

学校施設の防災力強化プロジェクト (平成28年度)委託事業 成果報告書



暗闇の中で学校に向けて津波避難する際に
生じる課題の抽出と対策モデルの策定

福山大学

安全安心防災教育研究センター・工学部

学校施設の防災力強化プロジェクト
(平成28年度) 委託事業
成果報告書

テーマ：地震・津波・竜巻・土砂災害等に対応したソフト・ハード一体となった学校の防災対策の検討
サブテーマ：暗闇の中で学校に向けて津波避難する際に生じる課題の抽出と対策モデルの策定

事業主体：学校法人 福山大学

協力：福山市危機管理防災課

福山市教育委員会

福山市立今津小学校

今津学区自治会連合会

目次

1.	概要	
1. 1.	委託事業のテーマ	・・・ 1
1. 2.	委託事業の趣旨・目標	・・・ 1
1. 3.	事業の実施体制	・・・ 3
1. 4.	事業の流れ	・・・ 5
2.	事業内容	
2. 1.	アンケート調査	・・・ 6
2. 2.	災害時経路不通リスク推定	・・・ 21
2. 3.	実地避難経路調査・複合的避難阻害要因実地調査	・・・ 40
2. 4.	体育館環境調査	・・・ 55
2. 5.	模擬避難	・・・ 70
2. 6.	避難に関する課題抽出、対策モデルの策定	・・・ 84
2. 7.	調査結果報告会の実施	・・・ 91
3.	結言	
3. 1.	まとめ	・・・ 97
3. 2.	今後の課題	・・・ 97

1. 概要

1. 1. 委託事業のテーマ

地震・津波・竜巻・土砂災害等に対応したソフト・ハード一体となった学校の防災対策の検討
サブテーマ：暗闇の中で学校に向けて津波避難する際に生じる課題の抽出と対策モデルの策定

1. 2. 委託事業の趣旨・目標

学校施設は、救急避難期における緊急避難場所を兼ねる場合が多く、避難経路を確保し、避難場所である学校へ生徒や地域住民を迅速かつ安全に誘導することは学校の避難所としての機能として重要である。本備後地区を始めとする瀬戸内中心部は近世において南海地震やその他の地震被害を比較的受けず、住民には安全な地域というイメージが定着しているが、より遠い過去には、東海から南海トラフに至るプレートに連動して滑りが生じた 1707 年の宝永の大地震が発生し、福山城の石垣が崩れ、1.5m程度の津波が押し寄せて塩田に被害が出るなど、瀬戸内沿岸が津波による被害に無縁でないことを物語っている。さらに遠い過去に遡れば、宝永の大地震を超える超巨大地震による津波の痕跡が高知に残されており、極めて稀ではあるものの想定を超えた地震の発生が懸念されていた。そのような折、奇しくも超大滑り域を持つ東日本大震災が発生し、これを受けて実施された最新のシミュレーションでは、この地区においても最高津波水位 3.3m（福山市防災計画想定、朝日新聞/関西大学想定では 4m）の津波が押し寄せて堤防を越える可能性が示唆された。（図 1.2.1、表 1.2.1）

一方、福山市の西端に位置する松永・今津地区は大半が過去の塩田の跡地で海拔 0 m またはそれに近い地帯が広がっており、このような場所でひとたび越水が発生すれば大半の家屋が水没し、全壊又はそれに近い被害を受けることが予想される。このため、住民は速やかに津波避難場所に避難することが肝要であるが、今津学区では図 1.2.2、写真 1.2.1 に示すように、標高 51m の小高い丘に建つ今津小学校が学区唯一の津波避難場所であり、津波が到来すれば住民はこの今津小学校に向けて避難を行う事になる。このため、小学校にとっては児童やその家族、住民をいかに迅速安全に避難場所である小学校に誘導するかが重要な必要機能となる。

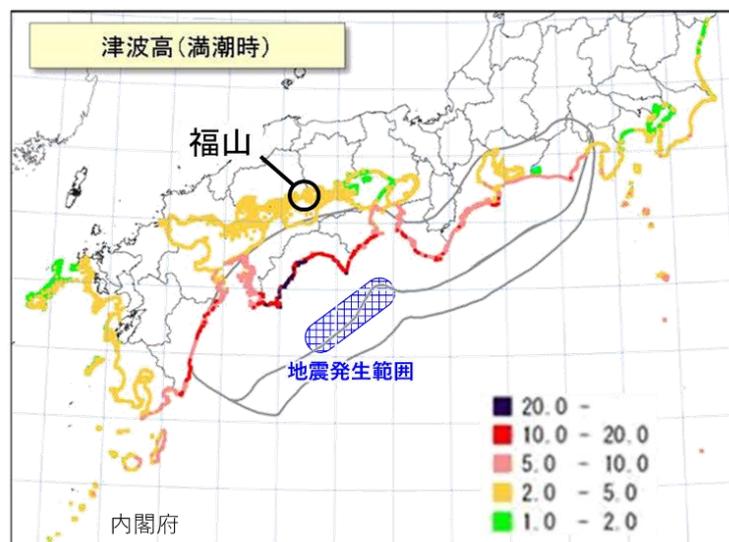


図 1.2.1 南海トラフ巨大地震での津波予想

表 1.2.1 南海トラフ巨大地震での福山市の想定被害

(2016 年度 (平成 28 年度) 修正福山市地域防災計画より)

震度(面積比)	6 強(2.4%)、6 弱(32.8%)、5 強(63.6%)、5 弱(1.1%)
最高津波水位	3.3 m (津波の高さ 1.2 m)
建物被害	全壊 16,528 棟、半壊 52,004 棟
人的被害	死者 6,221 人、負傷 6,529 人

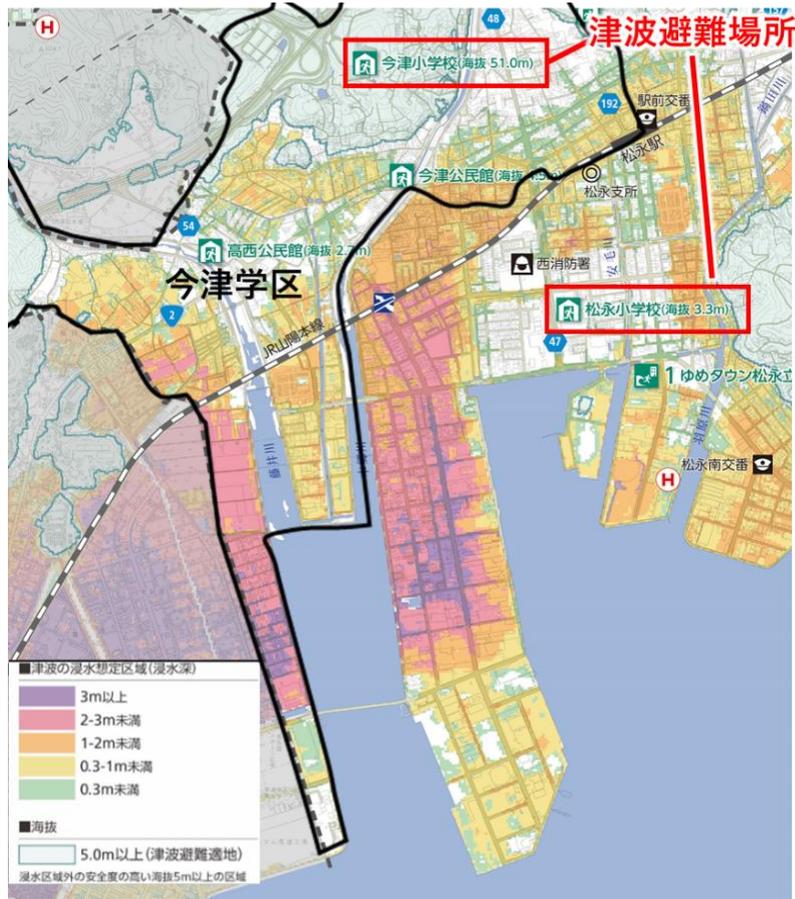


図 1.2.2 今津学区における津波避難場所



写真 1.2.1 海側より見た今津小学校遠景

幸いにも当地区に最高水位の津波が到達するには4時間以上の余裕があるため、平素の状態であれば十分にゆとりを持った避難が実行できると考えられる。しかしながら、当地区の旧市街区は古い木造の民家が多数存在し街路の幅も狭く、南海トラフ巨大地震で想定されている最大深度6強の強い揺れで古い家屋が倒壊して経路を塞いだり、経路に隣接する家屋の火災で通行できなくなる可能性がある。このような想定避難経路が使えなくなる可能性に対しては、リスクを把握した上で平素より代替経路を想定しておくことが肝要である。また、雨天又は曇天の深夜に地震が発生し停電が起こった場合には、暗闇での避難は困難を極め、パニックに陥って逆方向に移動するような可能性も否定できない。これらの状況や高齢者等の避難困難者を考えた場合、4時間という時間は決して十分ではなく、最悪の場合を考えたソフト、ハード面での対策が必要である。また地域住民、特に次世代を担う子ども達に津波避難に対する気付きを与えることも非常に重要な防災対策となる。

本事業では、地域の典型例として福山市立今津小学校及びその学区を取り上げ、救急避難期における学校機能のあり方に焦点を当て、地域住民へのアンケート調査、人の迷い行動の調査、リスクマップの作成、模擬避難といった学校内外における避難行動全般に亘る調査を行う。これにより課題を洗い出し、避難誘導における学校施設の新たなモデルを提案すると共に、地域住民の津波避難に対する心構えを形成することを目的とする。また、この地区の特徴は瀬戸内沿岸にしばしば見られるものであり、この地区における調査・研究は瀬戸内全域に亘るモデルケースとして展開できるものであり、本結果が複数の類似環境で活用されることも目的とする。

1. 3. 事業の実施体制

協議会メンバー

氏名	所属	役職	備考
矢野隆正	福山市危機管理防災課	課長	
山口正記	同上	次長	
藤原杏子	福山市教育委員会	主事	
戸羽純士	福山市立今津小学校	校長	
牧平律夫	今津学区自治会連合会 今津学区まちづくり推進委員会	会長	
土井恒雄	同上	事務局長	
島村莞爾	同上	安全部会長	

福山大学メンバー

氏名	所属	役職	備考
仲嶋一	安心安全防災教育研究センター 工学部スマートシステム学科	センター長 教授	プロジェクトリーダー 模擬避難担当
宮内克之	安心安全防災教育研究センター 構造・材料開発研究部門 工学部スマートシステム学科	副センター長 教授	
関田隆一	安心安全・防災教育研究センター スマートコミュニティー教育研究部門 工学部スマートシステム学科	部門長 准教授	対策モデル抽出担当
都祭弘幸	工学部建築学科	教授	
山田明	同上	准教授	リスク推定担当
伊澤康一	同上	講師	体育館温度環境担当
金子邦彦	工学部情報工学科	教授	アンケート調査担当
中道上	同上	准教授	迷い調査担当
伍賀正典	工学部スマートシステム学科	准教授	
村上高士	工学部・生命工学部事務室	事務長	事務局

1. 4. 事業の流れ

本事業は以下のような流れにて実施された。

(1) 避難経路の調査

① アンケート調査

住民の避難意識、防災・避難に対する備え、平素想定している避難経路等について、アンケート調査を、今津地区全域に実施する。

② 災害時経路不通リスク推定

抽出された避難経路に隣接する建造物の倒壊やそれが道路を封鎖する可能性、火災及び延焼の可能性についてアンケート、人口分布、避難時間シミュレーション、航空写真等の調査を行い、調査に基づいたリスクマップの作成を行う。

③ 実地避難経路調査・複合的避難阻害要因実地調査

通常避難時や、避難路不通・停電等の避難阻害要因があった場合の避難時の避難者の迷い行動について、福山大学学生をターゲットに調査・分析を行う。

④ 体育館環境調査

避難時の集合場所である小学校体育館について、夏・冬の温度環境の調査を行う。

(2) 模擬避難の実施

夜間の地震発生、停電、避難経路不通といった複合的避難困難要因が発生した最悪の状況を想定した模擬避難を小学校児童に対して実施し、避難の困難性、備えの重要性について教育すると共に、避難に関する課題を抽出する。

(3) 避難に関する課題抽出、対策モデルの策定

模擬避難や各種調査により抽出した、災害の発生時の避難に対する課題について発想法を適用して改善モデルを検討し、提案する。

実施日程

実施時期	実施事項
8月2日	第1回協議会
9月	実地避難経路調査（アンケート作成）
10月	実地避難経路調査（アンケート配布・回収）
11月～12月	実地避難経路調査（アンケート解析）
10月～11月	避難経路リスク実地調査
11月～1月	リスクを加味した避難行動実地調査
10月～1月	避難経路リスクのマップ作成
8月、1月	避難所（体育館の温度環境調査）
12月	課題抽出・対策モデル策定会議の開催
1月～2月	調査結果報告会の開催
2月	第2回協議会

2. 事業内容

2. 1. アンケート調査

2. 1. 1. アンケート設問の策定

防災意識等を的確に調査するため、アンケートの設問自体を策定する必要があった。福山大学の教員（下記の5名）の討議により、アンケートの設問を策定した。策定では、設問の理解のしやすさ、回答のしやすさも重視した。

伊澤 康一（福山大学工学部建築学科・講師）
金子 邦彦（福山大学工学部情報工学科・教授）
仲嶋 一（福山大学工学部スマートシステム学科・教授）
中道 上（福山大学工学部情報工学科・准教授）
山田 明（福山大学工学部建築学科・准教授）

設問の一部は、「おおさかQネット第6回アンケート」(<http://www.pref.osaka.lg.jp/kikaku/mr/qnet6.html>)の設問を参考・引用利用しており、その利用許諾は大阪府企画室から2016年8月3日に取得済みである。設問の一部は、国土交通省東北地方整備局能代河川国道事務所作成「水害時の避難行動に関するアンケート」(<http://www.thr.mlit.go.jp/noshiro/kasen/sougouchisui/siryou01.pdf>)の設問を参考・改変利用しており、改変を含む利用許諾は同所調査第一課から2016年8月4日に取得済みである。

2. 1. 2. アンケート設問

アンケートは下の通り、全19問。複数自由選択形式を基本とする。

◆最初に、あなたが、お住まいの場所についてお尋ねします。

地域の実情に応じたきめ細かな防災対策の立案などに使います。

当てはまるものに丸を付け、四角内にご記入ください

- | | | |
|-----------|----|---|
| 1. 矢捨自治会 | 班 | |
| 2. 駅前自治会 | 常会 | |
| 3. 長波自治会 | 地区 | |
| 4. 東町内会 | 常会 | |
| 5. 中自治会 | 常会 | 班 |
| 6. 西自治会 | 常会 | |
| 7. 南今津自治会 | 班 | |

それぞれの質問で、「当てはまる」と思うものすべてに、丸を付けてください。

1. あなたがお住まいの地域で、「特に注意すべき」とお考えになる災害は何ですか？

- | | | | | | | |
|-------|----|-------|------------|-------|--------|-------|
| 気象災害 | 雨 | ①河川洪水 | ②排水用の水路の氾濫 | ③斜面崩壊 | ④土石流 | ⑤地すべり |
| | 雪 | ⑥降積雪 | ⑦ひょう | ⑧霜 | | |
| | 風 | ⑨強風 | ⑩たつ巻 | ⑪高潮 | ⑫波浪 | ⑬海岸侵食 |
| | 雷 | ⑭落雷 | ⑮森林火災 | | | |
| | 気候 | ⑯干ばつ | ⑰冷夏 | | | |
| 地震・津波 | | ⑱地盤震動 | ⑲液状化 | ⑳斜面崩壊 | ㉑岩屑なだれ | |
| | | ㉒津波 | ㉓地震火災 | | | |

2. 災害への備えについてお尋ねします。

1. 非常時に必要な物（食料や水、懐中電灯、救急セット、携帯ラジオなど）を用意している。
2. 就寝位置の変更や家具の固定など生活上の配慮をしている。
3. 住まいの耐震対策（耐震診断・改修）をしている。
4. 地域で実施される防災活動（消火訓練・避難訓練など）に参加したことがある。
5. 特別なことは何もしていない。
6. その他（)

3. あなたは、今まで避難勧告などの情報を何から知ることが多かったですか？

1. テレビ・ラジオ
2. インターネット（パソコンなど）
3. 携帯電話
4. 広報車・防災行政無線
5. 市の職員や警察官などの行政
6. 消防団員や町内会などの地域団体
7. 家族や知人
8. その他（)

4. 津波警報を知りました。まずは、どのように行動しますか？

1. 浸水想定区域外の高台などへすぐに避難する
2. 福山は安全だから避難しない
3. とりあえず様子を見て周りが避難していたら自分も避難する
4. 階上に避難する
5. 貴重品を収集してから避難する
6. その他（)

5. あなたが避難を始めるきっかけは何になると予想しますか？

1. 生命の危険を感じたとき
2. 避難勧告を聞いたとき
3. 避難指示を聞いたとき
4. 家族や知人に勧められたとき
5. 市の職員や警察官に勧められたとき
6. 消防団員や町内会に勧められたとき
7. その他（)

6. 近隣の避難場所や避難所をご存知ですか？

1. 知っている
2. 知らない
3. どちらとも言えない

7. 6で「1. 知っている」とお答えの方にのみお尋ねします。津波警報での自主避難で避難する、避難場所や避難所を決めていますか？

1. 決めている
2. 決めていない
3. どちらとも言えない

8. 6で「1. 決めている」とお答えの方にのみお尋ねします。津波警報での自主避難での、避難場所や避難所はどこに決めていますか？ 具体的な地名、施設名などをお書きください。

最初の避難場所
()

しばらく避難生活を続けるための避難所
()

9. あなたが避難したくても、避難できない理由として予想されるものは何ですか？

1. 避難する余裕がなかったから
2. 荷物をまとめることなどに時間がかかり機会を逃したから
3. 災害情報を知らなかったから

4. 何とかなると思ったから
5. 避難の方が危険だと思ったから
6. 避難が必要なほど大きな災害ではないと思ったから
7. 避難勧告・避難指示が出ていることを知らなかったから
8. 避難先や避難経路が分からなかったから
9. 家族が帰らず、その家族が帰るのを待っていたから
10. 子供・お年寄り・ご病気の方などの要配慮者がいて、避難するのが大変だったから
11. 体力に自信がなく、悪天候の中を避難できなかったから
12. 家財が気になって避難できなかったから
13. 身の危険を感じなかったから
14. 避難所まで行こうとしたが危険なので戻ったから
15. その他 ()

10. 複数人でご一緒にお住まいの方にのみお尋ねします。ご一緒にお住いの方の中に、子供・お年寄り・ご病気の方など、要配慮者は居られますか？

1. 居る
2. 居ない
3. どちらとも言えない

11. 10で「1. 居る」とお答えの方にのみお尋ねします。居られる場合、どのような状況でしょうか？ 差支えない範囲でお答えください。

12. 複数人でご一緒にお住まいの方にのみお尋ねします。災害で避難するときの避難経路について、ご一緒にお住まいのご家族などと相談していますか？

1. 相談している
2. 相談していない
3. どちらとも言えない

13. 複数人でご一緒にお住まいの方にのみお尋ねします。災害で避難するときの集合場所を、ご一緒にお住まいのご家族などと相談して決めていますか？

1. 決めている
2. 決めていない
3. どちらとも言えない

14. 複数人でご一緒にお住まいの方にのみお尋ねします。災害時の連絡のとり方を、ご一緒にお住まいのご家族などと決めていますか？

1. 決めている
2. 決めていない
3. どちらとも言えない

15. 災害時の避難について、不安、心配に思うことは何ですか？

1. 事前に避難指示がきちんと来るのか
2. 避難が間に合うのか
3. 避難しているときに事故にあうのではないか
4. 避難で、大切な人を残して避難してしまうこと
5. 避難経路はどうなっているのか
6. 一緒に避難してくれる人が欲しい
7. 避難場所がどこか
8. 避難先で一定期間、生活続けることができるのか
9. その他 ()

16. 過去の災害時に、あなたが欲しかったにもかかわらず、十分には得ることができなかった情報は何か？

1. 災害の程度
2. 自分の家族が避難すべきかどうかという情報
3. 市町村など行政による避難勧告や避難指示
4. 自分の住む地域が大丈夫かどうかという災害予測情報
5. 何に注意して行動したらよいかの指示
6. 自分の住む地域の被害情報
7. 家族や知人の安否情報
8. 避難場所や避難方法など、避難に関する情報
9. 道路・鉄道などの交通情報

- 10. 電気・ガス・水道・電話などに関する情報
- 11. 食事の配給や風呂のサービスなどの生活情報
- 12. その他 ()

17. 防災対策として重要だと思うことは何ですか？

- 1. 災害用品の備蓄
- 2. 避難所設置場所の見直し
- 3. 避難所の運営体制の改善
- 4. 情報伝達体制の改善
- 5. 避難経路や避難所を示した地図の配布
- 6. 地域の自然災害に関する危険度の公表
- 7. 住民への防災教育の徹底
- 8. 地域における防災訓練の推進
- 9. 消防団の育成やその活動の支援
- 10. 被災者の生活応急支援体制の検討
- 11. 被災者の生活再建支援体制の検討
- 12. その他 ()

18. 災害などでの避難など、災害対策について、行政に期待することは何ですか？

- 1. 避難場所や避難所を増やすこと
- 2. 避難場所や避難所についての情報が簡単に得られるようにすること
- 3. 避難所に、水、食料、毛布、布団、目隠し、暖房器具などの生活物資を備蓄すること
- 4. 避難所で、大切な人との連絡が取れるように、自由に使える非常用の携帯電話、公衆電話などを整備すること
- 5. 避難所で、必要な情報がすぐに得られるように、テレビ、ラジオなどが整備されている こと
- 6. 避難所の生活で、プライバシーが保証されていること
- 7. 避難所で、食料や水などの配給を受けて持ち帰ることができるようにすること
- 8. 避難している時に、事故にあわないように、道路、橋、階段などを整備すること
- 9. 夜間の避難が安全にできるように、街灯、誘導灯を整備すること
- 10. 堤防、水門などの防災設備を強化すること
- 11. 防災や避難に詳しい人材の育成
- 12. 避難誘導訓練を実施すること
- 13. 要配慮者と一般住民と一緒に避難しやすいように、日ごろの地域交流を支援してくれ ること
- 14. 災害などに関する講習会を実施すること
- 15. その他 ()

19. お住まいの住宅の耐震性についてお尋ねします

- (1) 今お住まいの住宅への地震被害について、どのように考えていますか？
 - 1. 自分は大きな地震には遭遇しない（生きている間には大地震はない）と思う。
 - 2. 大きな地震が発生するかもしれないが、自分の家は大丈夫だと思う。
 - 3. 大きな地震が発生した場合、自分の家は多少は被害を受けると思う。
 - 4. 大きな地震が発生した場合、自分の家はかなり被害を受けると思っている。
 - 5. その他 ()
- (2) あなたのお住まいは、次のうちどれですか？
 - 1. 木造一戸建住宅
 - 2. 木造共同住宅（長屋含む）
 - 3. 木造以外の一戸建住宅
 - 4. 木造以外の共同住宅
 - 5. その他 ()
- (3) あなたのお住まいはいつ頃建てられたものですか？
 - 1. 昭和56年5月以前

2. 昭和 56 年 6 月以降～平成 12 年 5 月以前
3. 平成 12 年 6 月以降
4. わからない

(4) あなたのお住まいのリフォーム歴，耐震診断の実施についてお尋ねします。

1. リフォーム歴があるが，そのときに専門家による耐震性の検討を実施し，耐震性は確保されている。
2. リフォーム歴があるが，そのときに耐震性の検討はしなかった。
3. すでに耐震診断を実施し，耐震補強もしている。
4. すでに耐震診断を実施し，耐震補強の必要はないことを確認した。
5. すでに耐震診断は実施したが，その後の対策を行っていない。
6. 耐震診断の必要性を感じているが，耐震診断は実施していない。
7. 耐震診断の必要性を感じていない。
8. わからない
9. その他 ()

◆ 追加の質問

(1) お住まいの場所から一番近い場所を選び，○を付けてください。

1. 今津公民館
2. 高諸神社

(2) (1) でご回答の場所から今津小学校へ避難するとき，どのような経路で避難しますか？ 下の地図にご記入ください。



①-3. アンケート調査の実施

福山市総務局総務部危機管理防災課，今津学区自治会連合会，今津公民館の協賛およびご協力を得て，アンケートを実施。

アンケートの形式： 匿名による書面でのアンケート調査

アンケートの書式： A3 版 4 ページ

アンケートの配布，回収： 今津地区全域の自治会員を対象に全戸配布

実施結果概要： 9 月末に自治会員 1,527 軒に配布頂き、10 月末に 703 部を回収。回収率 46%。
今津学区自治会連合会の協力を得て，配布および回収は当会が実施。

