:11:05	603	6	3	0.91					
妊婦	-	0:10:50	614	6	3	0.94					

●年代

40代以下 2人
50～60代 6人
70代以上 12人

●屋外脱出平均時間

3min24sec

●路面状況

アスファルト 8人
シャーベット 4人
つるつる圧雪 11人

●歩き方

かなり慎重 2人
やや慎重 12人
雪のない時期と同じ 6人
同行者に合わせた 3人

●歩行速度

最大速度： 1.45 (m/sec)
最低速度： 0.90 (m/sec)
平均速度： 1.15 (m/sec)
妊婦体験： 0.94 (m/sec)
高齢者体験： 0.91 (m/sec)

高齢者の被験者が多かったにも関わらず、平均歩行速度は早いという傾向がある。路面状況はアスファルトが見えているなど、早く歩ける条件であったことが影響していると思われる。ただし、妊婦体験・高齢者の疑似体験セットで測定した場合は、遅い結果が得られている。また、屋外脱出の平均時間であるが、津波避難計画策定指針で設定されている地震継続時間と避難準備時間を合わせた5分と比較し、ほぼ同等の結果が得られたと考えられる。

3) 室内危険度評価

地震時に避難行動を開始するためには、地震動による影響を考慮する必要がある。建物倒壊や家具転倒に伴う負傷などにより避難行動が困難となるためである。

ここでは、地震動の影響を考慮するため、被験者の建物平面図を作成し、家具の配置状況や屋外に出るまでの行動を調査し、岡田（1993）による方法で家具転倒に伴う室内危険度を評価した。

評価の設定条件であるが釧路市内で想定される十勝沖地震の震度 6.0（6 強）とし、重傷となる条件で行った。危険度の数値は重傷となる重量家具が当該牢行きに転倒することが期待される戸数である。

室内危険度評価は 25 人中 24 人に対し実施した。建物ごとの評価結果を図 3-8 に示す。この結果から避難開始時にいた場所における室内危険度と屋外に移動する際に、直ちに玄関まで移動した場合の室内危険度を評価した。結果を表 3-19 に示す。

表 3-19 室内危険度評価結果

避難者 id	避難開始時 室内危険度	屋外避難 危険度	避難者 id	避難開始時 室内危険度	屋外避難 危険度
1	0.8	0.5	14	0.5	
2			15	1	0.5
3	0.5		16	1	0.5
4			17	0.5	
5		0.8	18		
6			19		
7			20		0.5
8			21	1	
9			22	1	
10	0.5		23		
11		0.5	24		
12	0.8	0.5	25		
13		0.5			

地震発生時に重傷となる危険性の高い人がいることがわかる。また、地震発生時の負傷は免れるが屋外に移動する際に家具の転倒により移動が困難となる場合があることが明らかとなった。

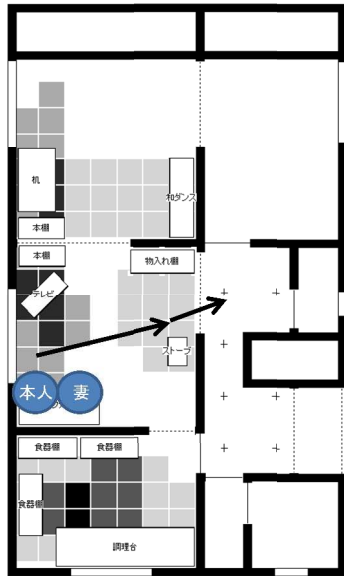
この結果から津波避難計画を検討する際に家具の対策を実施することが重要であり、津波避難計画を検討する際には、室内危険度の結果を踏まえた計画とすることが必用であることがわかる。