2. 1. 4. アンケート集計結果

結果は次の通り。それぞれの集計結果を表で示すとともに、「その他」等の記入内容を転記している（ただし、同一記載は1つにまとめた）。

◆最初に、あなたが、お住まいの場所についてお尋ねします。

1. 矢捨	2. 駅前	3. 長波	4. 東	5. 中	6. 西	7. 南今津
68	89	106	147	114	154	25

1. あなたがお住まいの地域で、「特に注意すべき」とお考えになる災害は何ですか？

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
438	289	137	40	67	130	31	29	367	142	57	12	10	302	30	133	64	310	83	140	16	198	304

2. 災害への備えについてお尋ねします。

1	2	3	4	5
249	120	74	308	286

一時用意していても日常使っていないものまじり
バラバラになる

1としましたが、主に非常食のみ(特に)

(欄外：薬)

高齢者が多いのでその時にならないとわからない

その都度、衣類等簡単な荷物をカバンに用意する
家具の固定するものはいくらかあるが、リビングの
家具が高すぎてそれを使っていないので心配。

少しのみ①

災害に付いて考えつかない

3. あなたは、今まで避難勧告などの情報を何から知ることが多かったですか？

1	2	3	4	5	6	7
546	68	377	42	11	59	43

今迄に避難勧告、指示を受けた記憶がない

ケイタイ

避難勧告なし

のみ

通信販売

市の広報車の放送は車の早さで極一部しか聞き取れ
ません。

ナシ

4. 津波警報を知りました。まずは、どのように行動しますか？

1	2	3	4	5
311	17	249	133	109

勤務中は市役所からの指示で行動する。

独自の判断

住居が高台のため非難する。

海拔 30m 避難しない

自宅：情報により判断、自宅外：高台へ避難

状況に応じ、階上か、高台に避難する。

情報を見てから避難するか判断する

情報を知り、行動する

"すぐ近くに 4 階建てのビルがあるので、そこに避難
させてもらう(10m 以内)

(4 欄外)イヌ、ネコが複数頭いるので 2 階ロフトに屋
根へ"

津波が来ない高いところに居る (住宅)

自分の家は高い所にあるから津波のことは心配でな
い

家が高台なので何もしない

さらに情報を得て対応します。

ここが高い所だと思う

想定されている津波潮位 (3m) より高台に居位

津波到達時間を把握し、その時間によって 5, 1 等
の対応する

学生マンションに避難する

老人で避難は難しい

老人、ペットがいるので避難しません

津波の程度の情報を確認して行動を決める

訓練で指定されている場所へ避難

のみ

海拔 5 m 以上の為、様子を見る。

発生源を確認

5. あなたが避難を始めるきっかけは何になると予想しますか？

1	2	3	4	5	6
321	229	258	86	73	171

今までに経験したことがない

津波より地震のゆれの恐怖が大きい

地震の大きさはインターネット、NHK の情報を知
り行動する

ニュース等の情報

津波の経験無し

自分の判断

。

6. 近隣の避難場所や避難所をご存知ですか？

1	2	3
501	98	66

7. 6で「1. 知っている」とお答えの方にのみお尋ねします。津波警報での自主避難で避難する、避難場所や避難所を決めていますか？

1	2	3
355	121	58

8. 6で「1. 決めている」とお答えの方にのみお尋ねします。津波警報での自主避難での、避難場所や避難所はどこに決めていますか？ 具体的な地名、施設名などをお書きください。

最初の避難場所

大成館中学校
動かない
今津小学校
矢捨会館
大成館中学
家の前のビル
高い場所。車が通る場所。
大成館中学校と家族で決めている
大成館中学校と決めている
大成館
駅前公民館
松永支所
ゆうゆう今津駐車場※状況を見て
ゆうゆう今津建物の2階に避難する
場合もある
宮西コミュニティー
近くにあるできるだけ高い場所
大明神社 八幡神社 大成館中学
大成館中学 大明神社 八幡神社
宮西コミュニティー
大成館中学校か八幡神社
駅前大明神社 大成館中学 八幡
さま
中学
大成館中学校、今津小学校
福山市立大成館中学校
大成館(避難所ではないが)
今津小学校より今津公民館の方が
近い
二階
大成館中グラウンド
善性寺
長波公園
今津小

高台なので避難の必要なし
お寺
善性寺、今津小学校
今津小学校、善性寺
公民館裏の運動場
福山市立今津小学校
今津小学校(橋が渡れた場合)
今津公民館、今津小学校
大成館中学からの高台
高い場所
ビル
寺
3階建てのビル
大成館中
高台(バイパス道路)
今津公民館
高台、今津小学校
大成館中、ローズ東村
今津小学校(状況による)
尾道市西藤
薬師寺
枝広マンション
国道2号線の高い所
西部市民センター、大成館中学
松永支所、今津公民館、今津小学校
薬師寺
今津、高台、神社
今津小学校、薬師寺
山のほう(今小へ)
今津町薬師寺
薬師寺→学校(今津)
今津墓園の高舎
薬師寺の境台
薬師寺→今津小学校

公民館
小学校
薬師寺、高諸神社
松中
町内会で決めている所
地震時一近くの駐車場。津波時一
近くの高台。
福山市今津町薬師寺
薬師寺・今津公民館
薬師寺駐車場
薬師寺か今津小学校
今津運動場(グラウンド)
高諸神社
王子丸公園
蓮華寺
今小
王子さん
津波の時は今津小学校、地震の時
は今津公民館又は?会館
今津墓苑
高台に住んで居ります
松永バイパス側道
今津墓所
災害によって考える。
今津小学校へと思っていますが
(年を取って来ますし)
王子丸、福祉広場
旧今津小学校
薬師寺(時間に余裕があり可能なら
今津小)
南今津小学校
一次薬師寺 今津小学校
今津公民館横のグラウンド

しばらく避難生活を続けるための避難所

ナシ
大成館中学校
1
大成館中学校か今津小学校
矢捨会館
未定
体育館
今津小学校
決めていない
矢捨会館でも、実家でも
今津公民館
松永支所
市の指定場所
大成館中学
大成館中学校あたりしかない
今津 PA

福山市立大成館中学校
同じ
最初の場所
学校の体育館
善性寺
同上
最初の避難場所かな?
市が定めた避難場所
〃
福山市立今津小学校
本家(少し高台に有る為)
神村
まだ決めていない
大成館中
その時考える
尾道市西藤

わからない
自分の畑の倉庫
今津公民館?
松永支所、今津公民館、今津小
学校
今津小
ない
その時の状況を見て決める
決めてない
今津神社
松中
今津公民館、今津小学校
市の指定の場所
親類
無し
今津小学校体育館

今小又は？会館
？
大阪

生活用品が有る所
小学校及び公民館
今小体育館

松永小学校 or 西部市民センタ
ー

9. あなたが避難したくても、避難できない理由として予想されるものは何ですか？

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
131	49	114	125	112	199	116	27	71	113	83	18	97	61

介護の必要な家族がいて、自分が避難するのに精いっぱいの人に、なかなか助けは求められない町がシャッター通りになって老人ばかりの老人街は助ける人より助けられる方の人間が多い(欄外)河川は危険大
避難の経験無し
避難所まで急坂道
全て予想されると思う(予想だから猫、犬をそのままにしていけない
夜間だから
○のみ
避難場所が高いところにあり不便

犬がいるため
夜、コンタクトをしていない
体調不良のため動くことが不可能
ペット
ペットがたくさん居る
暗く足元が悪い
いびきをかくので、人に迷惑をかけるので。
災害により避難が良いか家にいる方が良いか
今津の西の人の避難所を知りません？
ペットがいるから
子供が学校へ行っていた場合、子供のことが心配。
家から避難所まで距離がある 約2.5km

10. 複数人でご一緒にお住まいの方の方にのみお尋ねします。ご一緒にお住いの方の中に、子供・お年寄り・ご病気の方など、要配慮者は居られますか？

1	2	3
278	236	32

11. 10で「1. 居る」とお答えの方の方にのみお尋ねします。居られる場合、どのような状況でしょうか？ 差支えない範囲でお答えください。

携帯お知らせ通知
小さい子供がいる
歩くとき皆と同じようにさっと出来ないこと。
老人1名、子供2名、孫3名
老人
足、腰が悪く避難場所にいけない。
高齢者がいる、足が悪い
子供が今津保育所に通っており、津波の場合、非常に心配
高齢なので歩行困難
認知症
介護5で、自分の力では何もできません。車椅子に乗せるにも大変です。消防とか警察で助け出して頂ければ支援を受けると思いますが、ご近所の方も自分のことで精いっぱいです。だから、なかなか無理は言えません。高台への避難ですから、車椅子を押して逃げることもしんどいです。
子ども 0歳児 2歳児
下肢不自由で車イス生活者。人工関節で歩行不安な者
孫2人 3才女 5才男
高齢者 要介護者
88歳の認知症男子同居しています年寄り(自力で歩ける)
子供
病気持ちの病人がいる
独居老人もあんがい多い。病気その他が複数あったりして逃げる気が乏しい人も多い。
子ども
まだ歩けるので避難できると思う
単独での歩行困難

足が不自由で歩く事が難しい
足が悪いので歩くのが、時間がかかる
乗用車はないしシルバーカー押しながら、ゆっくりと平坦地を歩くのがやっとのことである。しかも、長い距離、坂道は大変困難である(自宅から大成館中学校まで)。
孫1人と同居している。高2年生の男子
母、自分では非難することが出来ない。高齢の為
幼稚園児が一人
年寄りでも歩いて避難することが出来る
高齢者
5才の幼児がおります
年寄りは足が少し不自由だが自分で歩ける
小学生が一人
年寄り、小さい子供が居る
足腰はまだ大丈夫
小学生1人、保育所児2人
肺気腫(酸素ボンベを使用している)
歩くのが困難
小学生の児童3人
特に1人で何も出来ないとかは無いが、年寄りなので
高齢者がいます(元気で自分のことは出来ます)
歩行困難
歩くのが遅い
老人2人です
1歳未満の赤ちゃん
足、腰が不自由

年寄(75歳)で車いす
娘が近くおるのでカイトイで若者も働いているのでイザの時はどうなるかわからない
体力的によわい人が!1人で避難はむり
歩行が困難
若い人もおれば学校に行っている人、仕事に行っている人、皆そろることがなかなかない(夜しか)
少し足が悪い人が居る
夫婦・高齢で私は89歳、妻は84歳です。二人とも歩行困難です。
足、腰がすごく弱くなっている
ので
足が悪いので、早く避難することができないと思う
二人共高齢者
足が悪くて杖なしで歩けない。体力がない。
視力障害
ほぼ歩けない状態
高齢者で足が悪い
小学生
避難所まで行くのが自信がない
小学生2名
歩行不能
車いす
1
子供が小さい
小学生(2年、5年)、70才以上2人
歩行困難、要介護
障害
車いすの生活をしている
足腰が弱くなり耳が遠くなっている

るので1人では避難できない
 父母共に歩行困難
 年寄りは二人意図も歩いて避難できる状態
 足が悪い
 車いすで生活しており、自分で動けない
 足の痛い年寄りなので素早い非難はできない。避難に時間がかかると思う。昼間は一人なので、その時間に災害が起きたらどうなるか心配だ
 幼児
 86歳男性
 小学生2名
 子供が3人
 子供が小さい。年寄りがいる
 自力で遠くまでは歩けない
 電動カーの移動。歩くのは無理
 二人とも後期高齢者
 高齢で介護4
 二人とも70才を越えていますが病気ではありません
 高齢者、歩行不能
 身体障害者
 3才の子供2人
 身体が不自由な人がいる
 足が悪いので急いで歩くのが難しい
 しっかり歩けないので心配
 手足など身体が弱ってきている
 年寄りが居る
 子供3人
 現在入院中
 車いす生活
 家族の者に体力に自信がなく避難場所まで歩行に時間を要する
 足腰が悪く、病気がちで他人に迷惑をかける。遠くへはいけない。寝たきりで1人で何もできない。すべて介護。
 一人では全く行動できない
 歩くのに少し時間がかかる
 生後7か月の赤ちゃんがいます。
 持ち物(赤ちゃん用品)の準備も大変ですし、大雨や強風では外へ出るほうが危険だと思っています。
 子供が0才

"膝が悪くて歩くのが困難
 心臓に持病がある"
 歩行できない
 高齢者のため
 通院中である
 70歳以上、障害者
 幼児がいる
 子供、年寄り
 高齢者、足腰弱い
 一人で歩くことが困難なので手助けがないと移動出来ない
 要介護 5
 日中、1人で年寄りがいる
 高齢で足が弱っている為、動くのに時間がかかる。
 健康な年寄り
 未就学児
 小さな子供がいる
 子供は歩ける、年寄りも歩けるが悪天候の中長く歩くのは難しい
 6才、4才、1才の子供
 坂道の歩行が困難
 膝が悪いため、歩行に時間がかかる
 現在のところ、自主避難可能
 持病のためゆっくりとしか体を動かせない
 子供がいる
 7人家族ですが、全員では話し合っていない
 足が不自由で
 要介護3の障害者(車いす)
 歩行がゆっくりしかできない状態
 高齢で足が悪く1人で歩けない、年寄り(自分で避難はできる)がいるが、災害があった場合、自分が職場等にいき避難活動にあたらなるといけない為、心配がある。
 5才、7才
 子供、年寄り
 老夫婦
 小さい子供がいる
 子どもが3人
 子供3人(小学生1人、保育所2人)
 小学1年生、保育園児
 子供2人、小学生と保育園児
 歩行がむずかしい
 足腰が一寸不自由だから。

60台ですが
 子供がまだ小さい
 2才の子供
 保育園児だから
 少し足が不自由
 幼児(4才と1才)
 歩行困難な年寄りがいる
 高齢者で歩くのに付添いが必要
 障害者
 子供が小さく目がはなせない
 子供2人、年配者1人
 やや痴ほうあり
 1才と3才の子供
 1人では避難できない
 年寄り
 年寄りが2人居ます。88才、86才。
 0歳児の子どもがいる。夫が不在のことが多い。
 孫、小学生
 3歳の子供
 年を取ったら避難場所までどうして行くか。(足が不自由)
 隣りに孫が居る為、孫と一緒に避難。
 老人で足が悪い
 高齢者、持病あり、杖歩行
 高齢で足腰が弱く、歩行困難
 現在のところ大丈夫
 足の不自由な91才になる年寄りが居るから。
 ①視力のおとろえ、②足のおとろえ
 高齢者がいる
 足腰が弱く家の近くだけで居ます
 子供がいる。
 小さな子どもを連れ(おんぶして)
 その上に荷物を持って今津小まで避難できるか不安。
 小学1年生
 小さな子がいる。年寄りは足がわるい
 祖父母、息子、孫
 幼児(2歳)
 小さい子供で牛乳を飲みたがる犬
 祖父母、子、孫
 乳児、幼児がいます

12. 複数人でご一緒にお住まいの方にのみお尋ねします。災害で避難するときの避難経路について、ご一緒にお住まいのご家族などと相談していますか？

1	2	3
195	243	89

13. 複数人でご一緒にお住まいの方にのみお尋ねします。災害で避難するときの集合場所を、ご一緒にお住まいのご家族などと相談して決めていますか？

1	2	3
210	235	84

14. 複数人でご一緒にお住まいの方にのみお尋ねします。災害時の連絡のとり方を、ご一緒にお住まいのご家族などと決めていますか？

1	2	3
132	299	83

15. 災害時の避難について、不安、心配に思うことは何ですか？

1	2	3	4	5	6	7	8
340	263	89	113	106	62	55	262

避難先の備蓄 水その他あやふやで話し合ってもはっきりした方針がない
ライフラインの確保
昼間か夜間によって家族が一緒か別の場所（外出、会社）にいるかによって状況が違うこと
その時にならないとわからない
全ての問題に心配有り道が悪い
全く心配していない
小学生の子供と別々の場所での災害時、子供の状況がわからないことだけが不安。

動物がいる
避難場所が遠い
安全に避難できるか
同居者を支援する人が居ないと避難できない
ペット
家族がバラバラで確認がとれない（時間帯による）
○のみ
生活するのが大変なので避難は○○？
子供 犬は大丈夫か
避難先が安全かどうか？

16. 過去の災害時に、あなたが欲しかったにもかかわらず、十分には得ることができなかった情報は何ですか？

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
133	85	67	160	65	155	58	49	53	87	54

経験なし
未経験
災害の経験がない
今までに避難するような災害を経験していないので必要性を感じなかった
ガス、水道、電気にべったり頼っている生活がいったん災害になった時、どうなるか不安になる。どうすべきか決めておくこと
土のうが欲しかったがどこに行けばあるのかわからなかった
今までに大きな災害にあってい

ない
災害で避難したことがありません
体験がないので分からない
なし
避難経験無し
質問が経験を聞いているので、災害に会っていないので答えられません
災害に現実合っていないのでわからない。すべてに必要性を感じている。
災害経験なし
高齢者は病院に薬をもらいに行

ってくれる人が必要になる
○印のみ
今まで避難せねばならない災害がなかった
今まで災害に会ったことがない
特に大きな災害経験なし
大きな災害経験なし
大した災害もなく、よくわからない
災害の体験が無いので不明
災害がない
災害にあったことがないです
特になし
大災害に被災して経験なし

17. 防災対策として重要だと思うことは何ですか？

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
374	119	74	166	207	204	99	82	38	112	82

コミュニケーション
(欄外)今津公民館はおかしいと思う
(欄外)配布されているが、家庭ですぐ手にとれる場所に置いてあるか...が重要
本郷川の川底の整備
わからない
「災害」といえば地震だけでなく大雨・洪水のほう
が気になる。河川の増水があれば川の側なので、中洲の土砂を除いてほしい。自身の近所の人も皆なだ

が、洪水水害は、河川の近くの住いのものだけが被害を受けやすい。
いかに正確な情報を得られるか
地域に密着した個々の地図（海拔の表示があるのみ。市からのハザードマップは大まかすぎて具体的に解らない）
○のみ
災害時、広報車の放送が風雨で聞こえにくい

18. 災害などでの避難など、災害対策について、行政に期待することは何ですか？

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
130	276	324	210	256	263	168	81	203	134	72	63	83	49

今まで避難した経験がないので何をどうすれば良いかわからないが、2,12は実施する必要があると思う
ペットと一緒に避難可能であること
老人や弱者を支援する活力ある若者の減少に不安を感じる
14の補足→一般的な講習会ではなく、その地域にあった講習会が必要だと思います
高齢者は、足腰が悪く思うように出来ないと思う
正しい情報公開
川洲の土取り

過去の災害の記録の公表をしてほしい。昔の状況が把握できない。30年、40年前に起きた災害は知っておく必要があると思う。
要配慮者が避難生活を行うことができる場所の確保
特になし
同上 No.17と同じ
各家個々での非常食を準備する事は難しい。行政で避難場所単位で備蓄が望まれる。
HUG・DIGを地域（近所）で実施

19. お住まいの住宅の耐震性についてお尋ねします

(1) 今お住まいの住宅への地震被害について、どのように考えていますか？

1	2	3	4
65	63	315	257

裏山がすこし崩れるかな
耐震構造ではないので被害はあると思う。そのため
地震保険に加入している
独居老人で病气持ち。災害くれば家の下じきになっ
て死ねば本望と自殺願望もある
鉄骨ビル(築35年)(3階建て)であるが過去(平成10年
頃)の地震でかべにきれつがたくさん有り、不安です。
1 そう思いたい。
その時になって見ないとわからない

住宅が密集しており、地震火災が発生した時には大
変なことになると思う
過去に備後は大地震に遭遇していないと思う。過去
の歴史的地震を公開し、啓蒙すべき。東北地震で平
安時代に津波が来た事が判った様に
福山市地域は今まで比較的災害が少ない地域だった
が、雨についてはどれだけ振るかわからない。地震
もあまりなかったがわからない。
考えたことがない

(2) あなたのお住まいは、次のうちどれですか？

1	2	3	4
559	10	75	4

1と鉄筋コンクリート住宅
鉄骨
軽量鉄骨2階建て
鉄筋コンクリート造一部鉄骨造
鉄骨造3階建
鉄骨3階建て
鉄筋

鉄筋コンクリート造一戸建住宅
"鉄骨ビル(築35年)(3階建て)
(欄外)リクオーム(鉄骨3階建)し
ましたが..."
鉄筋・鉄骨
(欄外)鉄骨 ALC 耐火構造
軽量鉄骨

鉄筋造一戸建
軽量鉄骨造
鉄骨住宅
軽量鉄骨2階建
軽量鉄骨造り2階建

(3) あなたのお住まいはいつ頃建てられたものですか？

1	2	3	4
346	179	126	18

(4) あなたのお住まいのリフォーム歴、耐震診断の実施についてお尋ねします。

1	2	3	4	5	6	7	8
27	208	24	14	11	252	69	83

先だったものはお金である。金のないものがあれこれ
とできるものではない。
新築時に耐震性を含めた設計を検討、その後は行って
いない
鉄骨造 建物が軽いため耐震性有り
積水ファミエスさんの方から定期的に点検を受けて
いる
最近建てたばかり
1
借家
阪神大震災後の耐震基準のもので建築しているが、

南海トラフ地震の際には「？」と思っている
金がない(耐震診断)
19の5、その他に記載した情報の開示なしにそのよ
うな Action を取る動機付けにならない
耐震対応の建物
新築時耐震対策済
金がないから出来ない
○のみ
リフォームや耐震補強への金額面
鉄骨住宅の耐震構造設計
建築時、耐震診断実

◆ 追加の質問

(1) お住まいの場所から一番近い場所を選び、○を付けてください。

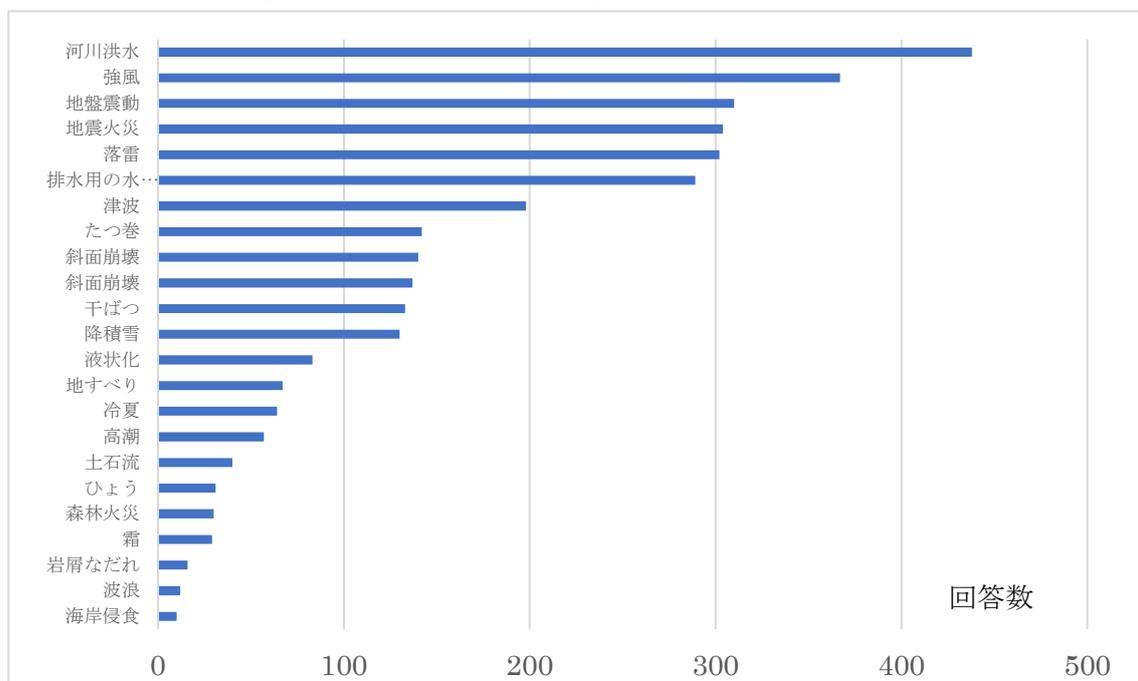
1. 今津公民館
2. 高諸神社

1	2
214	174

2. 1. 5. 集計結果からの考察

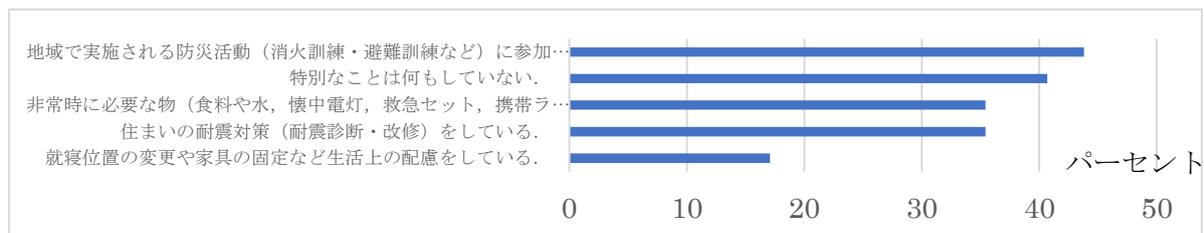
ここでは、主要な設問について、集計結果を棒グラフとして示すとともに、考察を加える。以下、設問番号は「()」の中に書き、設問文は簡略化して転記している。