(5) 雪寒冷期の歩行速度の結果

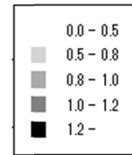
実験結果から冬期間においても 1.1 (m/s) 以上の速度は計測された。なお北海道の津波避難計画策定指針では夏季（老人自由歩行速度、群集歩行速度、地理不案内者歩行速度等）で 1.0 (m/s) 、南海トラフ地震の被害想定では 0.74 (m/s)（東日本大震災の調査結果）となっている。また、家具転倒に伴う負傷で避難行動が困難となることを防ぐため、家具の転倒防止対策が必要であることがわかった。ただし計測された避難速度については、サンプル数も少なく、単独歩行といった特定条件化での数値であり群衆や経路探索などを行う際には遅くなることが想定されることから、避難計画に用いる際は注意が必要である。

[参考文献]

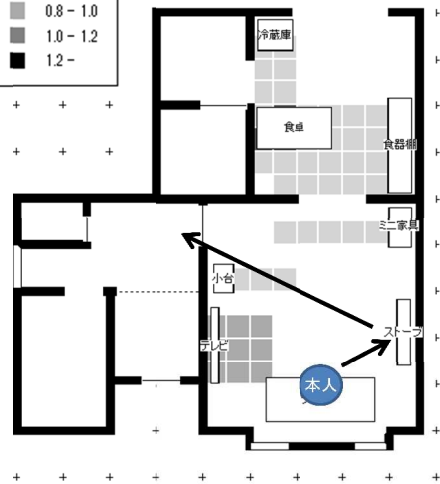
- 1) 岡田成幸：地震時の室内変容に伴う人的被害危険度評価に関する研究-その 1 居住空間危険度マイクロゾーニングの提案-、日本建築学会構造系論文報告集, 454, p39-49, 1993. 12



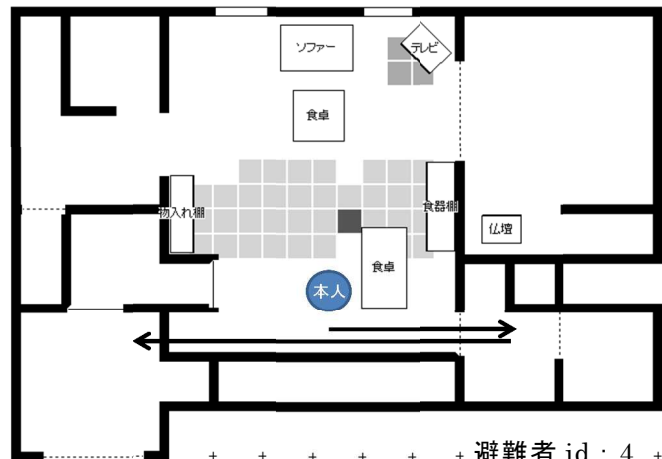
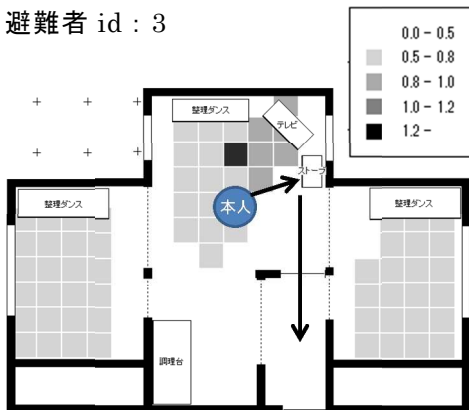
避難者 id: 1



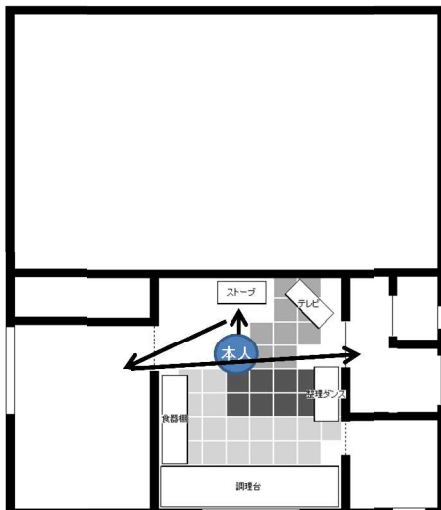
避難者 id: 2



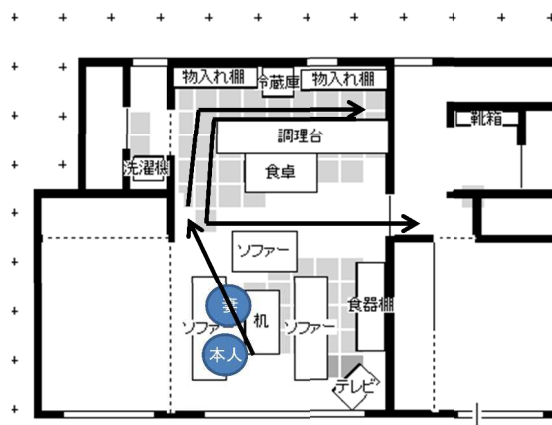
避難者 id: 3



避難者 id: 4



避難者 id: 5



避難者 id: 6

図 3-8(1) 室内危険度評価の例

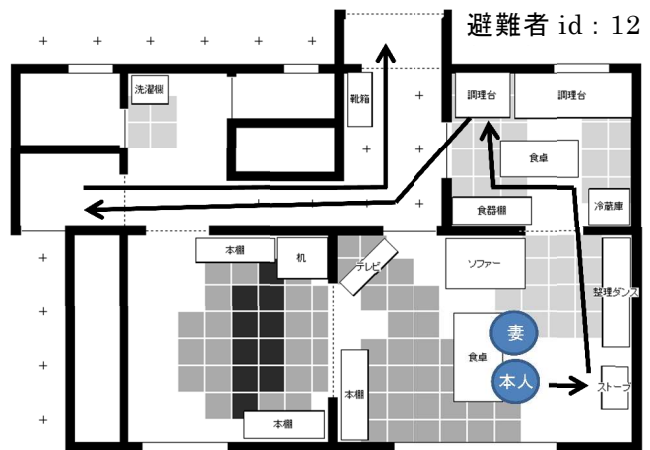
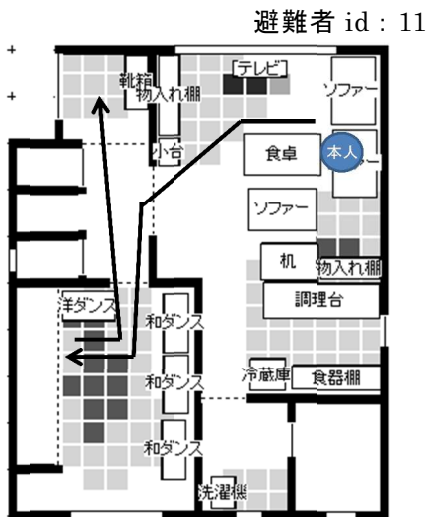