「(1) 「特に注意すべき」と考えている災害は？」について



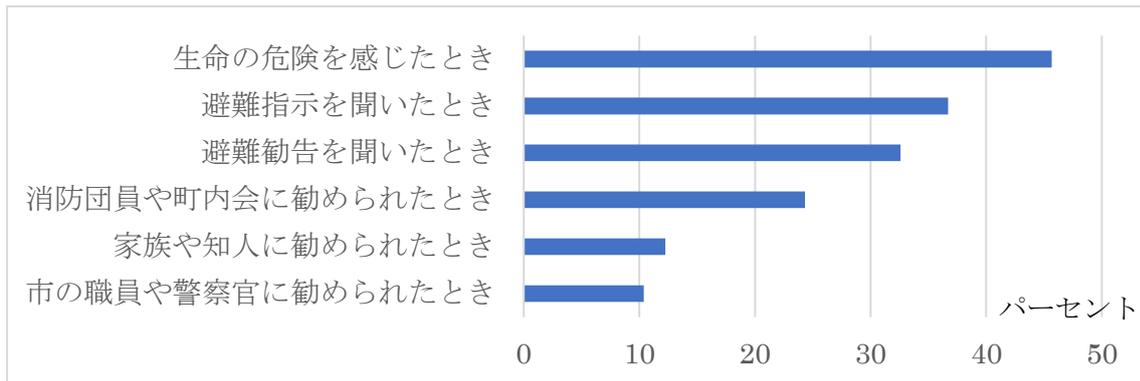
河川洪水、強風、地盤振動、地震火災、落雷、排水用の水路の氾濫などを心配する声が多数あった。雨や地震の心配が多い。昨年の水路の氾濫の記憶も新しい。

「(2) 災害への備えは？」について



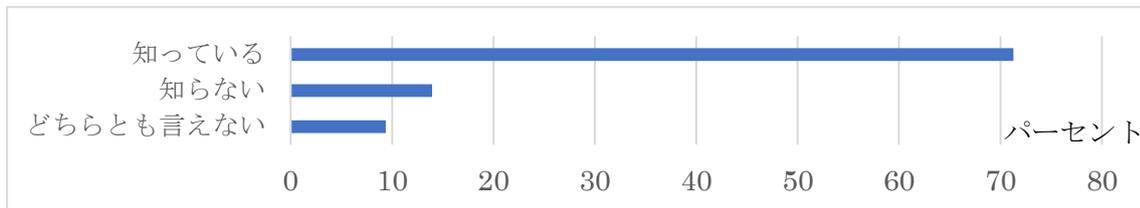
「特に何もしていない」が40パーセントほどある。防災意識のあるかたは、すでに複数の備えを行っている。

「(5) 避難を始めるきっかけは？」について



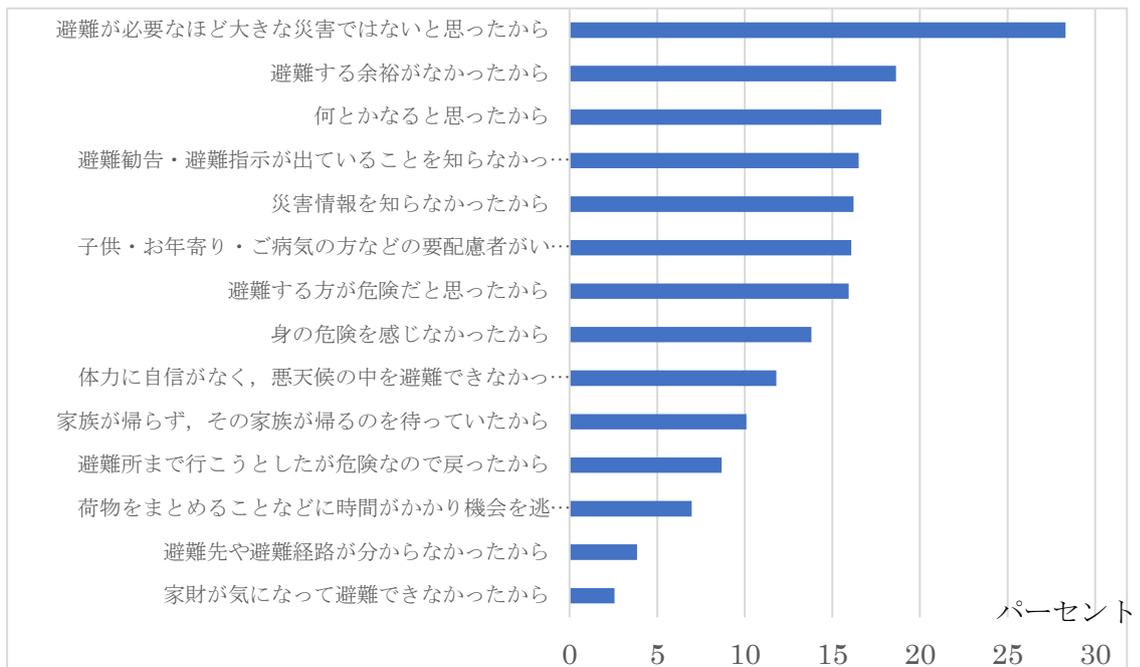
避難するか自分で判断される方が約半数いる。やはり、避難勧告、避難指示、町内会、消防団員、市の職員、警察官、家族、知人からの情報も大事だと裏付けられた。

「(6) 近所の避難場所や避難所をご存じですか？」について



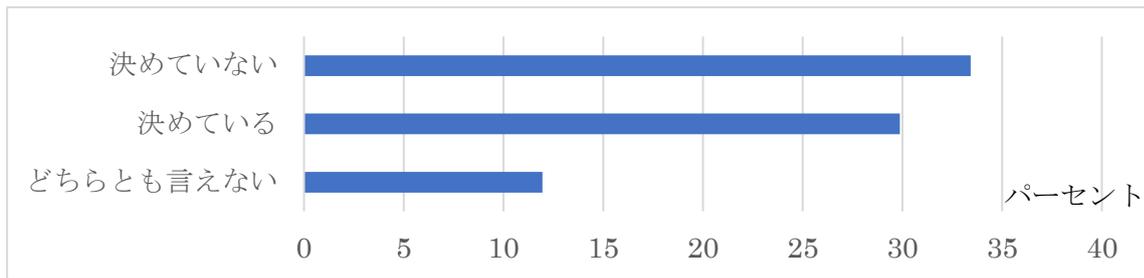
「避難場所や避難所を知っている」と自信を持っておられる方は、70パーセントに留まる。

「(9) 避難したくても避難できない理由」について



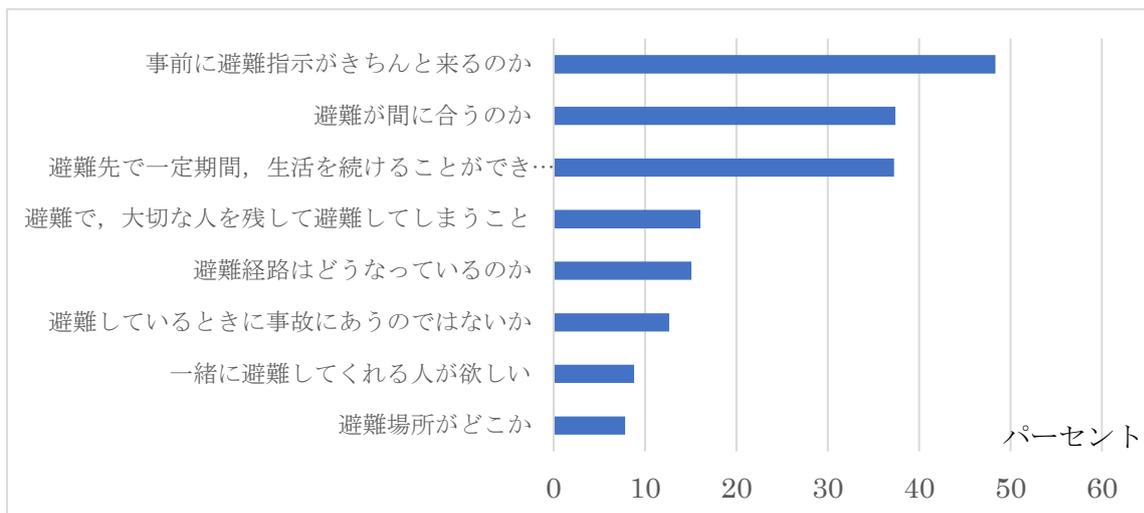
避難すべきかどうかの判断できる情報を心配する声が多数である。「避難が間に合わないのでは」、「子供・お年寄り・ご病気の方などの要配慮者」を心配する声も、それぞれ2割弱である。

「(13) 複数人でご一緒にお住まいの方に、『災害で避難するときの集合場所を、一緒に相談して、決めているか』について



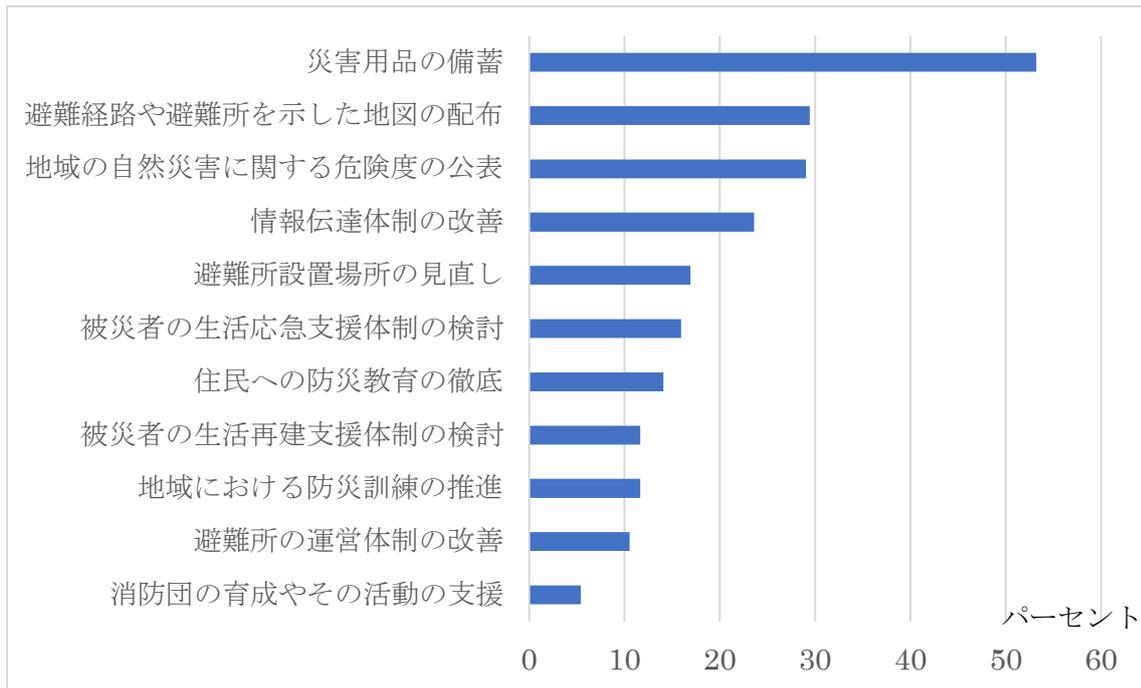
決めている人と決めていない人が分かれました。決めていない人の方が多いというデータが得られた。

「(15) 「災害時の避難について、不安、心配に思うこと」について



「事前に避難指示がきちんとくるのか」、「避難が間に合うのか」が不安、心配という声が多数である。このことは(9)の質問と一致する。今度は「避難先で一定期間、生活を続けること」が不安、心配という意見も多数みられる。

「(17) 防災対策として重要だと思うこと」について



災害用品の備蓄，避難経路や避難所を示した地図の配布，地域の自然災害に対する危険度の広報，情報伝達体制の改善などを望む声が多く確認できた。防災対策への切実な関心をデータとしてみることもできた。

2. 2. 災害時経路不通リスク推定

2. 2. 1. はじめに

地震時に建築物が倒壊したり、火災が発生したりして道路が閉塞されると、避難に支障をきたすだけでなく、救急車・消防車のような緊急車両の進入にも支障をきたす。したがって、市街地における建築物の耐震安全性、および火災発生の可能性を定性的に把握することは、地震防災上重要なことである。

建築物は、建築当時の建築基準法に従って設計・施工されている。他方、建築基準法は度重なって改正されている。したがって、古い建築物は、建築時の建築基準法には適合していても、現在の建築基準法には適合していない場合がある。その中には、地震に対して脆弱な建築物も含まれることは容易に予測されよう。

そのような観点から、市街地にある建築物のうち、地震防災上の危険性がある建築物を検討し、避難時におけるリスクを示すことで、地域の防災力の向上に寄与することを目指す。ここでは、松永地域を取り扱い、まず、避難所分布、人口分布、避難時間シミュレーション等から当該地域の特性を把握する。つぎに、航空写真から各地域の脆弱点の指摘を試みる。さらに、アンケート調査結果を分析し、地域固有の防災上の特性を把握する。

2. 2. 2 福山市松永地域で過去 50 年間に観測された地震

福山市松永町において、過去 50 年間に観測された地震を表 2.2.2.1 に示す^[1]。なお、対象とした地震は最大震度 5 以上とした。

表から、過去 50 年間には 32、30 年間には 29、10 年間には 9 の地震がそれぞれ発生していることがわかるが、中でも過去 10 年間の最大震度は 7 であり、直近には規模の大きな地震が多数発生していることが改めて確認できる。松永町では、2001 年芸予地震時の震度 5 弱を記録しているが、その他は最大でも震度 4 であり、震度 1～3 が大勢を占める。

表 2.2.2.1 福山市松永町で過去 50 年間に観測された地震^[1]

		地震の発生日時	震央地名	緯度	経度	深さ	M	最大震度	検索対象 最大震度
過去 10 年間	1	2016/04/16 01:25:05.4	熊本県熊本地方	32°45.2'N	130°45.7'E	12km	M7.3	7	2
	2	2016/04/14 21:26:34.4	熊本県熊本地方	32°44.5'N	130°48.5'E	11km	M6.5	7	1
	3	2015/07/13 02:52:05.9	大分県南部	32°59.5'N	131°51.3'E	58km	M5.7	5強	2
	4	2015/02/06 10:25:12.4	徳島県南部	33°44.0'N	134°22.2'E	11km	M5.1	5強	2
	5	2014/03/14 02:06:50.8	伊予灘	33°41.5'N	131°53.4'E	78km	M6.2	5強	4
	6	2013/04/13 05:33:17.7	淡路島付近	34°25.1'N	134°49.7'E	15km	M6.3	6弱	2
	7	2011/11/21 19:16:29.5	広島県北部	34°52.3'N	132°53.6'E	12km	M5.4	5弱	3
	8	2011/07/05 19:18:43.4	和歌山県北部	33°59.4'N	135°14.0'E	7km	M5.5	5強	2
	9	2011/03/11 14:46:18.1	三陸沖	38°06.2'N	142°51.6'E	24km	M9.0	7	1
	10	2006/06/12 05:01:24.9	大分県西部	33°08.1'N	131°26.1'E	145km	M6.2	5弱	4
過去 30 年間	11	2006/03/27 11:50:26.3	日向灘	32°36.1'N	132°09.4'E	35km	M5.5	5弱	1
	12	2005/04/20 06:11:26.8	福岡県北西沖	33°40.6'N	130°17.2'E	14km	M5.8	5強	1
	13	2005/03/20 10:53:40.3	福岡県北西沖	33°44.3'N	130°10.5'E	9km	M7.0	6弱	2
	14	2004/09/05 23:57:16.8	三重県南東沖	33°08.2'N	137°08.4'E	44km	M7.4	5弱	2
	15	2004/09/05 19:07:07.5	三重県南東沖	33°01.9'N	136°47.8'E	38km	M7.1	5弱	2
	16	2002/11/04 13:36:00.0	日向灘	32°24.7'N	131°52.1'E	35km	M5.9	5弱	1
	17	2001/03/26 05:40:53.4	安芸灘	34°07.0'N	132°42.5'E	46km	M5.2	5強	3
	18	2001/03/24 15:27:54.5	安芸灘	34°07.9'N	132°41.6'E	46km	M6.7	6弱	5弱
	19	2000/10/31 01:42:52.9	三重県南部	34°17.9'N	136°19.2'E	39km	M5.7	5弱	1
	20	2000/10/08 20:51:17.1	島根県東部	35°22.1'N	133°18.6'E	8km	M5.2	5弱	1
過去 50 年間	21	2000/10/06 13:30:17.9	鳥取県西部	35°16.4'N	133°20.9'E	9km	M7.3	6強	4
	22	1999/08/21 05:33:11.3	和歌山県北部	34°01.8'N	135°28.2'E	66km	M5.6	5弱	1
	23	1997/06/25 18:50:12.7	山口県中部	34°26.4'N	131°39.9'E	8km	M6.6	5強	2
	24	1996/12/03 07:17:58.1	日向灘	31°46.1'N	131°40.8'E	38km	M6.7	5弱	1
	25	1996/10/19 23:44:41.4	日向灘	31°47.9'N	132°00.5'E	34km	M6.9	5弱	2
	26	1995/01/17 05:46:51.8	大阪湾	34°35.9'N	135°02.1'E	16km	M7.3	7	4
	27	1987/03/18 12:36:29.0	日向灘	31°58.4'N	132°03.7'E	48km	M6.6	5	2
	28	1970/07/26 07:41:10.5	日向灘	32°06.1'N	132°01.6'E	20km	M6.7	5	1
	29	1968/08/06 01:17:06.3	豊後水道	33°17.8'N	132°23.5'E	39km	M6.6	5	3
	30	1968/04/01 09:42:04.0	日向灘	32°26.9'N	132°26.2'E	22km	M7.5	5	3
	31	1963/03/27 06:34:39.1	若狭湾	35°48.9'N	135°47.5'E	14km	M6.9	5	3
	32	1946/12/21 04:19:04.1	和歌山県南方沖	32°56.1'N	135°50.9'E	24km	M8.0	5	4

2. 2. 3. 福山市域に予想される地震とその震度

「福山市地域防災計画（地震・津波災害対策編）」^[2]によると、福山市に影響を及ぼす地震として2つの地震が想定されており、福山市内の最大震度とその面積割合はつぎのとおりである。

① 南海トラフ地震：

福山市内の最大震度（面積割合）

6強（2.4%）、6弱（32.8%）、5強（63.6%）、5弱（1.1%）

②長者ヶ原－芳井断層による地震

福山市内の最大震度（面積割合）

7（0.3%）、6強（34.6%）、6弱（47.8%）、5強（17.3%）、5弱（0.1%）

何れの地震においても、福山市内のほとんどの場所において最大震度 5 強以上が予測され、耐震性の低い建物には大破・倒壊の危険性があると言える。松永地域においては、山陽本線以南の松永町および南松永町は明治期以前の干拓地（新涯）のため地盤も軟弱であり、液状化現象も予測される。

また、福山市では「津波ハザードマップ」も公開されている（図 2.2.3.1 参照）³⁾。それによると、山陽本線以南の松永地域においては津波による浸水が予測され、中でも南松永町・高西町南・高西町川尻の浸水は 2～3m であり、周囲の地域よりも浸水深が深いことが確認できる。

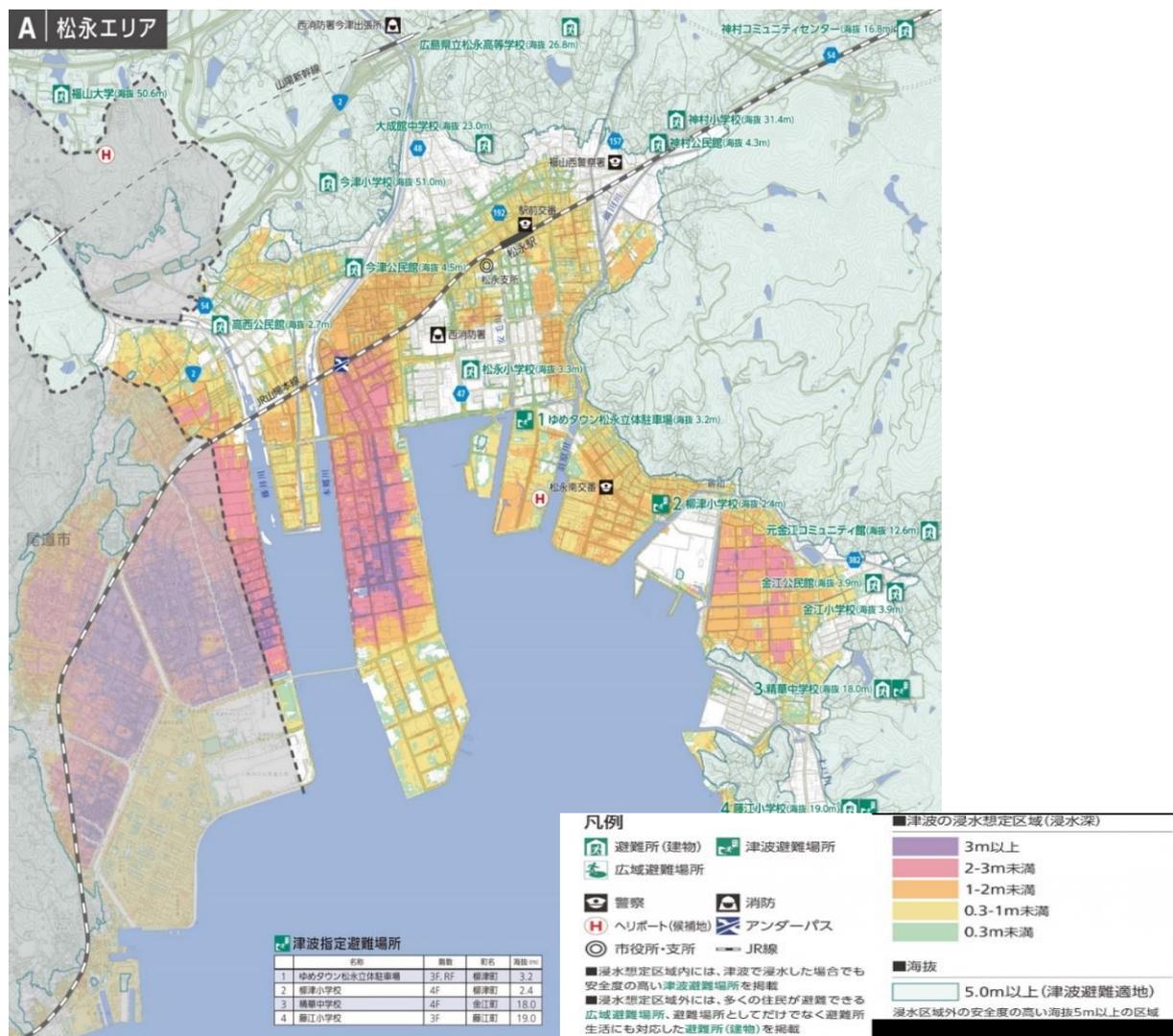


図 2.2.3.1 松永地域の津波による想定浸水深

2. 2. 4. 今津小学校通学区域・JR 松永駅周辺・南松永町における避難・避難リスクの検討

ここでは、今津小学校通学区域（今津町・今津町 2～7 丁目・松永町 1 丁目・高西町・高西町 1～4 丁目・南今津町）、JR 松永駅周辺の松永町 2～4 丁目、津波浸水深が深い南松永町 1～4 丁目を対象に、地震時の避難リスクについて検討する。検討域を図 2.2.4.1 に示す。

（1）人口分布

ここでは、津波避難に直接的に関係する南松永町 1～4 丁目に加え、松永町 1～4 丁目について、人口分布を確認する。

図 2.2.4.2、図 2.2.4.3 にそれぞれ南松永町 1～4 丁目、松永町 1～4 丁目における男女別の年齢別人口分布を示す^[4]。図から、男女別総人口は、南松永町・松永町ともほぼ同数であることが分かる。年齢別人口を見ると、70 歳以上では女性の方がやや多い。子供の人口も大人のその約 1/2～同数である。

南松永町では 1、2 丁目住宅地であるため人口も多いが、3、4 丁目は工場・倉庫等が多いため人口も少ない。松永町では 1 丁目の人口が少ないが、これは面積が小さいことと、駅前で住家が少ないことが考えられる。2～4 丁目は住宅地であるため、人口も多い。男女別人口は松永町と同じ傾向で男女ほぼ同数である。70 歳以上の人口も女性の方がやや多い。全体としては、松永町よりも南松永町の方が、総人口が少ない。

（2）避難施設

表 2.2.4.1 に、検討域（今津小学校通学区域、松永町 2～4 丁目、南松永町 1～4 丁目）の住人が避難すると予想される避難施設一覧を示す^[5]。避難施設の位置は図 2.2.4.1 の①～⑨に示した。地震避難場所には今津小学校、松永小学校、松永中学校のグラウンドが指定されているが、当該地域の住民総人口 8467 人に対して避難所の入所可能人数は 1250 人であり、住民総人口を大きく超過している。