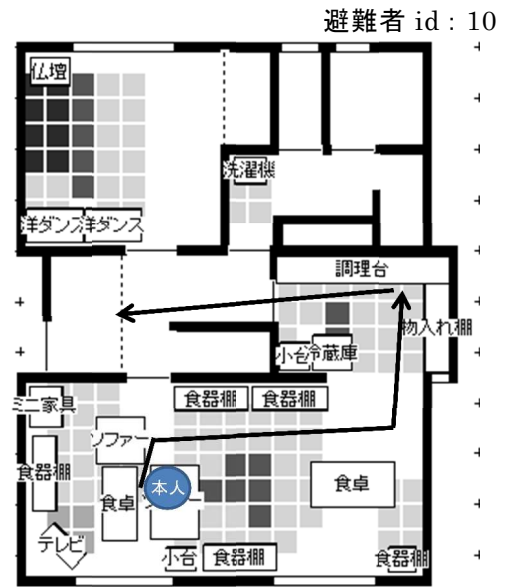
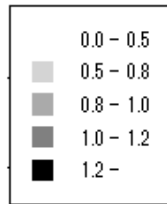
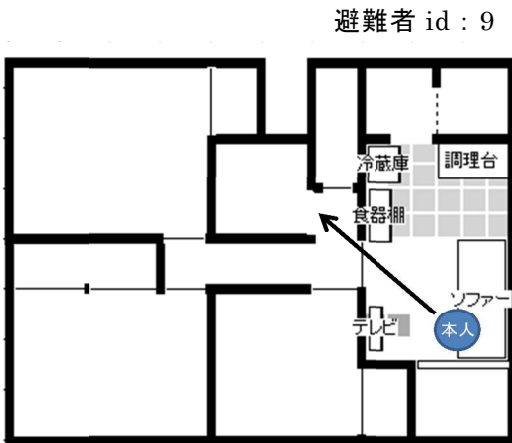
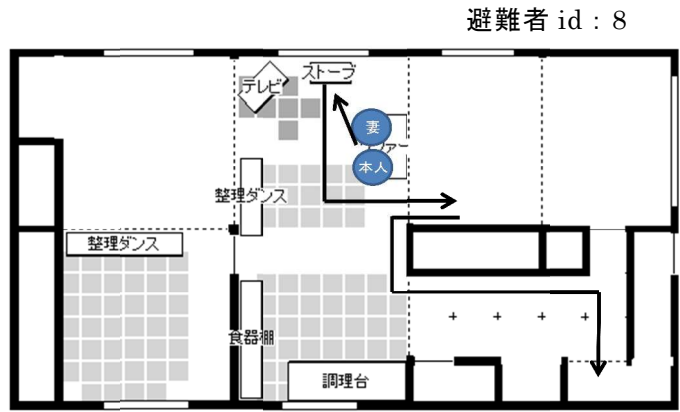
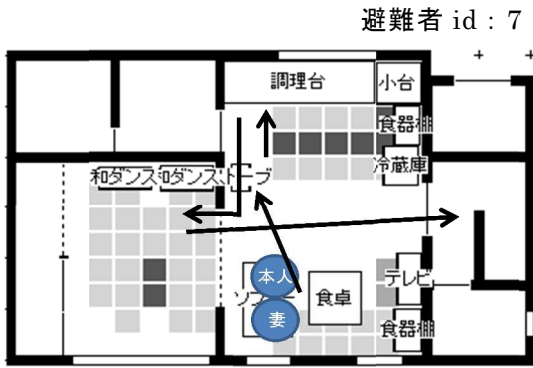