津波避難場所としては今津小学校、松永小学校、松永中学校、ゆめタウン松永店立体駐車場が指定されているが、松永小学校、ゆめタウン松永店は海岸線に近く、海拔も 3m 程度である。夜間であれば、スムーズに施設内に避難することが困難になる可能性もあると思われる。したがって、最も無難な津波避難場所は今津小学校（海拔 51m）と思われる。

（3）避難施設への避難時間

ここでは、津波浸水域である南今津町、南松永町 1～4 丁目から松永中学校、または今津小学校へ避難するとき、および高西町 1 丁目から今津小学校へ避難するときの避難時間について検討する。仮定した出発点と経路を図 2.2.4.4 に示す。

文献[6]によると、普通の速さで歩行した時の人の歩行速度は 83.5m/分とされている。また、文献[7]では、60～80 歳の最高歩行速度は、60 歳以下のその半分まで低下するとされている。そこで、ここでは大人の歩行速度を 80m/分（=4.8km/時）、高齢者のその半分（=2km/時）とする。子供については、年齢によって大人相当であったり高齢者相当であったりすると思われるが、

ここで高齢者と同じく 2km/時と仮定する。

距離と速度から計算した松永中学校、今津小学校までの想定避難時間をそれぞれ表 2.2.4.2、4.3 に示す。表から、人口の多い南松永町 1、2 丁目、さらに今津小学校通学区域の南今津町に限定して言えば、松永中学校までは、高齢者・子供連れであっても 15～30 分で移動が可能であるが、今津小学校までとなると最長で 1 時間半程度を要することになることが分かる。また、避難経路に障害がある場合には、更に時間を要することは容易に予測される。

(4) 避難経路におけるリスクの検討

インターネット等で公開されている航空写真等を用い、避難経路に予測されるリスクを想定する。リスクには、

- ① 大破・倒壊のリスクが予測される古い建築物が密集した地域
- ② 避難経路の閉塞が予測される細い路地が密集した地域
- ③ 火災が予測される材木等が置かれた工場・商店

があると思われ、それらを写真から判別した。その結果は図 2.2.4.4 中に既に示した。図より、旧山陽道沿い、松永町 2 丁目、今津町 4 丁目は①、②に該当し、古い建築物（土壁等の木造住宅）が数多く現存し、隣棟間隔も狭く、細い路地が巡らされ、避難路としては幅員も不十分である。

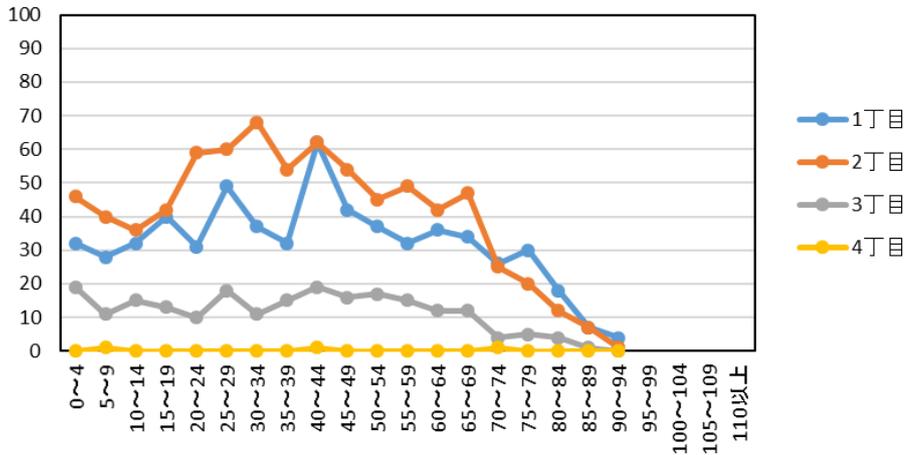
南松永町 1 丁目、2 丁目、および今津町長波、今津町 2～5 丁目には①の古い建築物が密集した地域が見られ、主な避難経路に面しているところもある。これは、この地域が古い住宅地だからであろう。南松永町 3 丁目には②の路地が散見する。ここの人口は少ないものの、地震時の建築物の倒壊によって路地が閉塞された場合、避難経路が塞がれる可能性があると言える。さらに、南松永町 3 丁目、4 丁目には③の材木等が置かれた工場・倉庫が多く、地震後の火災、および北方の住宅への延焼のリスクがある。

ここで注目すべきは、今津小学校以南の住民が今津小学校に避難するときには、旧山陽道沿いの密集市街地を通過しなければならないということである。前述のように、古い木造住宅が密集し、路地が多いことから、住宅の倒壊等が生じた場合には、避難経路が閉塞されることになり、数多くの住民の避難を妨げ得る。



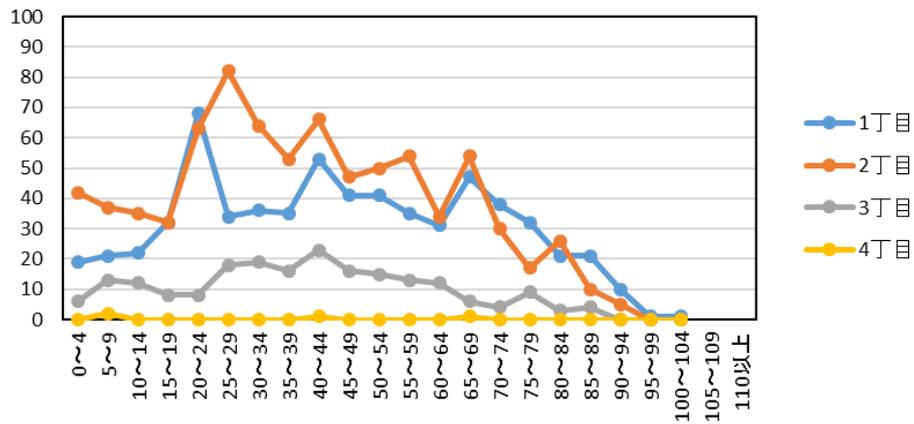
図 2.2.4.1 リスク検討地域

南松永町 1～4丁目 男性人数



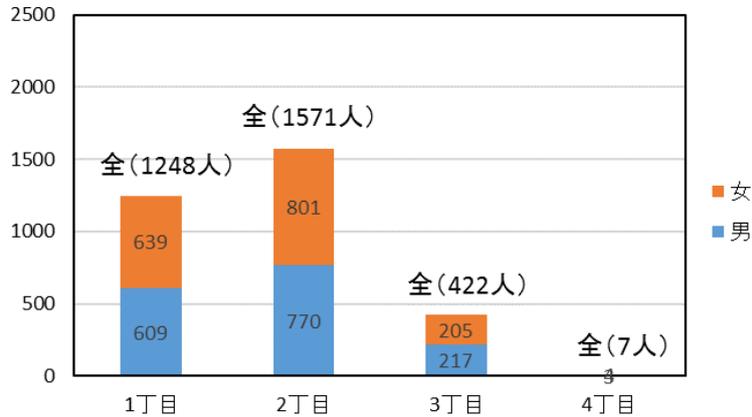
(a)男性の人数構成

南松永町 1～4丁目 女性人数



(b)女性の人数構成

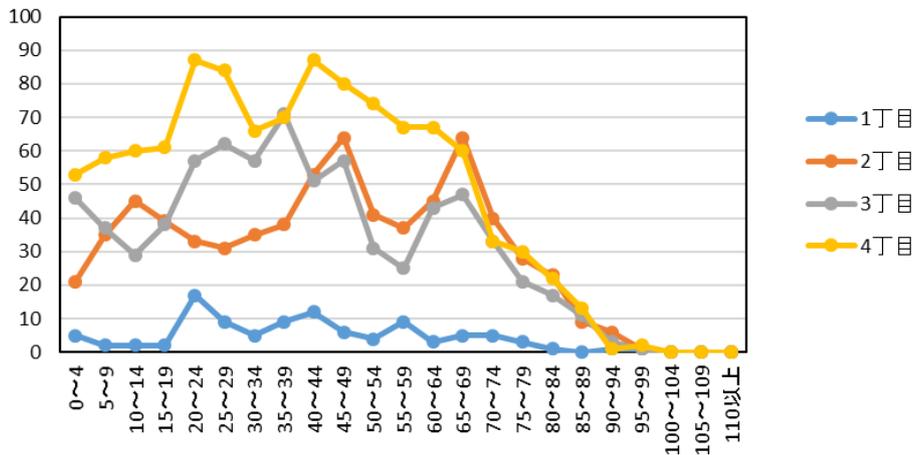
男女 人口総数



(c)男女の総人口数

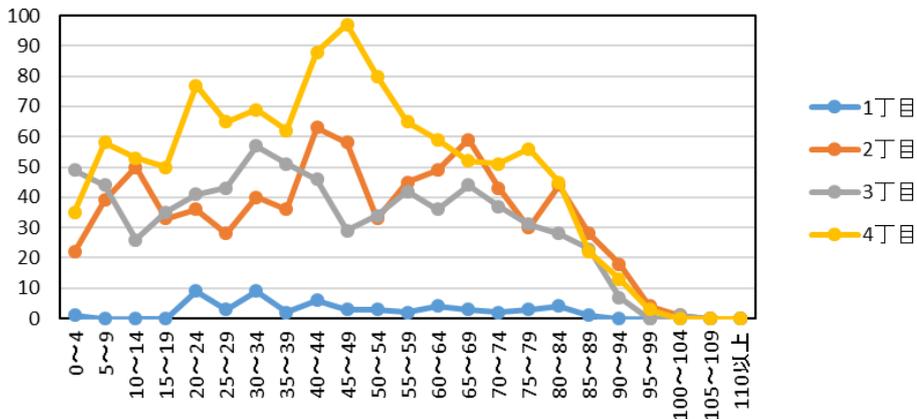
図 2.2.4.2 南松永町の人口構成

松永町 1～4丁目 男性人数



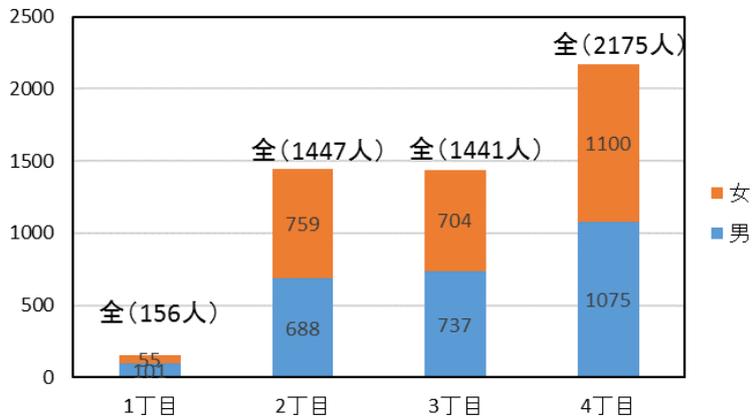
(a)男性の人数構成

松永町 1～4丁目 女性人数



(b)女性の人数構成

男女 人口総数



(c)男女の総人口数

図 2.2.4.3 松永町の人口構成

表 2.2.4.1 今津学区・松永駅南部の避難施設一覧

名称	避難場所				避難所	入所可能人数 (人)	延べ床面積 (m ²)
	土砂	洪水	津波	地震			
	土砂災害警戒区域等の外にある施設	浸水想定区域の外にある施設	浸水想定区域外の広い場所や浸水想定区域内及び周辺の施設等	地震から身を守ることのできる広い場所			
①今津小学校		●施設	●グラウンド	●グラウンド	●施設	396	793
②今津公民館	●施設				●施設	77	154
③松永小学校	●施設	●施設	●グラウンド	●グラウンド	●施設	365	731
④松永中学校	●施設		●施設	●グラウンド	●施設	489	979
⑤松永公民館	●施設				●施設	109	218
⑥松永コミュニティセンター	●施設				●施設	331	663
⑦ゆめタウン松永店立体駐車場			●施設				
⑧高西公民館	●施設				●施設	63	126
⑨高西コミュニティセンター	●施設				●施設	352	704

表 2.2.4.2 南松永町から松永中学校までの避難時間

	歩行速度 (km/時)	出発地			
		南松永町 1丁目	南松永町 2丁目	南松永町 3丁目	南松永町 4丁目
		1.07km	1.60km	2.24km	2.89km
大人	4.8	0:13:22	0:13:15	0:28:00	0:36:08
高齢者・子供	2.0	0:32:06	0:31:48	1:07:12	1:26:42

表 2.2.4.3 今津小学校通学区域・南松永町から今津小学校までの避難時間

	歩行速度 (km/時)	出発地					
		高西町 1丁目	南今津町	南松永町 1丁目	南松永町 2丁目	南松永町 3丁目	南松永町 4丁目
		1.40km	2.36km	2.19km	2.72km	3.39km	4.01km
大人	4.8	0:17:30	0:29:30	0:27:22	0:34:00	0:42:23	0:50:08
高齢者・子供	2.0	0:42:00	1:10:48	1:05:42	1:21:36	1:41:42	2:00:18

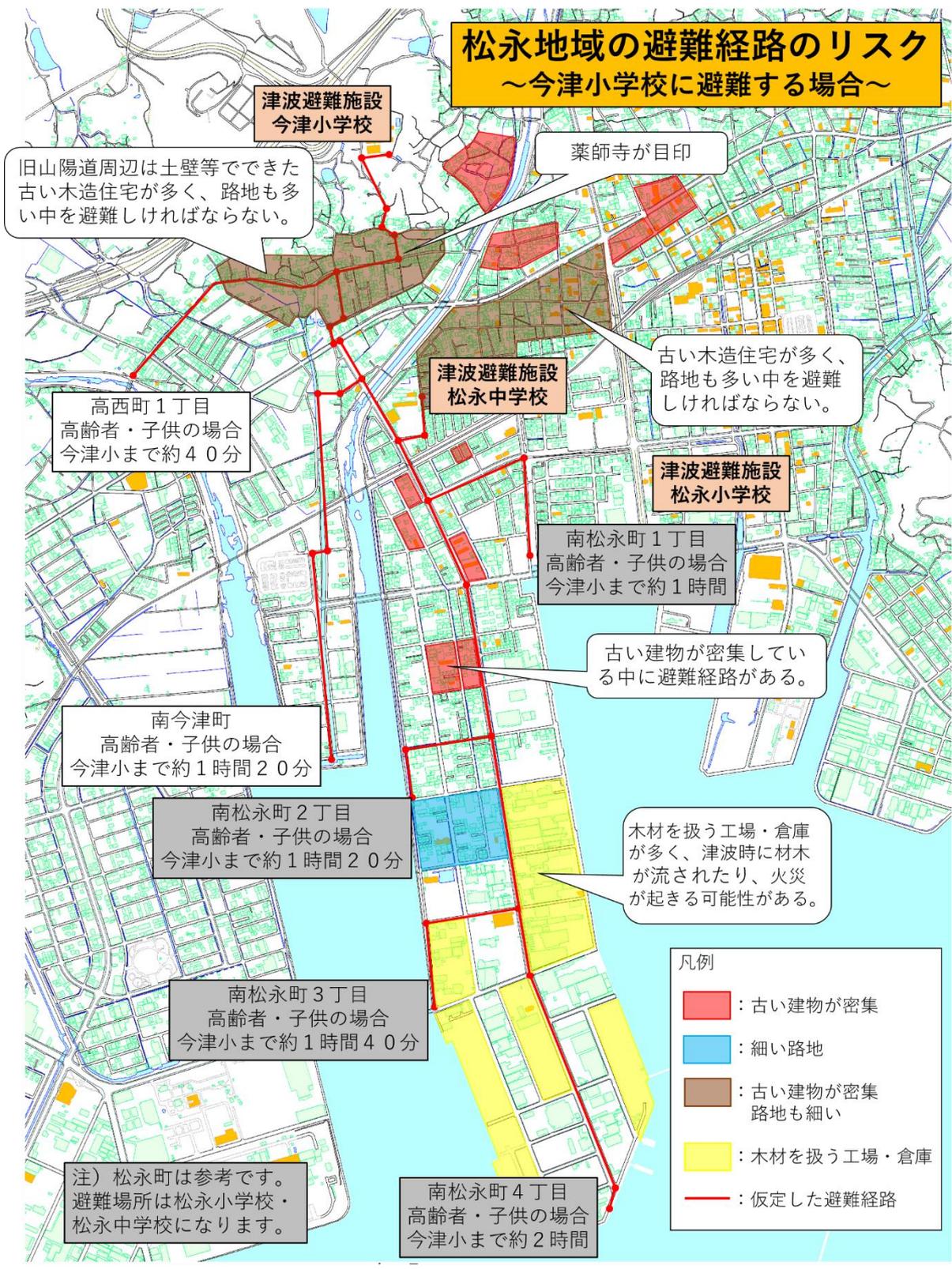


図 2.2.4.4 仮定した避難経路と航空写真から推測されるリスク

2. 2. 5. 住民の耐震意識アンケートによるリスク調査

地元自治会の協力のもと住民アンケートを実施し、地震防災に関するリスクについて検討する。アンケートの回答数は、図 2.2.5.1 に示す矢捨、駅前、長波、東、中、西、南今津学区の 703 世帯である。

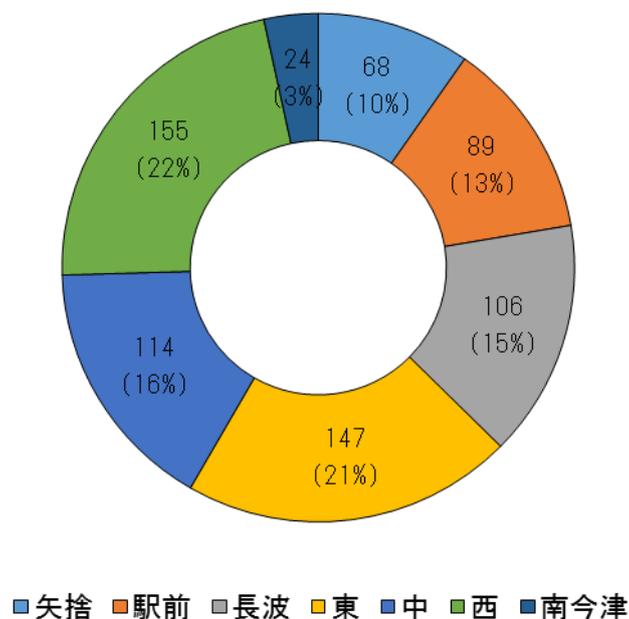


図 2.2.5.1 アンケート調査数の内訳

(1) 住んでいる住家に対する地震被害の意識

住家に対する地震被害について、住民がどのように考え、潜むリスクを把握するためつぎの質問を行った。

設問：今お住まいの住宅への地震被害について、どのように考えていますか？

1. 自分は大きな地震には遭遇しない（生きている間には大地震はない）と思う。
2. 大きな地震が発生するかもしれないが、自分の家は大丈夫だと思う。
3. 大きな地震が発生した場合、自分の家は多少は被害を受けると思う。
4. 大きな地震が発生した場合、自分の家はかなり被害を受けると思っている。
5. その他

回答の一覧を図 2.2.5.2 に示す。図より、地区による回答のばらつきは認められない。大地震には、多少（解答枝 3）～かなり（解答枝 4）の被害を受けると思っている住民が大勢を占めているが、南今津では、多少の被害を受けると思っている住民が多い。これは、後述のように、南今津では新しい住宅が多数を占めているためであると考えられる。

(2) 住宅の構造種別

地震被害の傾向について検討するために、つぎの質問を行った。

設問：あなたのお住まいは、次のうちどれですか？

1. 木造一戸建住宅
2. 木造共同住宅（長屋含む）
3. 木造以外の一戸建住宅
4. 木造以外の共同住宅

回答の一覧を図 2.2.5.3 に示す。図より、駅前と南今津を除くと、ほとんどが木造一戸建て住宅であることが分かり、典型的な住宅街であると言える。駅前と南今津では木造以外の戸建て住宅や共同住宅等がおよそ 1/4 を占めている。このことから、今津学区における地震時被害はほぼ木造住宅の被害でほぼ決定すると言える。

(3) 建築物の耐震性

建築物の地震被害の可能性について検討するために、次の質問を行った。

設問：あなたのお住まいはいつ頃建てられたものですか？

1. 昭和 56 年 5 月以前
2. 昭和 56 年 6 月以降～平成 12 年 5 月以前
3. 平成 12 年 6 月以降
4. わからない

回答の一覧を図 2.2.5.4 に示す。図より、傾向は地区により大きく分かれた。矢捨、長波の古くからの住宅地では昭和 56 年 5 月以前の建築物が多く、全体のおよそ 2/3 を占めている。駅前、東、中、西では約半数が昭和 56 年 5 月以前の建築物である。ところが、南今津では平成 12 年 6 月以降の建築物が約 9 割を占めていた。

昭和 56 年 5 月以前の建築物はいわゆる既存不適格建築物に該当し、耐震設計の観点からも耐震診断の必要があり、所要の耐震性能が確保されていない場合には耐震補強する必要がある。木造住宅の耐震診断・耐震補強の実施が全国的に遅れている実状と照らし合わせると、今津学区においては、とくに、避難路に面した住宅、交差点に面した住宅等を優先的に耐震診断・耐震補強を実施することが望まれる。

(4) 耐震改修の有無

さきのアンケート結果から、今津学区では既存不適格の木造住宅が多数存在することが判明した。そこで、耐震改修の有無と必要性に関する意識について把握するため、つぎの質問を行った。

設問：あなたのお住まいのリフォーム歴、耐震診断の実施についてお尋ねします。

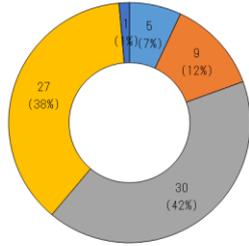
1. リフォーム歴があるが、そのときに専門家による耐震性の検討を実施し、耐震性は確保されている。
2. リフォーム歴があるが、そのときに耐震性の検討はしなかった。
3. すでに耐震診断を実施し、耐震補強もしている。
4. すでに耐震診断を実施し、耐震補強の必要はないことを確認した。
5. すでに耐震診断は実施したが、その後の対策を行っていない。
6. 耐震診断の必要性を感じているが、耐震診断は実施していない。
7. 耐震診断の必要性を感じていない。
8. 分からない
9. その他

この設問のうち、建築物の耐震性に問題ないと判断できるのは回答枝 1、3、4、耐震性の問題を知りつつも対応できていないのは回答枝 5、6、耐震性に関する問題意識が乏しいのは回答枝 2、7である。

回答の一覧を図 2.2.5.5 に示す。図より、耐震性に問題ない住宅（回答枝 1、3、4）はほとんどなく、各地区について数件である。

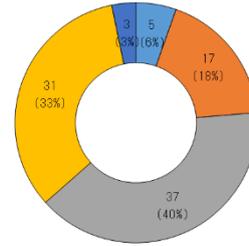
リフォーム歴がある住宅は、各地区について全体の 1/4～1/3 を占めるが耐震診断・改修がなされてない（回答枝 2）。その一方、耐震診断・改修の必要性に関する意識はある（回答枝 5、6）ようで、各地区について全体の 1/3～2/5 を占める。耐震診断・改修の必要性を感じていない（回答枝 7）は各地域について全体の 1/10 程度を占める。

以上のことから、今津学区の建築物（木造住宅）においては、耐震性に問題を抱えながらも、耐震補強等は施されておらず、中地震程度においても被害が生じるリスクがあると言える。



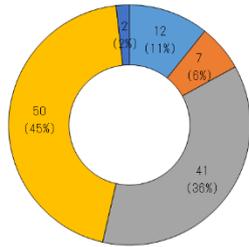
- 1. 自分は大きな地震には遭遇しない（生きている間には大地震はない）と思う。
- 2. 大きな地震が発生するかもしれないが、自分の家は大丈夫だと思う。
- 3. 大きな地震が発生した場合、自分の家は多少は被害を受けると思う。
- 4. 大きな地震が発生した場合、自分の家はかなり被害を受けると思っている。
- 5. その他

(a) 矢捨



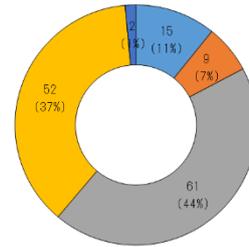
- 1. 自分は大きな地震には遭遇しない（生きている間には大地震はない）と思う。
- 2. 大きな地震が発生するかもしれないが、自分の家は大丈夫だと思う。
- 3. 大きな地震が発生した場合、自分の家は多少は被害を受けると思う。
- 4. 大きな地震が発生した場合、自分の家はかなり被害を受けると思っている。
- 5. その他

(b) 駅前



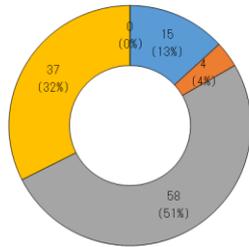
- 1. 自分は大きな地震には遭遇しない（生きている間には大地震はない）と思う。
- 2. 大きな地震が発生するかもしれないが、自分の家は大丈夫だと思う。
- 3. 大きな地震が発生した場合、自分の家は多少は被害を受けると思う。
- 4. 大きな地震が発生した場合、自分の家はかなり被害を受けると思っている。
- 5. その他

(c) 長波



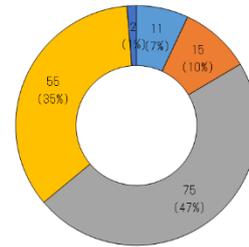
- 1. 自分は大きな地震には遭遇しない（生きている間には大地震はない）と思う。
- 2. 大きな地震が発生するかもしれないが、自分の家は大丈夫だと思う。
- 3. 大きな地震が発生した場合、自分の家は多少は被害を受けると思う。
- 4. 大きな地震が発生した場合、自分の家はかなり被害を受けると思っている。
- 5. その他

(d) 東



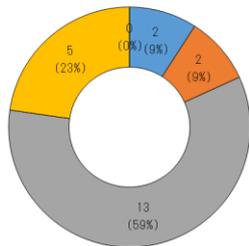
- 1. 自分は大きな地震には遭遇しない（生きている間には大地震はない）と思う。
- 2. 大きな地震が発生するかもしれないが、自分の家は大丈夫だと思う。
- 3. 大きな地震が発生した場合、自分の家は多少は被害を受けると思う。
- 4. 大きな地震が発生した場合、自分の家はかなり被害を受けると思っている。
- 5. その他

(e) 中



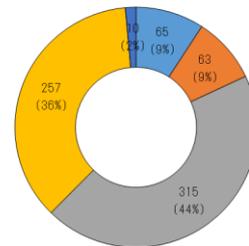
- 1. 自分は大きな地震には遭遇しない（生きている間には大地震はない）と思う。
- 2. 大きな地震が発生するかもしれないが、自分の家は大丈夫だと思う。
- 3. 大きな地震が発生した場合、自分の家は多少は被害を受けると思う。
- 4. 大きな地震が発生した場合、自分の家はかなり被害を受けると思っている。
- 5. その他

(f) 西



- 1. 自分は大きな地震には遭遇しない（生きている間には大地震はない）と思う。
- 2. 大きな地震が発生するかもしれないが、自分の家は大丈夫だと思う。
- 3. 大きな地震が発生した場合、自分の家は多少は被害を受けると思う。
- 4. 大きな地震が発生した場合、自分の家はかなり被害を受けると思っている。
- 5. その他

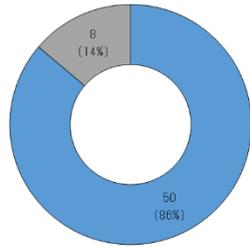
(g) 南今津



- 1. 自分は大きな地震には遭遇しない（生きている間には大地震はない）と思う。
- 2. 大きな地震が発生するかもしれないが、自分の家は大丈夫だと思う。
- 3. 大きな地震が発生した場合、自分の家は多少は被害を受けると思う。
- 4. 大きな地震が発生した場合、自分の家はかなり被害を受けると思っている。
- 5. その他

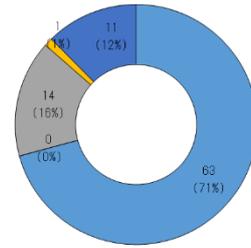
(h) 全体

図 2.2.5.2 アンケートの回答内訳（問 19(1)）



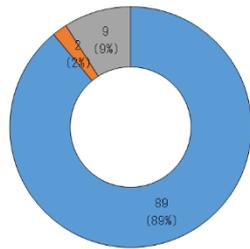
- 1. 木造一戸建住宅
- 2. 木造共同住宅（長屋含む）
- 3. 木造以外の一戸建住宅
- 4. 木造以外の共同住宅
- 5. その他

(a) 矢捨



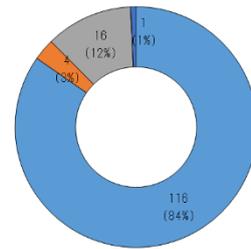
- 1. 木造一戸建住宅
- 2. 木造共同住宅（長屋含む）
- 3. 木造以外の一戸建住宅
- 4. 木造以外の共同住宅
- 5. その他

(b) 駅前



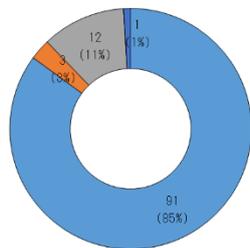
- 1. 木造一戸建住宅
- 2. 木造共同住宅（長屋含む）
- 3. 木造以外の一戸建住宅
- 4. 木造以外の共同住宅
- 5. その他

(c) 長波



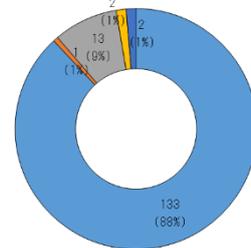
- 1. 木造一戸建住宅
- 2. 木造共同住宅（長屋含む）
- 3. 木造以外の一戸建住宅
- 4. 木造以外の共同住宅
- 5. その他

(d) 東



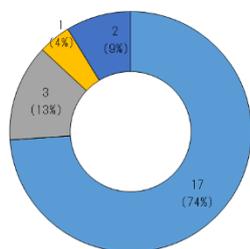
- 1. 木造一戸建住宅
- 2. 木造共同住宅（長屋含む）
- 3. 木造以外の一戸建住宅
- 4. 木造以外の共同住宅
- 5. その他

(e) 中



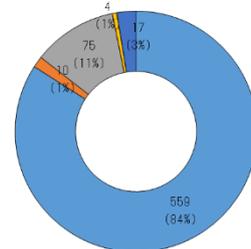
- 1. 木造一戸建住宅
- 2. 木造共同住宅（長屋含む）
- 3. 木造以外の一戸建住宅
- 4. 木造以外の共同住宅
- 5. その他

(f) 西



- 1. 木造一戸建住宅
- 2. 木造共同住宅（長屋含む）
- 3. 木造以外の一戸建住宅
- 4. 木造以外の共同住宅
- 5. その他

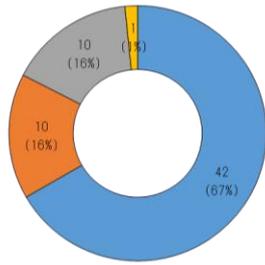
(g) 南今津



- 1. 木造一戸建住宅
- 2. 木造共同住宅（長屋含む）
- 3. 木造以外の一戸建住宅
- 4. 木造以外の共同住宅
- 5. その他

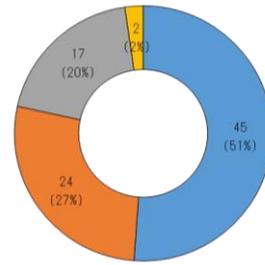
(h) 全体

図 2.2.5.3 アンケートの回答内訳（問 19(2)）



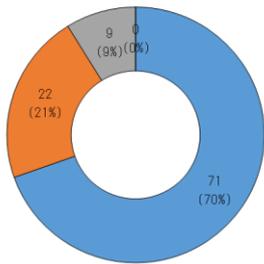
- 1. 昭和56年5月以前
- 2. 昭和56年6月以降～平成12年5月以前
- 3. 平成12年6月以降
- 4. わからない

(a) 矢捨



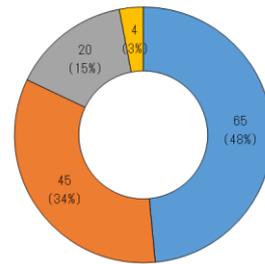
- 1. 昭和56年5月以前
- 2. 昭和56年6月以降～平成12年5月以前
- 3. 平成12年6月以降
- 4. わからない

(b) 駅前



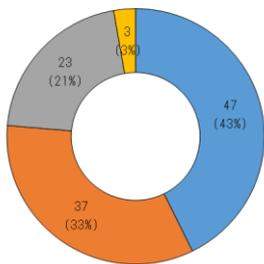
- 1. 昭和56年5月以前
- 2. 昭和56年6月以降～平成12年5月以前
- 3. 平成12年6月以降
- 4. わからない

(c) 長波



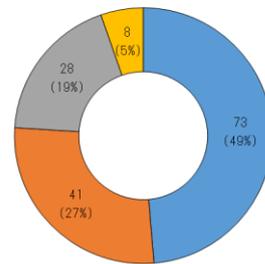
- 1. 昭和56年5月以前
- 2. 昭和56年6月以降～平成12年5月以前
- 3. 平成12年6月以降
- 4. わからない

(d) 東



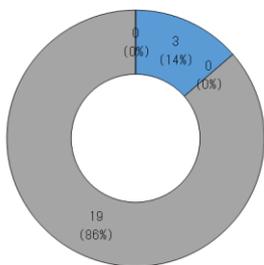
- 1. 昭和56年5月以前
- 2. 昭和56年6月以降～平成12年5月以前
- 3. 平成12年6月以降
- 4. わからない

(e) 中



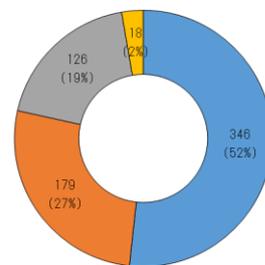
- 1. 昭和56年5月以前
- 2. 昭和56年6月以降～平成12年5月以前
- 3. 平成12年6月以降
- 4. わからない

(f) 西



- 1. 昭和56年5月以前
- 2. 昭和56年6月以降～平成12年5月以前
- 3. 平成12年6月以降
- 4. わからない

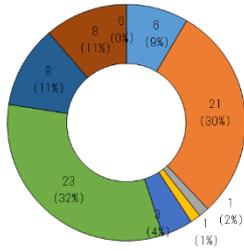
(g) 南今津



- 1. 昭和56年5月以前
- 2. 昭和56年6月以降～平成12年5月以前
- 3. 平成12年6月以降
- 4. わからない

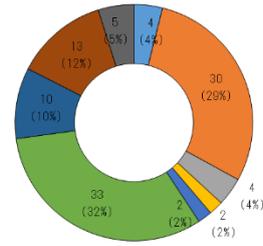
(g) 全体

図 2.2.5.4 アンケートの回答内訳 (問 19(3))



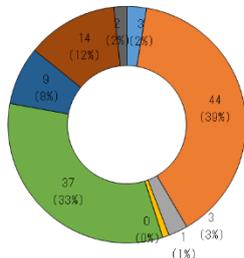
- 1. リフォーム歴があるが、そのときに専門家による耐震性の検討を実施し、耐震性は確保されている。
- 2. リフォーム歴があるが、そのときに耐震性の検討はしなかった。
- 3. すでに耐震診断を実施し、耐震補強もしている。
- 4. すでに耐震診断を実施し、耐震補強の必要はないことを確認した。
- 5. すでに耐震診断は実施したが、その後の対策を行っていない。
- 6. 耐震診断の必要性を感じているが、耐震診断は実施していない。
- 7. 耐震診断の必要性を感じていない。
- 8. 分からない
- 9. その他

(a)矢捨



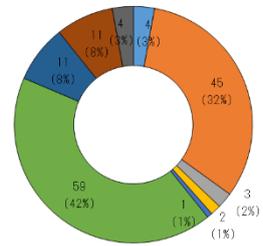
- 1. リフォーム歴があるが、そのときに専門家による耐震性の検討を実施し、耐震性は確保されている。
- 2. リフォーム歴があるが、そのときに耐震性の検討はしなかった。
- 3. すでに耐震診断を実施し、耐震補強もしている。
- 4. すでに耐震診断を実施し、耐震補強の必要はないことを確認した。
- 5. すでに耐震診断は実施したが、その後の対策を行っていない。
- 6. 耐震診断の必要性を感じているが、耐震診断は実施していない。
- 7. 耐震診断の必要性を感じていない。
- 8. 分からない
- 9. その他

(b)駅前



- 1. リフォーム歴があるが、そのときに専門家による耐震性の検討を実施し、耐震性は確保されている。
- 2. リフォーム歴があるが、そのときに耐震性の検討はしなかった。
- 3. すでに耐震診断を実施し、耐震補強もしている。
- 4. すでに耐震診断を実施し、耐震補強の必要はないことを確認した。
- 5. すでに耐震診断は実施したが、その後の対策を行っていない。
- 6. 耐震診断の必要性を感じているが、耐震診断は実施していない。
- 7. 耐震診断の必要性を感じていない。
- 8. 分からない
- 9. その他

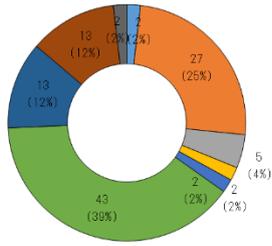
(c)長波



- 1. リフォーム歴があるが、そのときに専門家による耐震性の検討を実施し、耐震性は確保されている。
- 2. リフォーム歴があるが、そのときに耐震性の検討はしなかった。
- 3. すでに耐震診断を実施し、耐震補強もしている。
- 4. すでに耐震診断を実施し、耐震補強の必要はないことを確認した。
- 5. すでに耐震診断は実施したが、その後の対策を行っていない。
- 6. 耐震診断の必要性を感じているが、耐震診断は実施していない。
- 7. 耐震診断の必要性を感じていない。
- 8. 分からない
- 9. その他

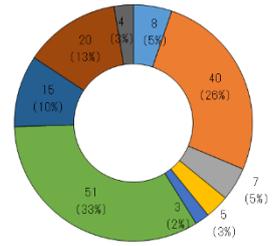
(d)東

図 2.2.5.5 アンケートの回答内訳 (問 19(4))



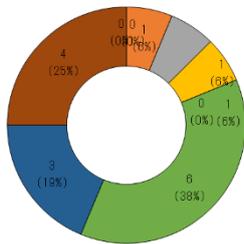
- 1. リフォーム歴があるが、そのときに専門家による耐震性の検討を実施し、耐震性は確保されている。
- 2. リフォーム歴があるが、そのときに耐震性の検討はしなかった。
- 3. すでに耐震診断を実施し、耐震補強もしている。
- 4. すでに耐震診断を実施し、耐震補強の必要はないことを確認した。
- 5. すでに耐震診断は実施したが、その後の対策を行っていない。
- 6. 耐震診断の必要性を感じているが、耐震診断は実施していない。
- 7. 耐震診断の必要性を感じていない。
- 8. 分からない
- 9. その他

(e)中



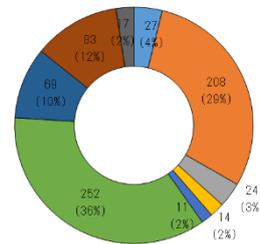
- 1. リフォーム歴があるが、そのときに専門家による耐震性の検討を実施し、耐震性は確保されている。
- 2. リフォーム歴があるが、そのときに耐震性の検討はしなかった。
- 3. すでに耐震診断を実施し、耐震補強もしている。
- 4. すでに耐震診断を実施し、耐震補強の必要はないことを確認した。
- 5. すでに耐震診断は実施したが、その後の対策を行っていない。
- 6. 耐震診断の必要性を感じているが、耐震診断は実施していない。
- 7. 耐震診断の必要性を感じていない。
- 8. 分からない
- 9. その他

(f)西



- 1. リフォーム歴があるが、そのときに専門家による耐震性の検討を実施し、耐震性は確保されている。
- 2. リフォーム歴があるが、そのときに耐震性の検討はしなかった。
- 3. すでに耐震診断を実施し、耐震補強もしている。
- 4. すでに耐震診断を実施し、耐震補強の必要はないことを確認した。
- 5. すでに耐震診断は実施したが、その後の対策を行っていない。
- 6. 耐震診断の必要性を感じているが、耐震診断は実施していない。
- 7. 耐震診断の必要性を感じていない。
- 8. 分からない
- 9. その他

(f)南今津



- 1. リフォーム歴があるが、そのときに専門家による耐震性の検討を実施し、耐震性は確保されている。
- 2. リフォーム歴があるが、そのときに耐震性の検討はしなかった。
- 3. すでに耐震診断を実施し、耐震補強もしている。
- 4. すでに耐震診断を実施し、耐震補強の必要はないことを確認した。
- 5. すでに耐震診断は実施したが、その後の対策を行っていない。
- 6. 耐震診断の必要性を感じているが、耐震診断は実施していない。
- 7. 耐震診断の必要性を感じていない。
- 8. 分からない
- 9. その他

(g)全体

図 2.2.5.5 (続き) アンケートの回答内訳 (問 19(4))

2. 2. 6. おわりに

ここでは、松永地域における地震時避難におけるリスクについて検討し、次のことを指摘する。

- 1) 津波浸水域、および JR 松永駅周辺を対象に人口分布を確認したところ、松永町 1～4 丁目、南松永町 1～4 丁目の避難人口は男女ともほぼ同数であった。70 歳以上の人口は、男性よりも女性の方がやや多い。子供の人口も多い。したがって、地震避難時には、高齢者と子供の避難を確実に避難させることが重要である。
- 2) JR 松永駅周辺の松永町 1～4 丁目、津波浸水域の南松永町 1～4 丁目では、避難施設の収容人数は地域住民の人口よりもかなり少なく、長期的な避難には耐えない。住民が避難すると考えられる津波避難施設は 3 カ所であるが、そのうち 2 カ所は海拔 3m 程度であり、想定浸水深よりは高いものの必ずしも十分ではなく、夜間の立ち入りが困難な可能性もある。
- 3) 今津小学校通学区域、松永町 2～4 丁目、南松永町 1～4 丁目から松永中学校までの避難時間は高齢者・子供連れであっても 15～30 分であるが、標高の高い今津小学校まで避難する場合には最長で 1 時間半程度を要し、かなりの避難時間を要する。避難経路が閉塞され、迂回する場合にはさらに時間を要する。
- 4) 今津小学校通学区域、松永町 2～4、南松永町 1～4 丁目を対象に避難リスクについて検討した結果、古い建物が密集したところ、細い路地が密集したところ、木材を扱う工場・倉庫が密集したところの確認された。古い住宅の倒壊により避難経路の閉塞される可能性があり、路地では迂回することすら困難になり得る。木材を扱う工場・倉庫で火災が発生した場合、延焼の危険性がある。今津小学校以南の住民は、旧山陽道沿いを通過せねばならないが、当該域は古い木造住宅が密集し、路地も多く、建物の倒壊による避難経路の閉塞が懸念される。
- 5) 今津小学校通学区域を対象とした耐震意識アンケートの結果、住民は地震時に住家が被災するリスクは知りながら、耐震診断・耐震補強等は実施していないことが判明した。古くからの住宅地では全体の 2/3 が、比較的新しい住宅地では約半数が、昭和 56 年 5 月以前の建築物であった。したがって、当該地域では中地震時においても被災の可能性があるとと言える。

参考文献

- [1] 気象庁ホームページ <http://www.data.jma.go.jp/>
- [2] 福山市地域防災計画について
<http://www.city.fukuyama.hiroshima.jp/site/bosai/51064.html>
- [3] 福山市津波ハザードマップ <http://www.city.fukuyama.hiroshima.jp/site/bosai/10792.html>
- [4] 福山市の統計 <http://www.city.fukuyama.hiroshima.jp/soshiki/johokanri/24115.html#mati>
- [5] 避難場所の指定見直しについて
<http://www.city.fukuyama.hiroshima.jp/site/bosai/62446.html>
- [6] 関屋、長崎、伊東、古名：正常歩行における歩行速度、歩行率、歩幅の相互関係、理学療法学、第 21 巻、学会特別号(第 29 回青森)、p.416、1994 年
- [7] 丸山：高齢者の運動機能と歩行、理学療法学、14(3)、pp.101-105、1999 年

2. 3. 実地避難経路調査・複合的避難阻害要因実地調査

本節では、2016年10月から12月にかけて実施した実地避難経路調査の結果について報告する。本調査では、3回の避難行動計測実験を実施し、実験参加者の避難行動記録結果、インタビュー結果から避難行動時の阻害要因について分析した。避難行動計測実験は、初めて訪れた地域においても避難可能であるかを検証するための「初回避難行動計測実験」、次に目的地を知ったうえで避難する場合の「通常避難行動計測実験」、最後に目的地を知ったうえで夜間時の避難を想定した場合の「夜間避難行動計測実験」の3回を実施した。これらの実験は、A:福山市役所今津公民館またはB:高諸神社から福山市立今津小学校へと避難することを想定して実施した。それぞれの実験の実施内容とともに実験の結果について報告する。



図 2.3.1 実験時に提示した地図

2. 3. 1. 初回避難行動計測実

初回避難行動計測実験（以降、初回実験と呼ぶ）は、初めて訪れた地域においても避難可能であるかを検証するために実施した。初回実験では、A:福山市役所今津公民館、B:高諸神社から福山市立今津小学校へと避難することを想定し、福山市立今津小学校を訪れたことがない福山大学の学生 11 名が参加した。

初回実験では、迷いボタンを利用したペアテストングを実施し、参加者の避難時の迷いとそれが発生した地点を記録する。参加者の振る舞いを記録するツールとして迷った時刻と地点を記録するために、「迷いボタン」ツールを開発した。迷い時刻記録時の画面遷移図を図 2 に示す。迷いボタンは携帯端末の画面に触れ始めた時刻と終わりの時刻を記録する。その際に多重記録などの記録ミスを防ぐために画面に触れている間は画面の色が変わり「迷い中」と表示される。画面から手をはなすと、触れ始めた時刻と終わりの時刻が表示される。これらのことから記録できたことが確認できる。STOP を押すと記録されたデータが Web 上にアップされる。分析時には、触れ始めた時刻と終わりの時刻から迷っていた時間と回数を取得する。



記録前

記録中(画面に触れる)

記録後(画面から指をはなす)

図 2. 3. 1. 1 迷いボタンで迷い時刻記録時の画面遷移

ペアテストングは、評価漏れを削減するために参加者だけでなく、参加者と評価者が 2 人 1 組のペアとなって参加者の振る舞いの記録と確認を行う手法である。参加者は主観評価を行う。主観評価とは、タスクに対して参加者自身の行動や振る舞いを評価する。評価者はインタラクション評価を行う。インタラクション評価とは、評価者が参加者を観察しながら振る舞いを評価する。ペアテストングによって評価中に参加者自身が見落としてしまった問題点を、評価者が参加者を観察することで見つけた問題点を用いてデータの評価漏れを補完する手法である。初回実験では、参加者は自身の行動と振る舞いを記録する端末を持ち、評価者は参加者

の振る舞いを記録する端末 1 台を持ち、参加者の避難時の迷いとそれが発生した地点を記録する。



図 2.3.1.2 ペアテストによる参加者の避難行動計測の様子

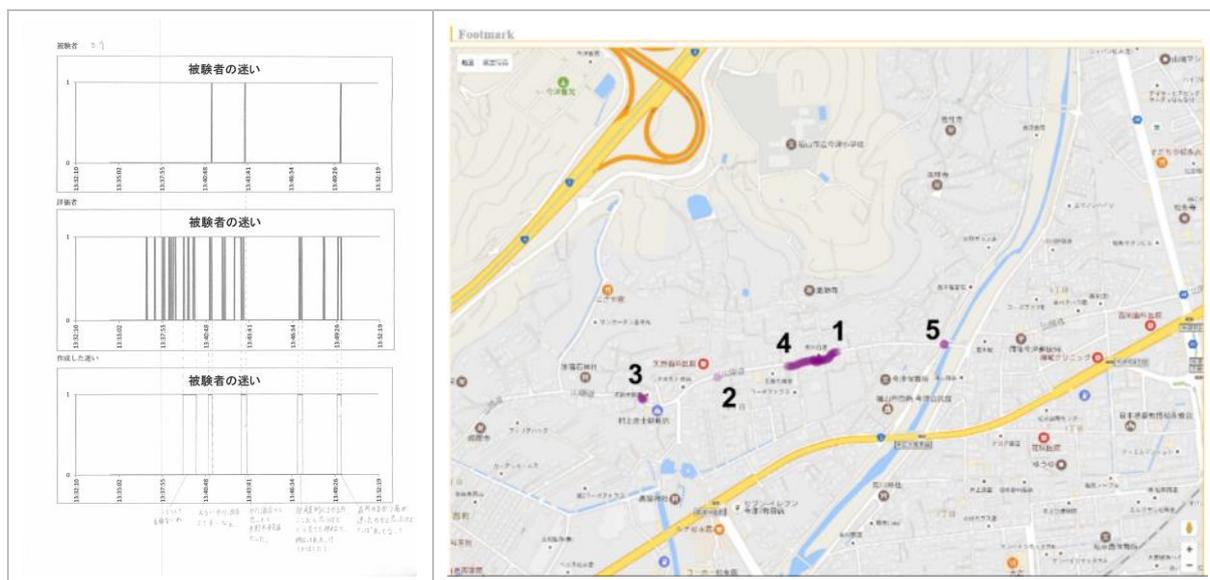
初回実験は、制限時間を 15 分として A:福山市役所今津公民館をスタート地点とする 6 名、B:高諸神社をスタート地点とする 5 名に対して実施した。実施した結果を表 2.3.1.1 に示す。実験の結果、制限時間 15 分以内に目的地である今津小学校に到達できたのは 11 名中 4 名 (36.4%) であった。時間切れの 2 名は、15 分以内には到達できなかったが最終的には到達できた。残りの 5 名は到達できる見込みがなかったため、15 分が経過した段階で避難行動を中止した、そしてその後ペアで実施していた評価者の誘導により目的地までの避難経路を理解した。