図 3-8(2) 室内危険度評価の例

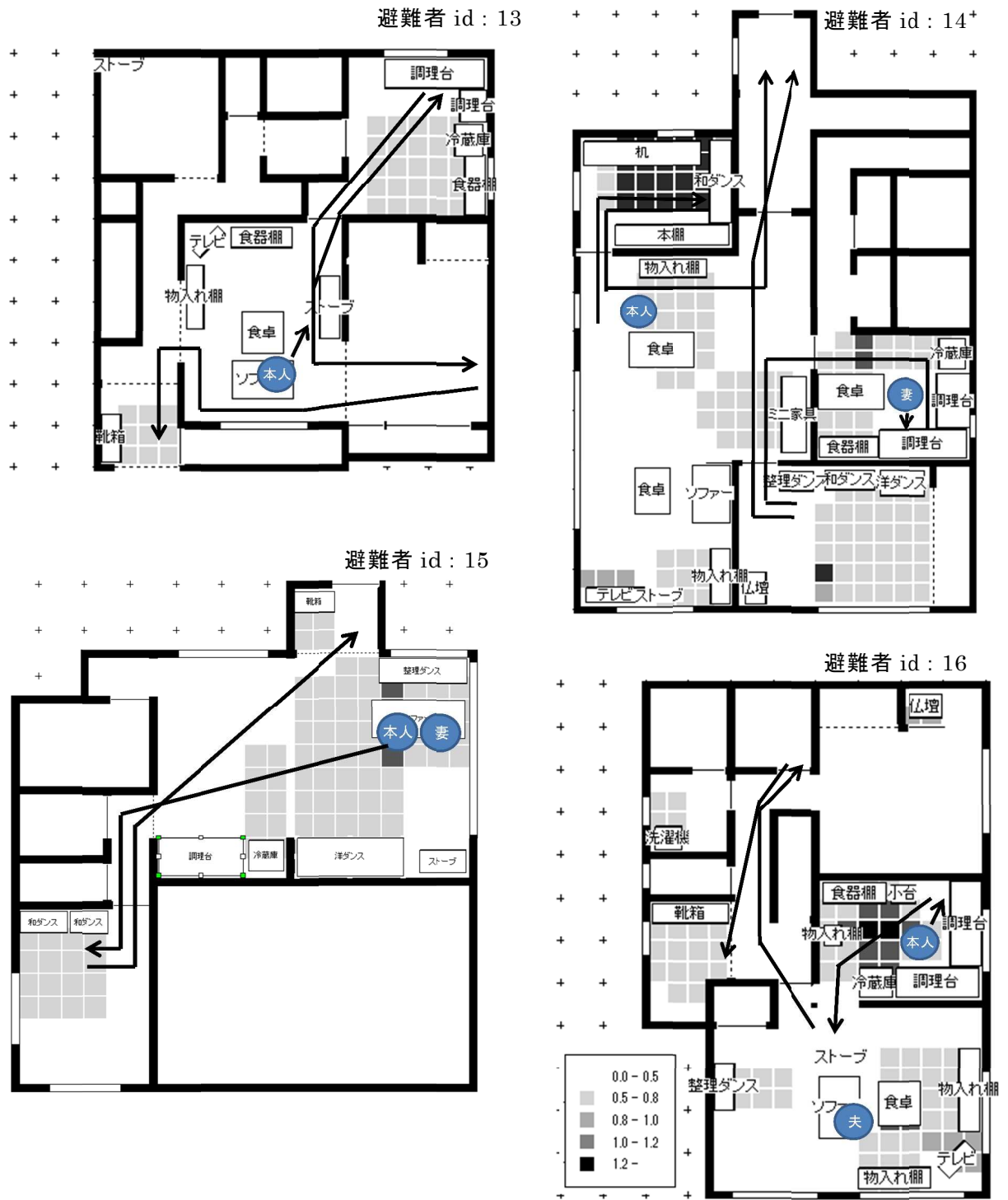


図 3-8(3) 室内危険度評価の例



避難者 id : 24



避難者 id : 25



図 3-8(5) 室内危険度評価

4. 自動車避難に関する可能性の検討

(1) 中央防災会議防災対策推進検討会議津波避難対策検討ワーキンググループにおける自動車避難

平成 22 年に発生したチリ中部沿岸を震源とする地震、平成 23 年 3 月に東北地方太平洋沖地震などの災害を踏まえ設置されたこのワーキンググループは平成 22 年 12 月の第 1 回会合後、平成 24 年 6 月までに 9 回にわたり審議を行い、東日本大震災での課題や教訓を明らかにした¹⁾。この最終報告の中で自動車避難の課題が整理されている。

この報告書では自動車避難の危険性として以下の点を指摘している。

- ・地震による道路等の損傷や液状化、信号の滅灯、踏切の遮断機の停止、沿道の建物や電柱の倒壊等による交通障害
- ・交通障害が発生しなくても渋滞が発生し、津波に巻き込まれる可能性があるほか、避難支援活動に支障を及ぼすこと
- ・道路の幅員、車のすれ違いや方向転換の実施可否、交通量の多い幹線道路等との交差、避難した車両の駐車場所等のボトルネックとなる区間等の存在
- ・避難支援者が活動するための自動車の通行の妨げとなるおそれがあること
- ・徒歩による避難者の円滑かつ安全な避難の妨げとなるおそれがあること