目的地である今津小学校に到着後、すぐに福山大学に戻り、参加者と評価者のそれぞれが迷いボタンで記録した迷いの時刻について参加者が正しいか確認する。このとき記録した迷い時刻とその地点である GPS データを用いて MAP に可視化したものを見ながら評価者が参加者に対してインタビューする。参加者が正しい迷いと判断した場合は迷った理由を記入する。参加者らのインタビューを実施した結果を以下に示す。

表 2.3.1.1 初回実験における避難の成否と移動データ

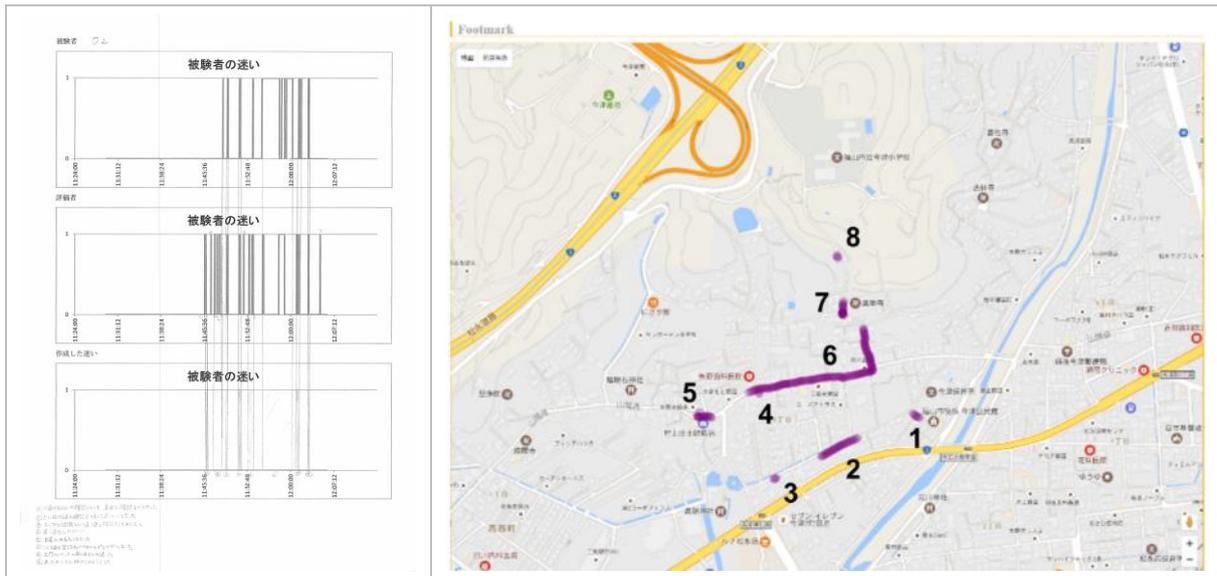
参加者	スタート地点	到達の成否	移動距離 (km)	移動時間 (分:秒)	移動速度 (km/時間)
x01	A：今津公民館	失敗	1.43	15:22	5.59
x02	A：今津公民館	時間切れ	1.60	21:55	4.38
x03	A：今津公民館	失敗	1.18	13:54	5.11
x04	A：今津公民館	成功	1.08	12:43	5.09
x05	A：今津公民館	時間切れ	1.74	18:23	5.67
x06	B：高諸神社	失敗	1.71	19:14	5.34
x07	B：高諸神社	成功	0.77	10:20	4.49
x08	B：高諸神社	成功	0.79	09:02	5.22
x09	B：高諸神社	失敗	1.67	21:22	4.69
x10	B：高諸神社	失敗	2.14	14:24	8.93
x11	A：今津公民館	成功	1.34	14:48	5.43

参加者 x01



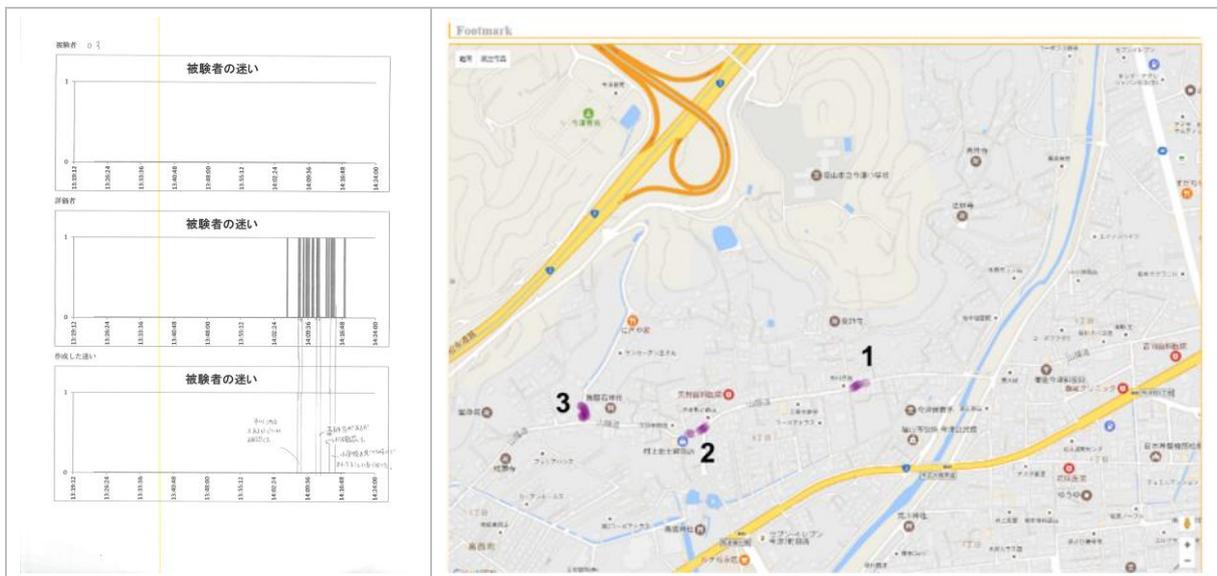
1. こちらへん？看板がない
2. えらい市川酒屋まで長いなあ
3. 市川酒屋かと思ったら矢野米穀店だった
4. 距離的にまがる所はここだと思うけどどう見ても神社，神社ってあったっけ？
5. 最初のまがり角が違ったのかなと思ったけど，やっぱあってる？

参加者 x02



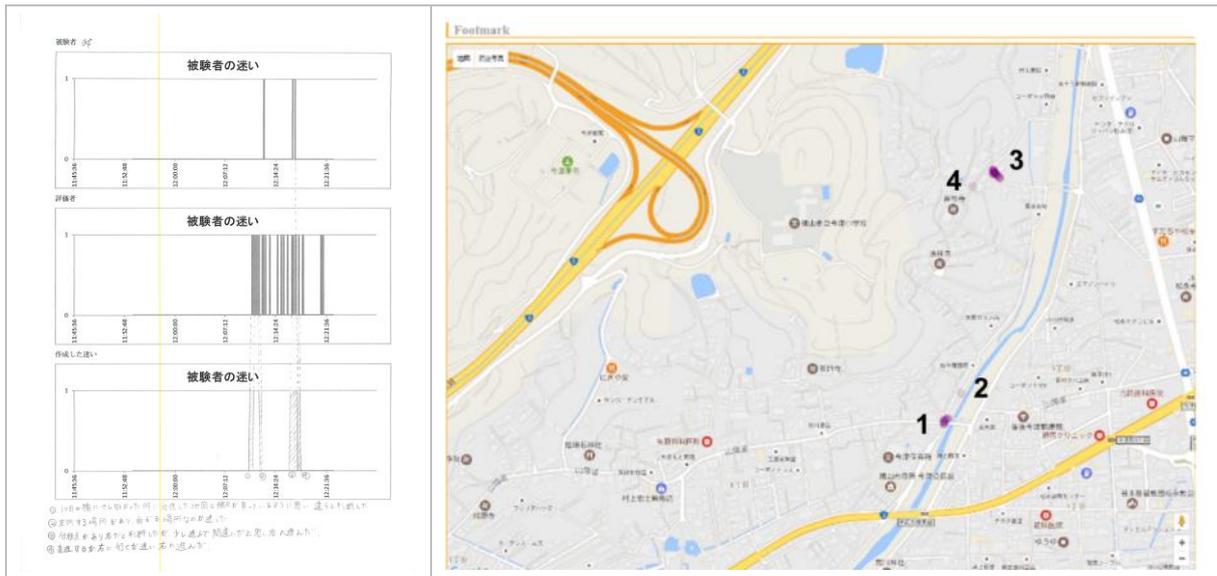
1. 小道があるのか確認していた、遠目で確認しづらかった
2. 上に抜ける道が確認できなくて迷っていると思った
3. 迷ったから上に抜けてみようとした
4. マップで認識していて違う道か確認するために左へ
5. 違う道だと判断した
6. 酒屋が見あたらなかった
7. こんな道を登らなきゃいけないのかといやになった
8. 正門がどっちの道にあるのか迷った

参加者 x03



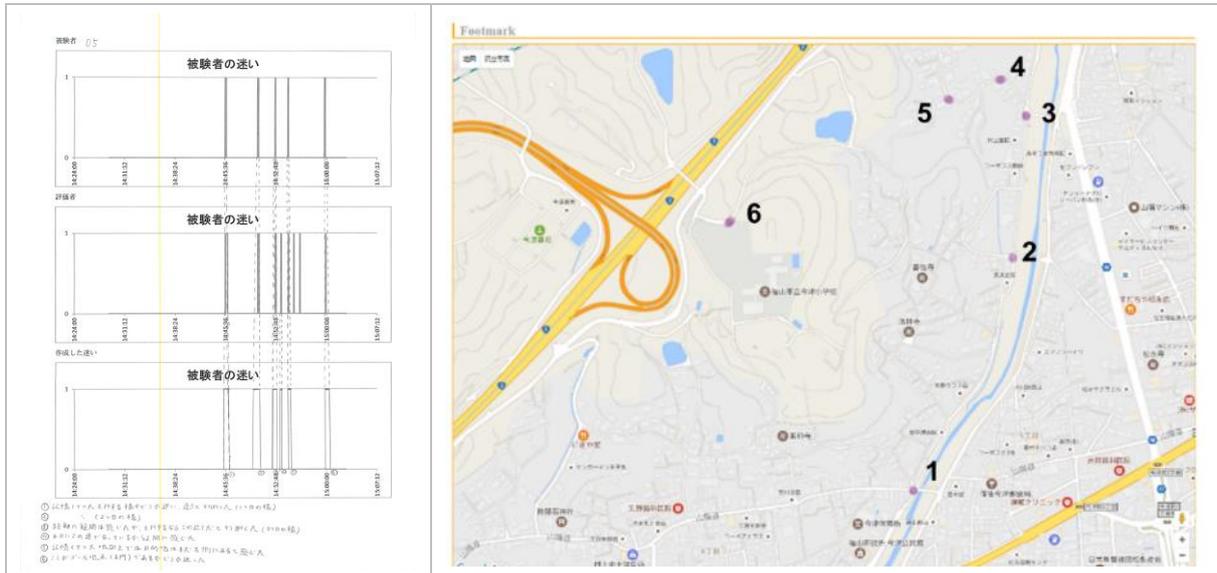
1. 市川酒屋があるかどうか確認していた
2. 薬師寺があるかどうか確認していた
3. 小学校を見つけたので迷っていると気づいた

参加者 x04



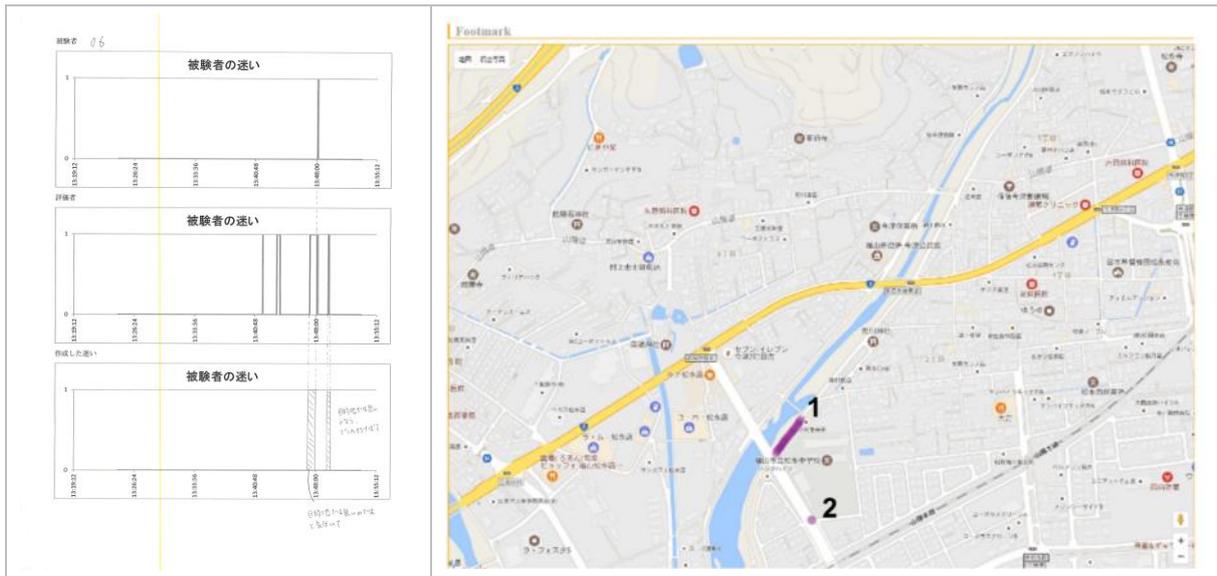
1. 1 つ目の橋にさしかかった時に記憶した地図の縮尺と異なっているように思い違いと判断した
2. 左折する場所があり、曲がる場所なのか迷った
3. 分岐点があり右だと判断したが少し進んで間違いだと思い左へ進んだ
4. 直進するか右に行くか迷い右へ進んだ

参加者 x05



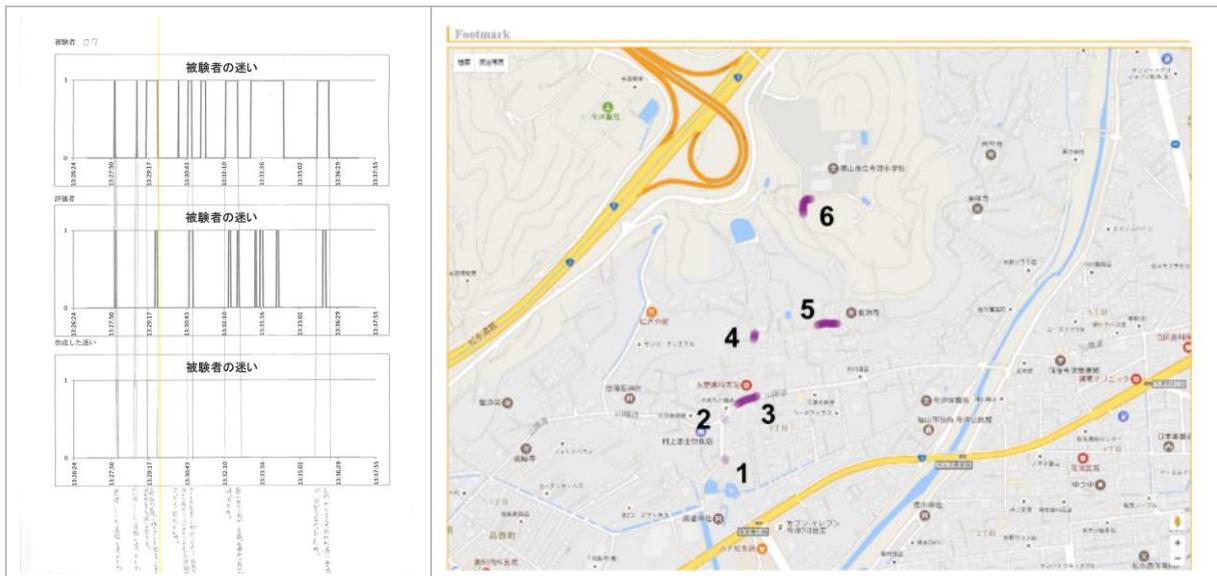
1. 記憶していた左折する橋かどうか迷い、違いと判断した(1つ目の橋)
2. 記憶していた左折する橋かどうか迷い、違いと判断した(2つ目の橋)
3. 距離に疑問は感じたが、左折するならこの辺りだと判断した(3つ目の橋)
4. 本当にこの道で合っているか疑問に感じた
5. 記憶していた地図上では目的地はまだ左側にあると感じた
6. ここがゴール地点(正門)であるかどうか迷った

参加者 x06



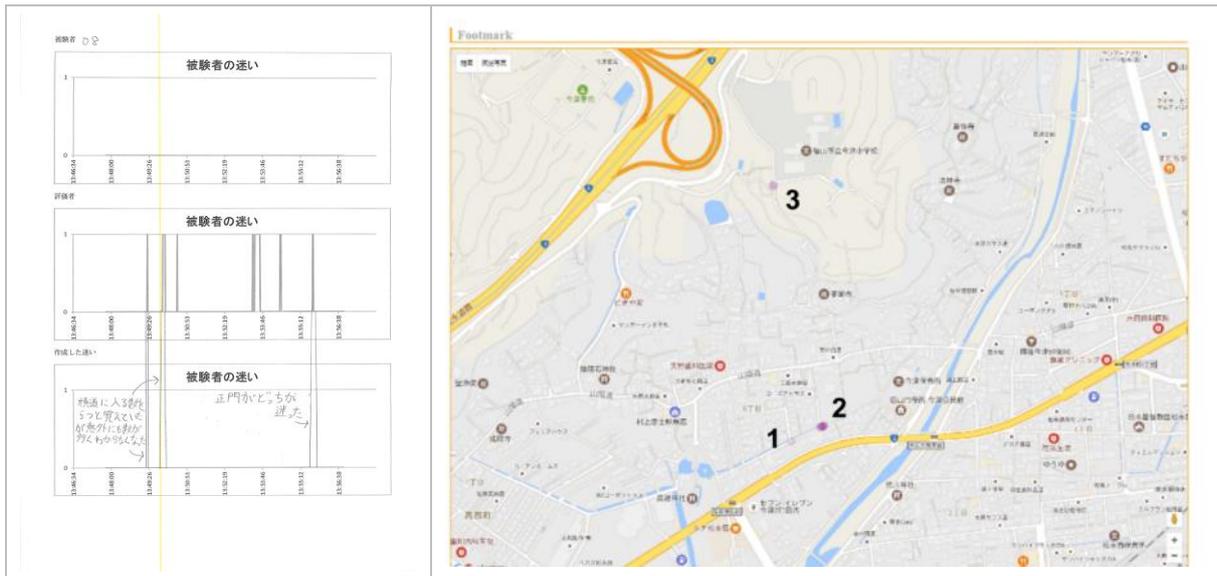
1. 目的地ではないのではと気づいて
2. 目的地ではないならどこへ?

参加者 x07



1. 想像していた道幅と違ったため
2. 想像していた道幅と違ったため
3. 矢野歯科医院の横のルートを知っていたので道が見えるまで迷いが発生した
4. ルートは知っていたが、病院の曲がり角から次の曲がり角までの距離が思ったよりも短かったため
5. 奥の曲がり角か手前の曲がり角かで迷ったため
6. 正門がどちらの分かれ道か、わからなかったため

参加者 x08



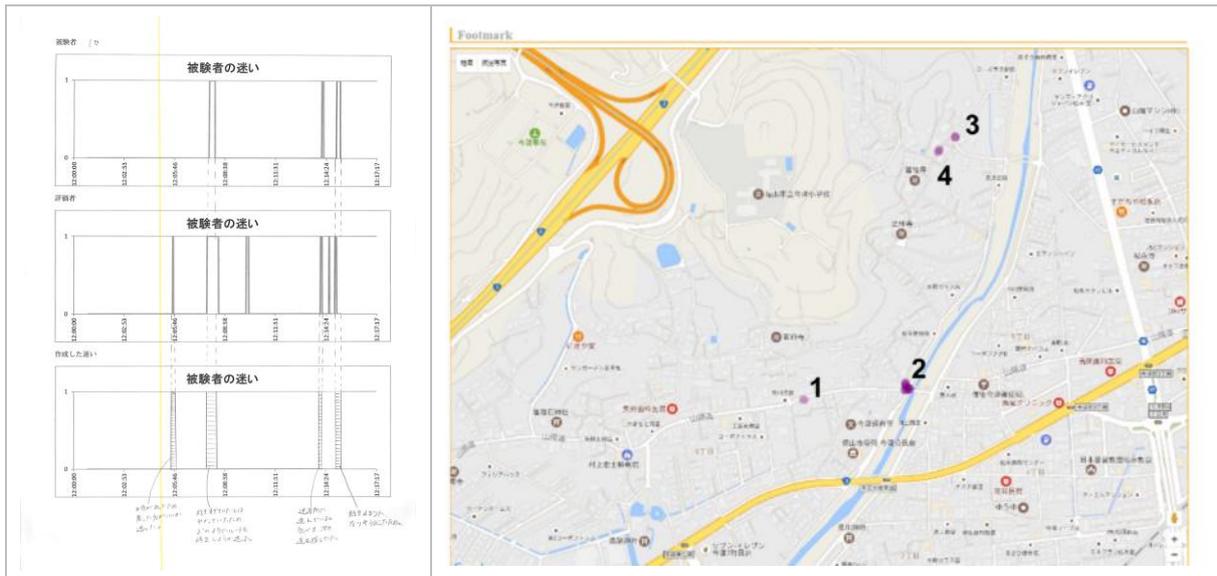
1. 横道に入る数を5つと覚えていたが、意外にも数多くてわからなくなった
2. 横道に入る数を5つと覚えていたが、意外にも数多くてわからなくなった
3. 正門がどちらか迷った

参加者 x09



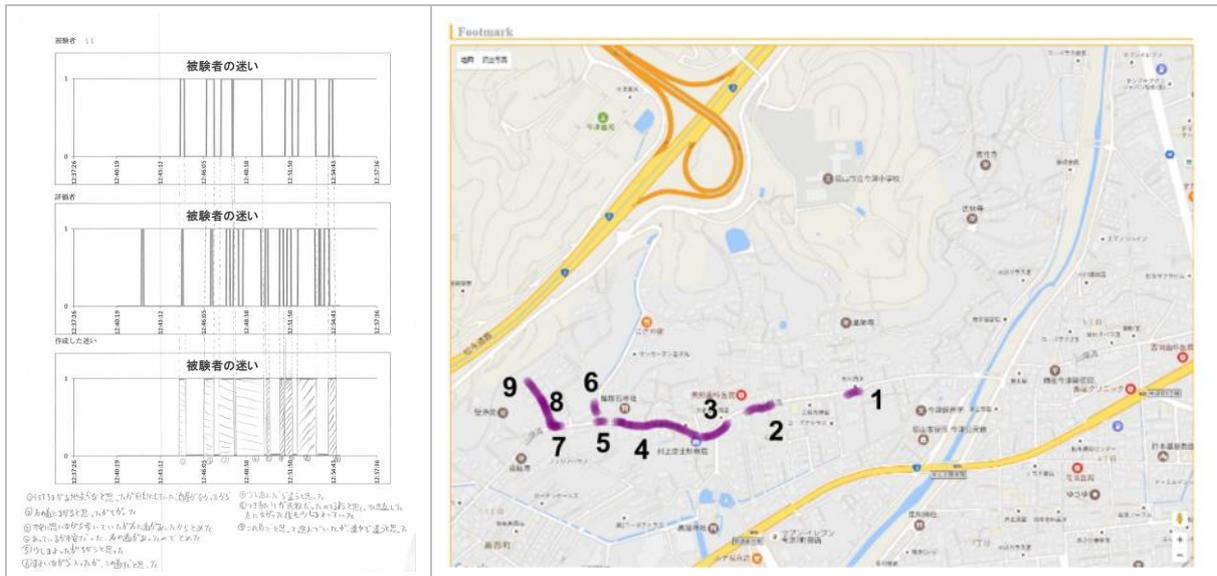
1. 曲がり角の先にお寺が見えたので曲がるか迷った
2. 道を間違えたのが分かり、どのように行こうか考えていた
3. 道が想像していたよりも細く本当に合っているか考えていた
4. 道の先が見えず、どう進めばいいか迷っていた
5. いった道が違ったので道に戻るかどうか迷っていた

参加者 x10



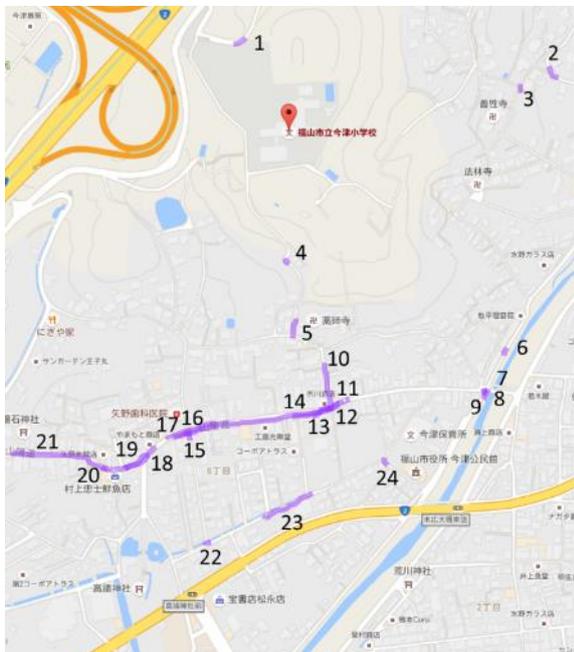
1. お寺があったため、戻った方がいいか迷った
2. 行きすぎていたことはわかっていたため、どのようにルートを修正しようか迷った
3. 逆方向に進んでいると気づき、次の道を探していた
4. 行き止まりになりそうだったため

参加者 x11

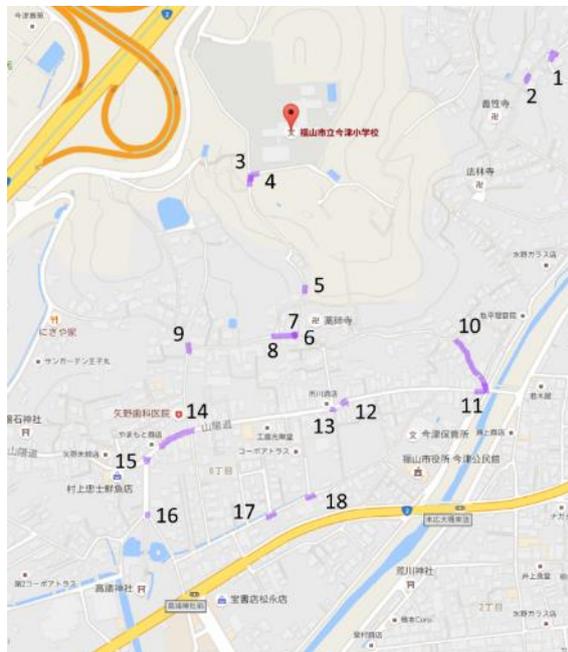


1. そろそろまがる地点かなと思っていたが目印にしていた酒屋がなかったから
2. 右の道にまがると思ったがちがった
3. 不安に思いながら歩いていたが右に道があったからとめた
4. あっているか不安だった、右に道があったからとめた
5. 少し迷ったが違うと思った
6. 迷いながら入ったがこの道だと思った
7. 少し進んだら違うと思った
8. つき当りが民家だったので違うと思い引き返した、左に曲がった後も少し迷っていた
9. この道だと思って進んでいたが途中で違うと思った

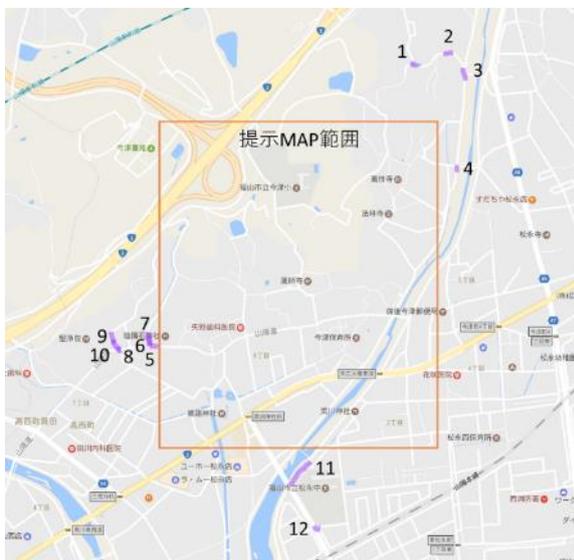
参加者らへのインタビュー結果をもとに明らかとなった迷い地点を地図上に整理した。左から A:今津公民館から避難した場合の迷い地点はすべてで 24 地点, B:高諸神社から避難した場合の迷い地点は 18 地点であった, また参加者に提示した地図の範囲外で発生した迷い地点は 12 地点である。



今津公民館スタートの迷い地点



高諸神社スタートの迷い地点



提示 MAP の範囲外で発生した迷い地点

参加者らへのインタビュー結果をもとに明らかとなった迷い地点を参加者に提示した地図の範囲内で集計した結果を地図上に配置したものを図4に示す。黒い星★は迷った参加者が5名以下の地点、黄色の星★は迷った参加者が5名以上の地点である。迷った参加者が5名以上の3つの地点に着目すると、インタビューの結果から避難時の重要な分岐であるにもかかわらず案内板等がないため、迷ったことが明らかとなった。特に最も共通して迷いが発生した7名が迷った市川酒店前であるが、地図上では記載されているがすでに閉店されており、看板等もないため目印としていた参加者にとっては大きな迷いの原因となっている。この目印となるランドマークがないことが避難を困難とする大きな要因となっていることが考えられる。

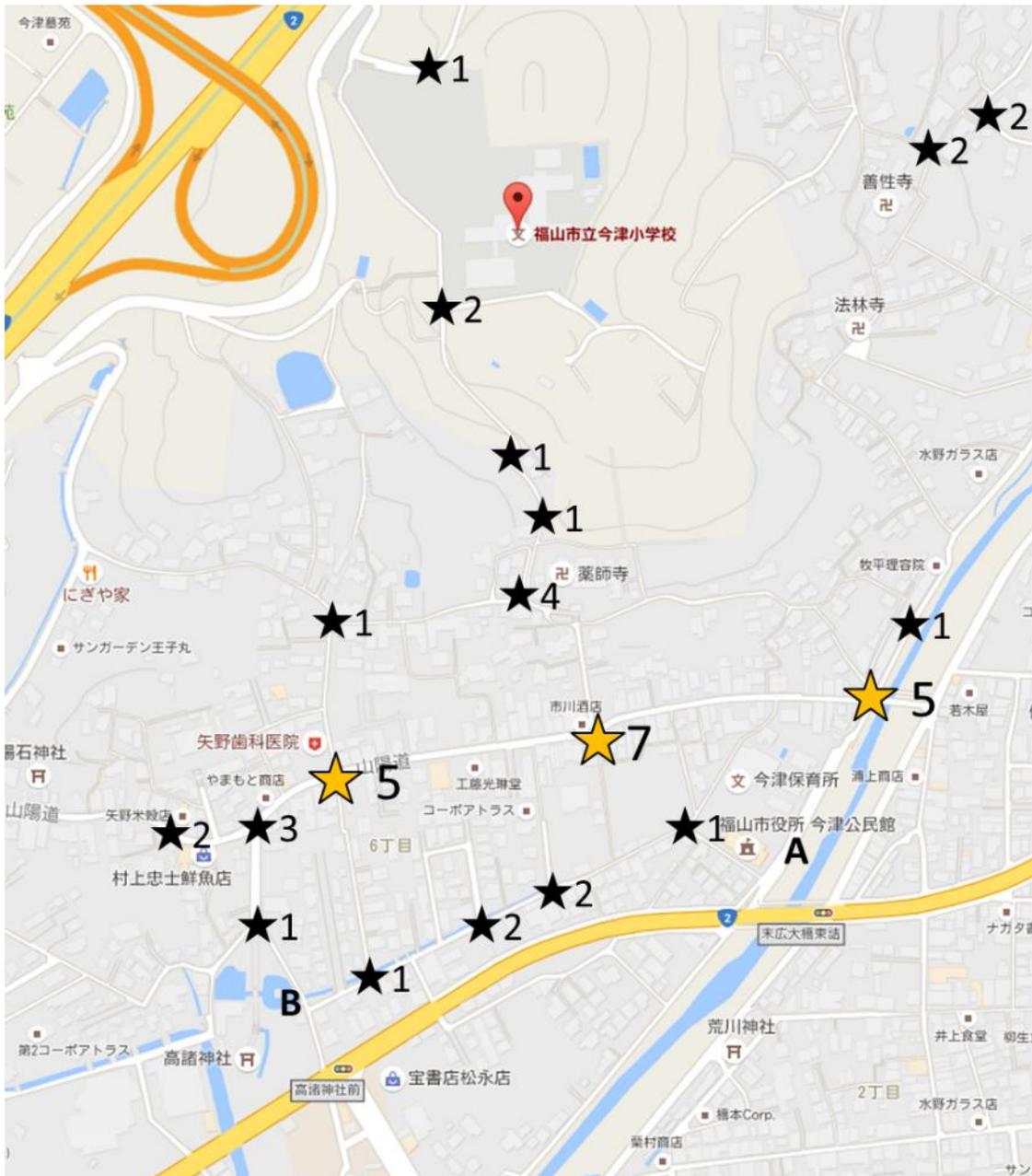


図4 迷い地点の集計結果

2. 3. 2. 通常避難行動計測実験

通常避難行動計測実験（以降、通常実験と呼ぶ）は目的地を知ったうえで避難する場合の避難行動を記録する。通常実験の実験結果と初回実験の実験結果を定量的に比較することで、初めて訪れた場合にはどの程度、避難が困難であるかを分析した。

初回実験において参加者らは目的地までの避難経路をすでに理解しているため、通常実験では制限時間を設けなかった。そしてA:福山市役所今津公民館をスタート地点とする6名、B:高諸神社をスタート地点とする5名に対して実施した。迷いボタンを利用した参加者の避難時の迷いとそれが発生した地点、および移動経路は記録した。しかし、評価者によるペアテストは実施しなかった。

通常実験を実施した結果を表2.3.2.1に示す。実験の結果、制限時間15分以内に目的地である今津小学校に全員が到達できた。表2.3.2.1の通常実験における移動データをもとに初回実験の移動データを比較し、初めて訪れた地域においてはどの程度、避難が困難であるかについて分析を行った。分析では、初回実験において到達できた4名が、通常実験と比較して移動距離、移動時間、移動速度が変化したかについて分析した。通常実験と初回実験の移動データの比較結果を表2.3.2.2に示す。表2.3.2.2より、通常時実験と比較して移動距離が+0.37kmで33%UP、移動時間が+03:59で25%UP、移動速度が+0.12km/時間で5%UPという結果であった。これらの結果から、初回実験における初めて訪れた地域においては避難がより困難になることが確認された。

表 2.3.2.1 通常実験における移動データ

参加者	スタート地点	到達の成否	移動距離 (km)	移動時間 (分:秒)	移動速度 (km/時間)
x01	A：今津公民館	成功	0.83	09:11	5.40
x02	A：今津公民館	成功	0.79	10:36	4.48
x03	A：今津公民館	成功	0.76	10:23	4.37
x04	A：今津公民館	成功	0.75	09:21	4.83
x05	A：今津公民館	成功	0.81	08:07	5.97
x06	B：高諸神社	成功	0.84	09:36	5.27
x07	B：高諸神社	成功	0.75	10:06	4.47
x08	B：高諸神社	成功	0.74	08:35	5.20
x09	B：高諸神社	成功	0.84	11:57	4.22
x10	B：高諸神社	成功	0.86	08:54	5.81
x11	A：今津公民館	成功	0.75	09:33	4.71
	平均		0.79	09:40	4.97

表 2.3.2.2 通常実験と初回実験の移動データの比較結果

参加者	スタート地点	到達の成否	移動距離 (km)	移動時間 (分:秒)	移動速度 (km/時間)
x04	A : 今津公民館	成功	1.08 (+0.33) 43%UP	12:43(+03:22) 36%UP	5.09(+0.27) 5%UP
x07	B : 高諸神社	成功	0.77(+0.02) 3%UP	10:20(+00:14) 2%UP	4.49(+0.02) 変化なし
x08	B : 高諸神社	成功	0.79(+0.04) 5%UP	09:02(+00:27) 5%UP	5.22(+0.02) 変化なし
x11	A : 今津公民館	成功	1.34(+0.59) 79%UP	14:48(+05:15) 55%UP	5.43(+0.72) 15%UP
平均			+0.37km 33%UP	+03:59 25%UP	+0.12 5%UP

2. 3. 3. 夜間避難行動計測実験（以降、夜間実験と呼ぶ）

夜間避難行動計測実験（以降、通常実験と呼ぶ）は目的地を知ったうえで夜間時の避難を想定した場合の避難行動を記録する。夜間実験では、図 2.3.3.1 に示す通り、夜間の状況を作るために暗闇ゴーグルをつけた状態で避難した。通常実験の実験結果と夜間実験の実験結果を定量的に比較することで、夜間時にはどの程度、避難が困難であるかを分析した。



図 2.3.3.1 暗闇ゴーグルをつけた参加者の避難行動計測の様子

初回実験において参加者らは目的地までの避難経路をすでに理解しているため、通常実験と同様に夜間実験においても制限時間を設けなかった。そしてA:福山市役所今津公民館をスタート地点とする5名、B:高諸神社をスタート地点とする5名に対して実施した。迷いボタンを利用した参加者の避難時の迷いとそれが発生した地点、および移動経路は記録した。評価者によるペアテストは実施しなかったが、参加者が用水路に落ちたり車にひかれたりすることのないように危険から守る安全確保者が帯同した。

夜間実験を実施した結果を表2.3.3.1に示す。実験の結果、制限時間15分以内に目的地である今津小学校に全員が到達できた。表2.3.3.1の通常実験における移動データをもとに夜間実験の移動データを比較し、夜間時においてはどの程度、避難が困難であるかについて分析を行った。分析では、夜間実験において到達できた10名が、通常実験と比較して移動距離、移動時間、移動速度が変化したかについて分析した。通常時実験と比較して、移動距離は+0.01kmで2%UPとほぼ変わらないが、移動時間は+03:38で35%UP、移動速度は-1.26km/時間で24%DOWNという結果であった。これらの結果から、夜間実験における夜間の避難がより困難になることが確認された。

表 2.3.3.1 夜間実験における移動データ

参加者	スタート地点	到達の成否	移動距離 (km)	移動時間 (分:秒)	移動速度 (km/時間)
x01	A:今津公民館	成功	0.78	11:01	4.26
x02	A:今津公民館	成功	0.69	12:12	3.38
x03	A:今津公民館	成功	0.80	17:52	2.70
x04	A:今津公民館	成功	0.76	09:45	4.66
x05	実施なし	—	—	—	—
x06	B:高諸神社	成功	0.87	14:06	3.70
x07	B:高諸神社	成功	0.76	13:43	3.31
x08	B:高諸神社	成功	0.78	10:49	4.33
x09	B:高諸神社	成功	0.87	16:14	3.23
x10	B:高諸神社	成功	0.96	13:59	4.11
x11	A:今津公民館	成功	0.77	13:15	3.48
平均			0.80	13:18	3.72
			(+0.01km)	(+03:38)	(-1.26)
			2%UP	35%UP	24%DOWN

本調査では、3回の避難行動計測実験を実施し、実験参加者の避難行動記録結果、インタビュー結果から避難行動時の阻害要因について分析した。初回実験の結果から、避難行動時のランドマークの重要性が改めて明らかとなり、この地域でのランドマークの検討・設置が課題として挙げられる。また初回実験では避難行動時の問題点に関わるコメントが多く得られた点から、普段から住む人のみを対象とした避難だけでなく、観光者を想定した形での地域外の方が参加する避難実験が必要であると考えられる。また通常実験との比較により、夜間においてはすでに避難経路を知っている場合においても、移動速度が約24%低下し、移動時間が35%多くかかることが明らかとなった。これらの結果をもとに夜間時も想定した避難建物や経路の整備の検討が必要であると考えられる。

2. 4. 体育館環境調査

2. 4. 1. はじめに

(1) 背景

学校施設の防災機能の強化を目的として、避難所施設としての使用が想定される小学校体育館の熱環境に関する改善策を、数値解析によって検討した。

地震等の自然災害が起きたとき、“初期”は災害の危険から速やかに逃れることを目的に住民は「避難場所」に集合するが、その後“避難生活期”に入ると、住民は小学校体育館等の「避難所」で生活を開始する。しかし、「避難所」として用いられる小学校体育館は、避難所としての使用が想定されて設計されているわけではない。窓や壁などの建築外皮の断熱性能が比較的低く、暖冷房設備が設置されていないことがほとんどである。特にライフライン途絶時では、身の回りにある限られた物品での応急対応が求められる。

不十分な熱・空気環境の現状については、被災地避難所の実測等によりいくつか報告されているが、具体的な改善の検討はほとんどなされていない。熱環境改善策の検討には、実測に加えて実大実験が有効であると考えられる。しかし、模擬避難者を多数集めて実大実験することは、現実的には困難に近い。代替として、居住者（避難者）から発生するCO₂・熱・水分を模擬発生装置から発生させて実大実験を行なう手法も考えられるが、労力・費用を必要とする。

(2) 目的

そこで本研究では、労力・費用を比較的かけずに検討できる数値解析を活用し、避難所体育館の熱環境の現状把握と改善策について基礎的検討を試みた。

まず、福山市立今津小学校の体育館（写真 2.4.1.1）を対象として、簡易実測と建築図面を参考にして伝熱解析モデルを作成した。次いで、必要換気量の制約条件の下、伝熱解析によって室内空気や床・壁・天井の温度を試算した。

2. 4. 2. 簡易実測

(1) 測定方法

(1. 1) 測定対象・測定点

写真 1 に、解析対象を示す。対象建物は福山市立今津小学校体育館を対象とした。

図 2.4.2.1・図 2.4.2.2 に測定点を示す。図 2.4.2.1 は平面図であり、図 2.4.2.2 は断面図である。



写真 2.4.1.1 福山市立今津小学校体育館

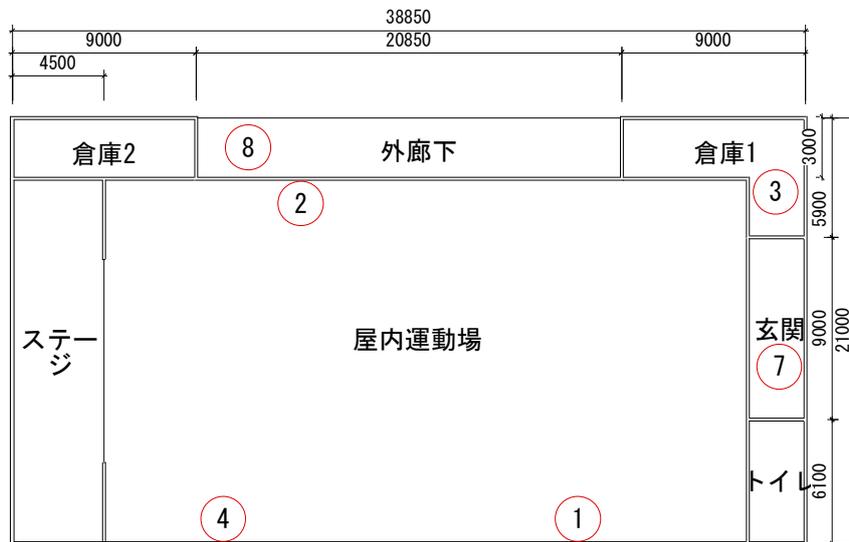


図 2.4.2.1 測定点 (平面図)

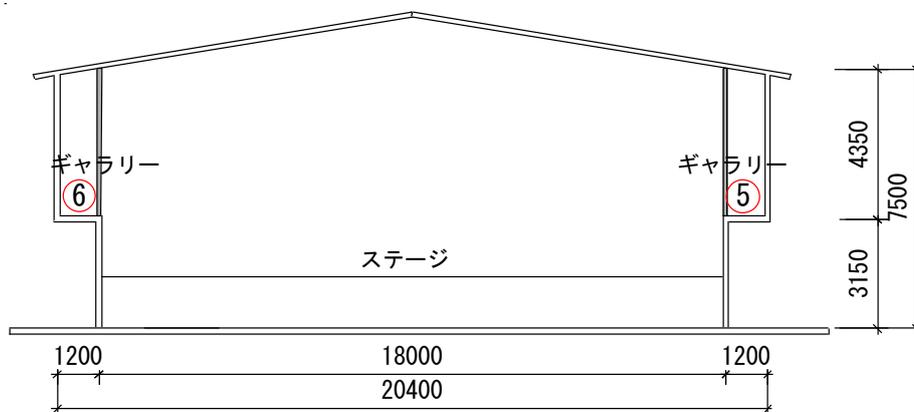


図 2.4.2.2 測定点 (断面図)

(1. 2) 測定機器・測定期間

温度計は、室内測定には TR-72wf を、屋外測定には TR-52i を使用した (写真 2.4.2.1)。屋内運動場には1階に3箇所、2階に2箇所設置した。玄関と倉庫には1箇所ずつ設置した。外気温測定のため、外廊下に1箇所設置した。測定高さは床から約 1.5m とした。測定間隔は5分間とした。



写真 2.4.2.1 温度計 (右：室内用、左：屋外用)

測定期間は、冬季では 2016 年 12 月 26 日～2017 年 1 月 12 日の 18 日間とし、夏季では 2016 年 8 月 23 日～2016 年 9 月 1 日の 10 日間とした。

(2) 結果・考察

居住者不在 (人体発熱なし) の条件で、かつ、開口部閉切りの条件で自然室温を測定した。目的は、体育館のおおよその外皮性能を把握することに加えて、伝熱解析モデル作成時の参考とするためである。

(2. 1) 冬季の自然室温 (閉切り時)

図 2.4.2.3 に、冬季 3 日間の自然室温を示す。おおよその天候は、12/29 は曇天、12/30 は薄曇、12/31 は快晴である。

居住域である 1 階 (測定点①) の日中最高空気温度は、曇天の 12/29 では約 8°C、薄曇の 12/30 では約 16°C、快晴の 12/31 では約 18°C まで上昇している。窓から日射の入る 2 階 (測定点⑥) の日中最高空気温度は、曇天の 12/29 では約 11°C、薄曇の 12/30 では約 21°C、快晴の 12/31 では約 25°C まで上昇している。

居住域である 1 階 (測定点①) の夜間最低空気温度は、曇天の 12/29、薄曇の 12/30、快晴の 12/31 のいずれも約 4°C まで低下している。窓から熱が逃げる 2 階 (測定点⑥) の夜間最低空気温度は、曇天の 12/29、薄曇の 12/30、快晴の 12/31 のいずれも約 3°C まで低下している。

室温が低下する夜間・朝方でいかに不快でない熱環境を形成するかが課題となる。

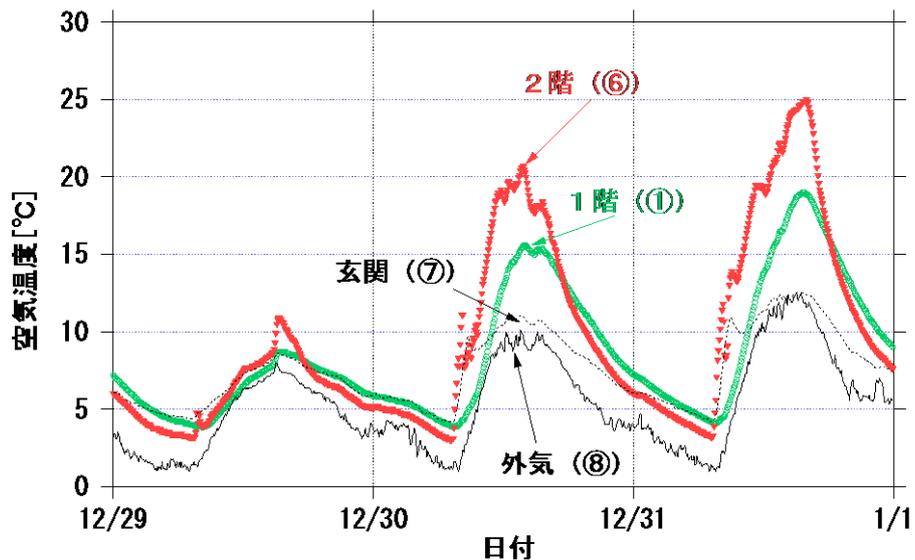


図 2.4.2.3 冬季自然室温（居住者不在、開口部閉切り）

（2. 2）夏季の自然室温（閉切り時）

図 2.4.2.4 に、夏季 3 日間の自然室温を示す。おおよその天候は、8/24,8/25,8/26 のいずれも快晴である。

居住域である 1 階（測定点①）の日中最高空気温度は、8/24,8/25,8/26 のいずれも約 38℃まで上昇している。窓から日射の入る 2 階（測定点⑥）の日中最高空気温度は、8/24,8/25,8/26 のいずれも 40～41℃まで上昇している。