このため、自動車避難を検討する際には上記の危険性を軽減することが必用である。

また、同報告では津波からの避難に使用する道路の安全性の向上について以下の点を指摘している。

- ・避難を迅速に行うことができるよう、避難経路における電線の地中化、避難経路に面する建物の耐震化、ブロック塀の転倒防止、落橋防止、盛土部の沈下防止等の対策を引き続き実施する必要がある。
- ・災害時において避難を円滑にするための通行ルールを検討することが考えられる。その際、最大クラスの津波による浸水想定区域における安全性を確保した避難誘導の実施可能性を地域毎に十分検討する必要がある。また、誘導のための標識等の整備をすることも検討する必要がある。
- ・高速道路等の緊急車両通行口等の緊急的な利用など、津波発生時のみ通行可能とする道路等の利用ルールを道路管理者や地方公共団体等が一体となって検討することが必要である。
- ・津波避難経路の検討に当たっては、地震等によるがけ崩れの危険性のある箇所を回避して設定するとともに、避難経路の沿道のがけ崩れ対策等の推進が求められる。
- ・新規の道路建設や道路改良の際、地域の実情に応じて高台方向に向かう車線の拡幅や多車線化など、津波避難の迅速化も念頭に置いた検討を行うことが必要である。

(2) 地震動による建物被害の影響

ここでは、地震動による沿道建物の倒壊の影響を検討する。検討の対象地域として厚岸町湖南地区を選定した。図 4-1 に同地域の想定十勝沖地震による震度分布²⁾及び 1981 年以前の旧耐震基準の建物の分布を示す。なお、ここで建物データとして同町の都市計画基礎調査のデータを用いた。

最大震度は 6 弱程度であり、建物倒壊等の危険性は大きくはないが、外壁の落下等に伴う道路への瓦礫散乱の可能性が指摘できる。

また、耐震改修促進法の改正により、地方公共団体は避難路沿道建築物の耐震診断を義務づけできるようになったことから、建築物が倒壊した場合どのように避難路を閉塞するか検討を行った。ここでは湖南地区で指定されている「北海道緊急輸送道路ネットワーク計画における

緊急輸送道路（第1次、第2次、第3次）」を避難路として扱い、建築物の耐震改修の促進に関する法律施行令において通行障害建築物の要件に該当する建物を都市計画基礎調査のデータから抽出した。

図4-2に通行障害建築物の要件を示す。なお、建物高さについては1階の階高を3mと仮定して階数から推測した。検討した結果を図4-3に示す。緊急輸送道路を閉塞させる可能性があることがわかる。

以上の結果から自動車避難を検討する際には地震動による建物被害の検討が重要であることが指摘できる。

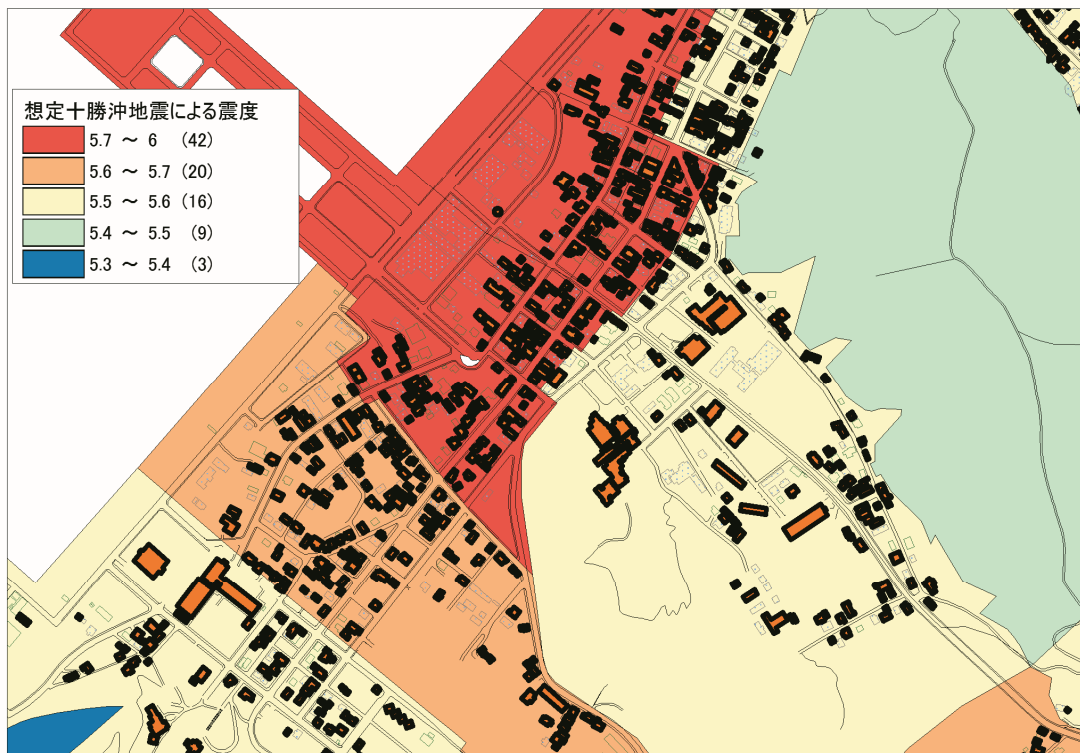


図 4-1 旧耐震基準の建物分布

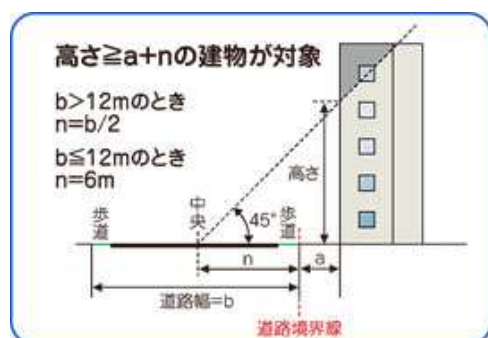


図 4-2 耐震改修促進法施行令による通行障害建築物

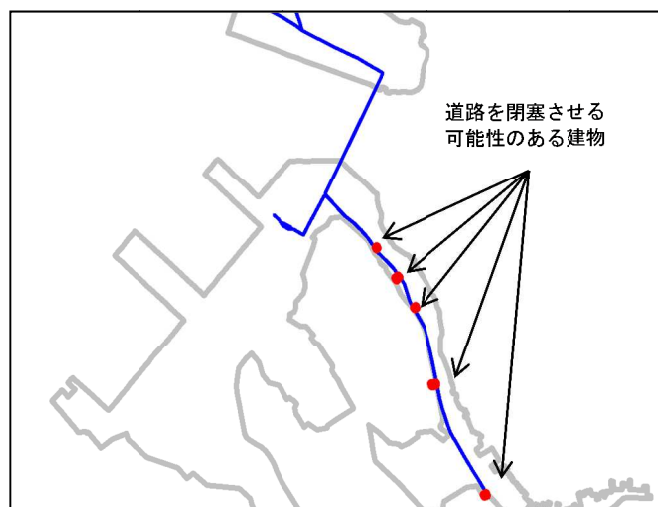


図 4-3 道路閉塞の可能性

[参考文献]

- 1) 中央防災会議防災対策推進検討会議津波避難対策検討ワーキンググループ：津波避難対策検討ワーキンググループ報告、2012.7
- 2) 北海道防災会議地震火山対策部会地震専門委員会想定地震見直しに係るワーキンググループ：想定地震見直しに係る検討報告書、2011.3

5. 避難経路の誘導方法の検証

(1) 避難路の課題

北海道津波避難計画策定指針では「冬期道路交通の確保」について以下の通り記載されている。

・市町村が管理する緊急輸送道路や避難所へのアクセス道路について、積雪や凍結による寸断のため、物資供給等が滞ることがないように、除雪体制を優先的に確保してください。

また、地域の状況に応じて、道路の消融雪施設や流雪溝等の整備を検討してください。

第2章で実施した市町村の避難経路の調査結果から、積雪寒冷に関する課題について整理する。現地調査の結果、以下の課題が指摘できる。

- ①避難経路が除雪されていないため避難目標地点に到達できない。(図 5-1)
- ②避難場所が冬期間併催されているため施設内に立ち入りできない。(図 5-2)
- ③道路の除雪により雪が積み上げられ避難階段に到達できない。(図 5-3)
- ④除雪はされているが凍結により避難階段が滑りやすい。(図 5-4)
- ⑤避難経路に屋根がかかっているが隙間らの雪の吹き込みにより滑りやすい。(図 5-5)
- ⑥吹雪により避難経路が認識しづらい。(図 5-6)



図 5-1 未除雪の避難経路



図 5-2 冬期間閉鎖している避難場所



図 5-3 路肩の雪で到達できない避難階段



図 5-4 凍結により滑りやすい避難階段



図 5-5 雪の吹き込みにより滑りやすい避難経路



図 5-6 吹雪により認識しづらい避難経路

冬期間の避難経路を常に確保することは費用の問題から困難な場合があるが、地域住民や道路管理者と連携を図りながら解決することが望まれる。

(2) 避難誘導の方法

避難場所等（「指定緊急避難場所」及び「指定避難所」）については、災害種別（津波、高潮、洪水、内水氾濫、崖崩れ・土石流・地滑り、大規模な火事、地震、火山）ごとに設定されているが、観光客等の地理不案内で津波の認識が低い外来者に対し、海拔・津波浸水予想地域・具体的な津波来襲時間や高さの表示、避難方向（誘導）や避難場所等を示した案内看板等が必要となる。従前、避難標識には統一されたものがあったことから、災害種別の図記号（JIS Z8210）が追加された。また、日本全国どこでも同じ表示となるよう JIS で、この図記号を使った表示方法に係る「災害種別避難誘導標識システム（JIS Z9098）」が平成 28 年 3 月 22 日付で制定されたところである。

ここでは、前節と同様に市町村の現地調査の結果から避難誘導に係る特徴的な事例を示す。

- ① 避難場所の入口を認識しやすいように太陽光発電の照明が設定されている。（図 5-7）
- ② 避難階段の入口に簡易な屋根をかけている。（図 5-8）
- ③ 斜面に通常の生活の利便性も含めて法面に階段を設置している。（図 5-9）
- ④ 治山施設を活用し避難場所を設置している。（図 5-10）
- ⑤ 津波避難場所と海拔表示をしている。（図 5-11）

避難誘導の方法については、各市町村の実態に合わせ可能な方法をとることが望まれる。前節の積雪寒冷対策と同様に地域住民や道路管理者と連携を図りながら創意工夫することが求められる。



図 5-7 太陽光発電による照明



図 5-8 避難階段入口の簡易屋根



図 5-9 日常利用している法面避階段



図 5-10 治山施設を避難場所に活用



図 5-11 避難場所と海拔表示

6. まとめ

本研究の成果は以下のとおりまとめることができる。

- ①「道内沿岸市町村の津波避難計画の分析及び避難シナリオの設定」
 - ・冬期交通の確保については具体的な記述は少ない。
 - ・冬期間の歩行速度について十分な検討はされていない。
- ②積雪寒冷条件下における避難速度の把握
 - ・実験結果から冬期間においても 1.1 (m/s) 以上の速度は計測された。なお北海道の津波避難計画策定指針では夏季（老人自由歩行速度、群集歩行速度、地理不案内者歩行速度等）で 1.0 (m/s)、南海トラフ地震の被害想定では 0.74 (m/s)（東日本大震災の調査結果）となっている。
 - ・家具転倒に伴う負傷で避難行動が困難となることを防ぐため、家具の転倒防止対策が必要である。
- ③自動車避難に関する可能性の検討
 - ・地震動による建物倒壊に伴う道路閉塞の危険性を考慮する必要がある。
- ④避難経路の誘導方法の検証
 - ・避難階段の除雪体制に課題が多い。また凍結等により階段の使用が困難となる場合がある。また吹雪時にどのように避難路へ誘導するか課題がある。
 - ・様々な工夫により避難場所を確保している例がある。

研究成果の活用であるが、本研究で計測された避難速度については、特定条件化の数値であり群衆や経路探索などを行う際には遅くなることが想定されることから、避難計画に用いる際は注意が必要である。また、成果は平成 29 年度より実施する道総研の重点研究「津波による最大リスク評価手法の開発と防災対策の実証的展開」で活用される予定であり、当該重点研究にて避難速度や自動車避難の検討方法について更に検討を進める予定である。