居住域である 1 階（測定点①）の夜間最低空気温度は、8/24,8/25,8/26 のいずれも約 28℃まで低下している。窓から熱が逃げる 2 階（測定点⑥）の夜間最低空気温度は、のいずれも約 27℃まで低下している。

また、昼間においては、まず、朝日が差し込む東側の玄関（⑦）の温度が高くなり、次に、南側の 2 階ギャラリー（⑥）の温度が高くなり、最後に、南側の 1 階屋内運動場（①）の温度が高くなる傾向が見られる。

室温が上昇する昼間でいかに不快でない熱環境を形成するかが課題となる。

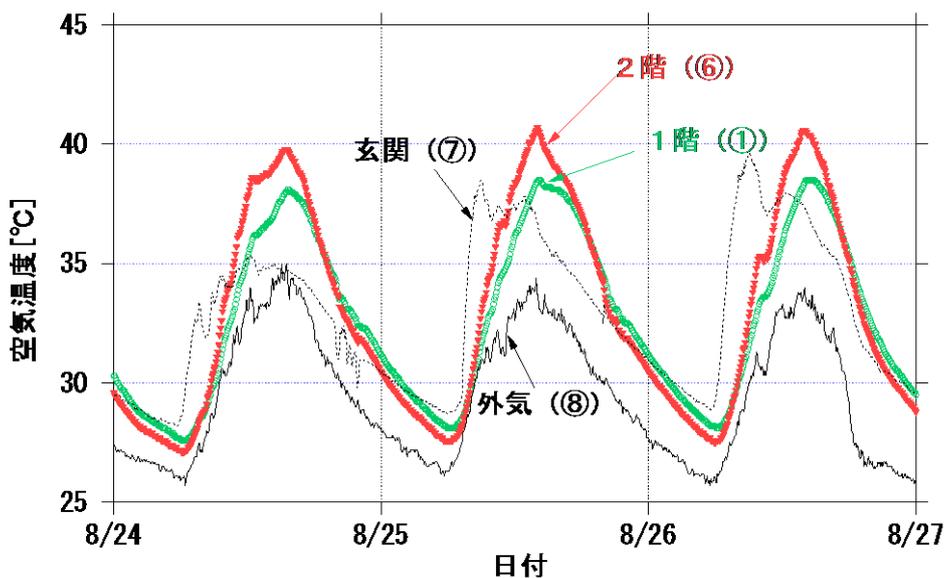


図 2.4.2.4 夏季自然室温（居住者不在、開口部閉切り）

2. 4. 3. 伝熱解析

建築熱環境デザインソフト Solar Designer を用いた。Solar Designer は、国土交通省建築研究所で作られたシミュレーションプログラム PASSWORK をベースにしたものである¹⁾。

(1) 計算方法

まず、建物の熱の系が複数の節点（質点）で構成される熱回路網（Thermal Network）で表されるものとし、この熱回路網の各々の節点（室内空気・床・壁・天井・窓などの表面や内部）について微分方程式（エネルギー収支式）を立てる。次に、微分方程式を、後退差分式にして近似化する。最後に、未知数（各節点）と同数の後退差分式を、連立方程式として解くことによって各節点の温度を求める。

(2) 計算条件

建築の熱環境は、「躯体仕様」・「気候特性」・「住まい方」の3者が影響する。

(2. 1) 躯体仕様

対象建物は福山市立今津小学校体育館（写真1）を対象とし、対象空間は建物内の（倉庫等を除いた）屋内運動場とした。なお、対象空間は、長方形形状（幅 37.3m×奥行 20.4m×高さ 7.5m）でデフォルトした。建物方位は真南である。

東側・南側・北側の複数個の窓は合計面積と同じ大きさの窓を1つ設定してデフォルトした。窓寸法は、東側 11.8m×1.1m、南側 22.5m×3m、北側 22.5m×3m とした。

表 2.4.3.1 に、躯体材料を示す。建築図面から読み取った実仕様材料（表中左側）から、伝熱

への影響が無視できない材料（表中右側）を抽出してディフォルメした。なお、床・基礎は、高床式を考慮して、空気層よりも上部の材料のみを考慮し、空気層温度は外気温と等しいとした。

表 2.4.3.1 躯体材料

		実仕様			ディフォルメ			
		No.	材料名	厚さ [mm]	No.	材料名	厚さ [mm]	日射吸収率 [-]
窓	屋外 ↓ 室内	1	単板ガラス	5	1	普通単板ガラス	5	✕
		2	夜間断熱戸（気泡緩衝材）	5	2	夜間断熱戸（気泡緩衝材）	5	
外壁	屋外 ↓ 室内	1	ALC板	100	1	ALC	100	0.4
		2	木毛板	30	2	木毛セメント板（難燃品）	30	0.4
屋根・天井	屋外 ↓ 室内	1	長尺カラー鉄板	0.5	1	鋼材	0.5	0.7
		2	アスファルトフェルト（20kg敷き）	-	省略			
		3	木毛マグネシウム板	25	2	木毛セメント板（難燃品）	25	0.4
床・基礎	室内 ↓ 屋外	1	ダンボール（5mm厚×3枚）	15	1	ダンボール（5mm厚×3枚）	15	0.4
		2	フナプライフローリング	15	2	合板	15	(0.4)
		3	硬質セイン板	15	3	硬質繊維板	15	✕
		4	空気層（高床）	330	高床を考慮			
		5	コンクリート	120				
		6	割栗石	120				

(2. 2) 気候特性

図 2.4.3.1・図 2.4.3.2 に、解析で用いた気象データを示す。広島県福山市の1月・8月それぞれの代表的な3日間の気象データを用いた。1日目：快晴、2日目：曇天、3日目：薄雲が想定されている。

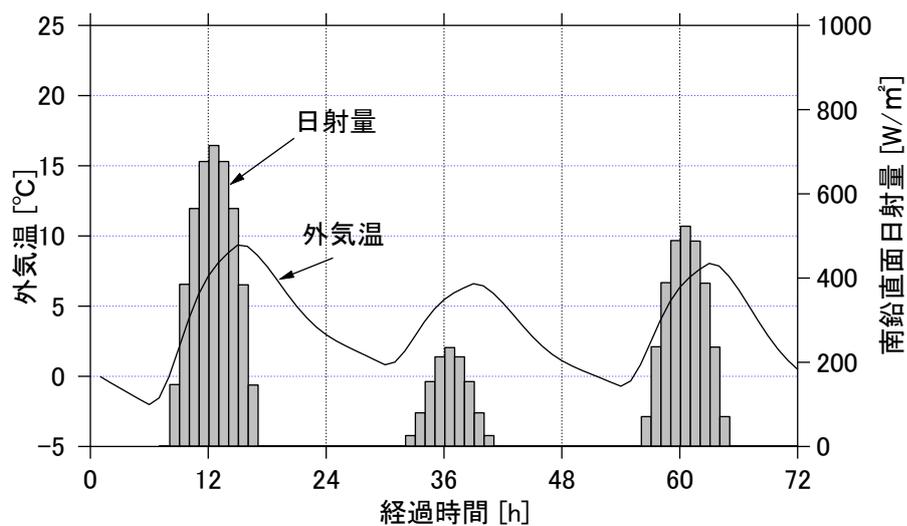


図 2.4.3.1 気象データ（福山・冬季）

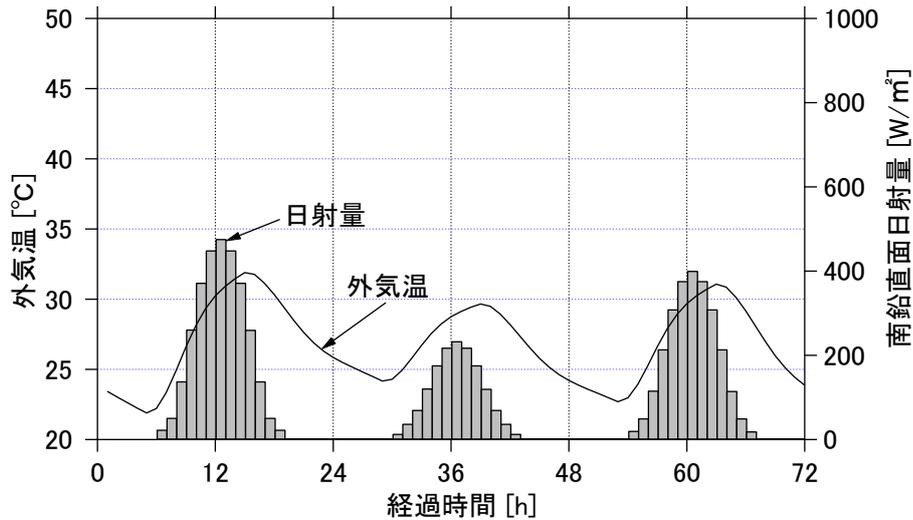


図 2.4.3.2 気象データ (福山・夏季)

(2. 3) 住まい方

表 2.4.3.1 に、居住者の住まい方スケジュールを示す。

(a) 居住者人数

避難所の「居住スペース」は、1人あたり最低 2 m²とされている²⁾。対象体育館（屋内運動場）の床面積は約 760 m²であり最大 380 人収容できることになる。しかし本研究では、間仕切り（幅 2m×奥行 2m×高さ 2m）ユニット³⁾を 60 個設置することを想定するとともに、床面積 4 m²の間仕切りの中に避難者 3 人が居住する条件を想定し、居住者人数は 180 人（60×3 人）とした。居住者 1 人あたり、人体発熱 100W、CO₂ 発生量 0.02 m³/h とした。

(b) 暖冷房

冬季暖房時は、暖房装置として開放式ストーブ 4kW・4 台を想定した。ストーブからの CO₂ 発生量は燃料量 1kW あたり 0.12m³/h とした⁴⁾。

夏季冷房時は、冷房装置として気化式冷風発生装置 4.5kW・4 台を想定した。これは、人体発熱分 18kW（100W×180 人）を除去する能力・台数である。

(c) 換気

必要換気量は、室内 CO₂ 濃度を基準にして求めた。外気濃度 400ppm として室内 CO₂ 濃度を 1000ppm に維持するための必要換気回数は、居住者からの CO₂ 発生量のみ考慮した場合には 1.0 回/h となる。

冬季暖房時は、居住者に加えて開放式ストーブからの CO₂ 発生量も加えると必要換気回数 1.6 回/h となる。

夏季自然換気時は、自然換気が比較的良好に行なわれている場合を想定して換気回数を 15 回/h とした。

(d) 夜間断熱戸（冬季）

窓面内側に高性能気泡緩衝材（熱伝導率 0.031 W/(m・K)）を設置して、夜間断熱戸とした場合の窓面の熱貫流率を 2.0 W/(m²・K)とした。

(e) 外付け日除け（夏季）

窓面外側にすだれを設置した場合の「日射透過係数」は 30%とした。

表 2.4.3.1 住まい方スケジュール

				時刻																							
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
冬季	(a) 居住者	人体	100 W×180 人	18 kW	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	(b) 暖房	ストーブ	4 kW×4台	16 kW	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	(c) 換気	必要換気量	ストーブなし	1 回/h	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
			ストーブあり	1.6 回/h	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
(d) 夜間断熱戸	気泡緩衝材 (φ10)	熱貫流率	2.0 W/(m ² ・K)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
夏季	(a) 居住者	人体	100 W×180 人	18 kW	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	(b) 冷房	気化式冷風発生装置	4.5kW×4台	18 kW	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	(c) 換気	必要換気量		1 回/h	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
自然換気		15 回/h	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				

(3) 比較ケース

表 2.4.3.2 に、数値解析で比較したケースを示す。居住者（人体）・建築外皮（パッシブシステム）・暖冷房装置（アクティブシステム）の3者の組合せについて、冬季・夏季ともに5つのケースを比較した。

Case 1 は、居住者なしの場合であり、すなわち、自然室温である。Case 2 は、居住者ありの場合である。Case 3 は、Case 2 に対して、冬季では窓面に気泡緩衝材を設置し床面に段ボールを設定して断熱性能を高めた場合であり、夏季では窓面にすだれを設置して日射遮蔽性能を高めるとともに開口部を開けて換気を促進した場合である。Case 4 は、Case 2 に対して、冬季ではストーブを設置して暖房を行なった場合であり、夏季では気化式冷風発生装置を設置して冷房を行なった場合である。Case 5 は、Case 2 に対して、Case 3 と Case 4 の双方を実施した場合である。

表 2.4.3.2 比較ケース (上表：冬季、下表：夏季)

		人体	パッシブ	アクティブ	必要換気回数 [回/h]
		居住者	気泡緩衝材 + ダンボール	ストーブ	
冬季	Case 1	×	×	×	1
	Case 2	○	×	×	
	Case 3	○	○	×	
	Case 4	○	×	○	1.6
	Case 5	○	○	○	
		人体	パッシブ	アクティブ	必要換気回数 [回/h]
		居住者	すだれ + 温度差換気	気化式冷風 発生装置	
夏季	Case 1	×	×	×	1
	Case 2	○	×	×	
	Case 3	○	○	×	15
	Case 4	○	×	○	1
	Case 5	○	○	○	15

(4) 結果・考察

(4. 1) 冬季の伝熱シミュレーション

図 2.4.3.3・図 2.4.3.4・図 2.4.3.5 に、天井表面温・室温・床表面温を示す。

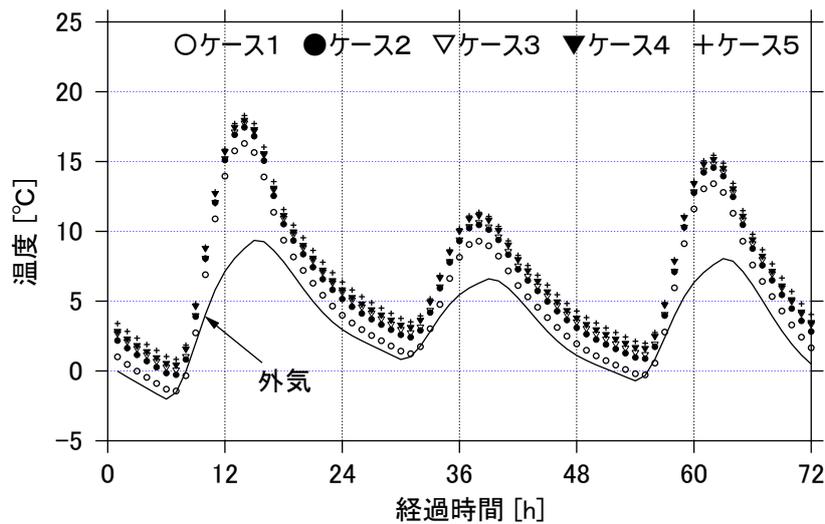


図 2.4.3.3 天井表面温 (冬季)

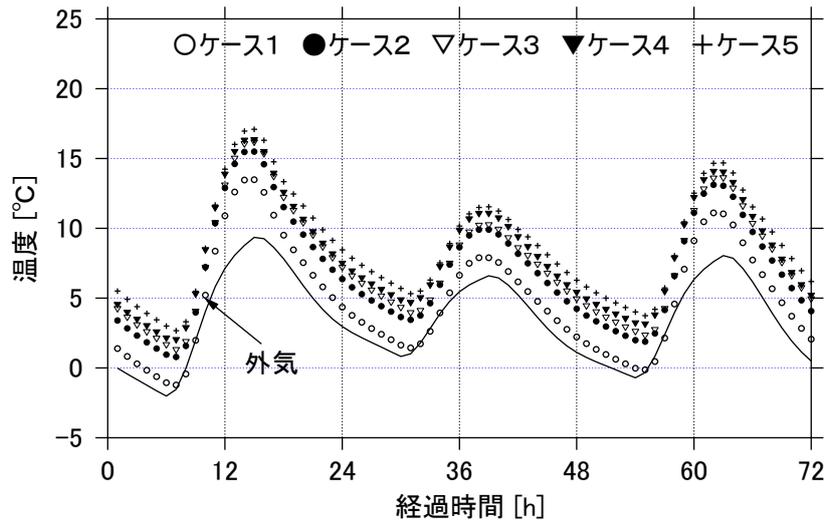


図 2.4.3.4 室温 (冬季)

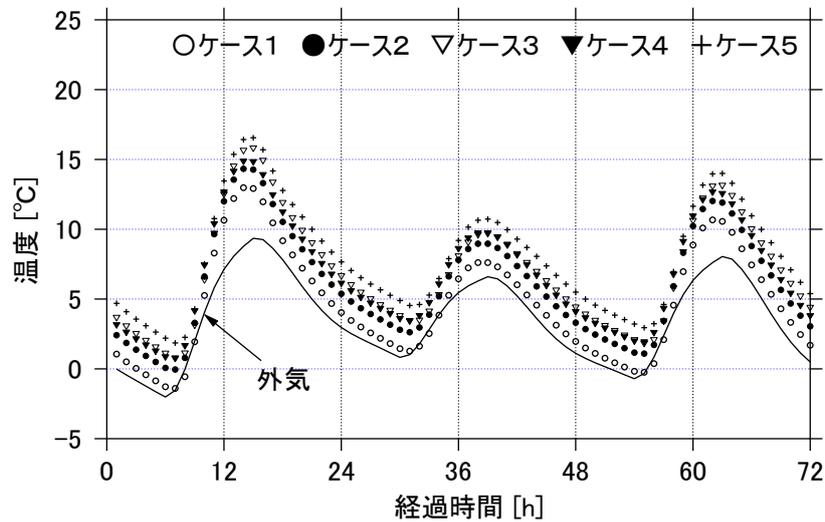


図 2.4.3.5 床表面温 (冬季)

図 2.4.3.4 の室温を見ると、快晴日（1日目）昼間ではケース1を除いて15°Cを上回っており、快晴日（1日目）朝方ではすべてのケースが5°Cを下回っている。外気温が-2°Cまで低下した5～6時では、室温の大きい順は、ケース5、ケース4、ケース3、ケース2、ケース1になっている。建築外皮性能向上と暖房装置を組み合わせることが効果的であることが確認できる。

図 2.4.3.3 の天井表面温を見ると、室温（図 2.4.3.4）・床表面温（図 2.4.3.5）に比べて昼間は高くなり、夜間は低くなっている。これは、昼間には日射熱が、夜間には実効放射が影響していると考えられる。

図 2.4.3.5 の床表面温を見ると、昼間・夜間ともに室温（図 2.4.3.4）よりも温度が低い。これは、高床式が影響していると考えられる。

(4. 2) 夏季の伝熱シミュレーション

図 2.4.3.6・図 2.4.3.7・図 2.4.3.8 に、天井表面温・室温・床表面温を示す。

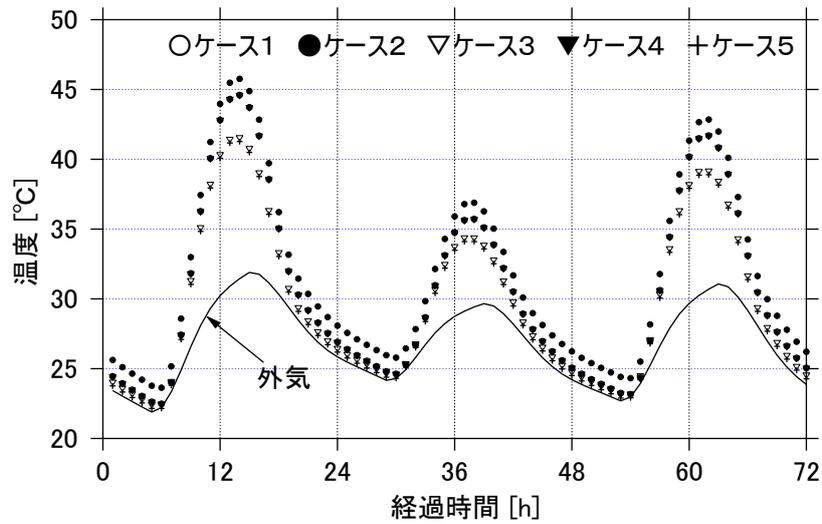


図 2.4.3.6 天井表面温 (夏季)

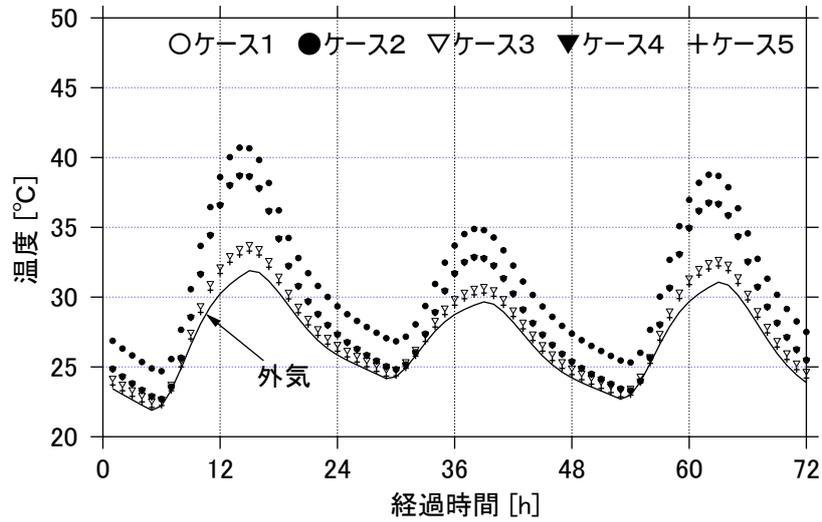


図 2.4.3.7 室温 (夏季)

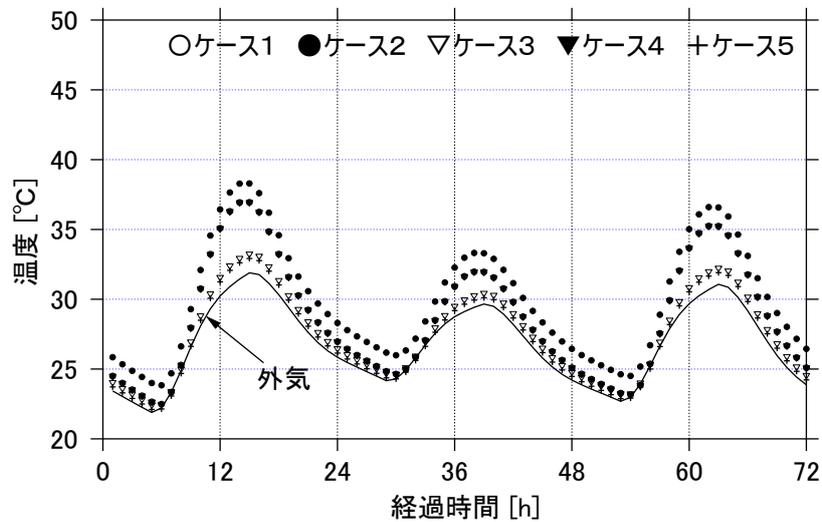


図 2.4.3.8 床表面温 (夏季)

図 2.4.3.7 の室温を見ると、昼間ではケース 1・2・4 は、35℃を上回り、快晴日（1 日目）にはケース 2 は 40℃を上回っている。一方、夜間ではすべてのケースが 30℃を下回っている。外気温が 32℃まで上昇した快晴日（1 日目）昼間では、室温の大きい順は、ケース 2、ケース 1、ケース 4、ケース 3、ケース 5 になっており、35℃を下回っているのはケース 3 とケース 5 だけである。このことから、熱負荷に対して冷房装置の熱除去量（能力・台数）が不足している場合（本研究では居住者発熱分のみ除去することを想定）では、冷房装置稼働時でも開口部を閉切らず開放した方が有効であると推測される。冬季の場合（図 2.4.3.4）と同様に、建築外皮性能向上と冷房装置を組合せた場合が最も熱的改善効果が高いことが確認できる。

図 8 の天井表面温を見ると、室温（図 2.4.3.7）・床表面温（図 2.4.3.8）に比べて昼間は高くなり、夜間は低くなっているこれは、冬季の場合（図 2.4.3.3）と同様に、昼間には日射熱が、夜間には実効放射が影響していると考えられる。

図 2.4.3.8 の床表面温を見ると、昼間・夜間ともに室温（図 2.4.3.7）よりも温度が低くなっている。これは、冬季の場合（図 2.4.3.5）と同様に高床式が影響していると考えられる。

2. 4. 4. おわりに

（1）結論

自然災害等の非常時に避難所として用いられる小学校体育館は、避難所としての使用が想定されて設計されているわけではない。窓や壁などの建築外皮の断熱性能が比較的低く、暖冷房設備が設置されていないことがほとんどである。

本研究では、福山市立今津小学校の体育館を対象とし、応急的な建築外皮性能向上と後付け暖冷房装置を組合せることでどの程度まで熱環境を改善できるのかを、伝熱解析によって定量的に検討した。

冬季については、床面に段ボールを敷いたり窓面内側に気泡緩衝材を設定したりして建築躯体の断熱性能を少しでも高くするとともに、開放式ストーブを体育館内に設置して暖房した場合などの効果を把握した。

夏季については、窓面外側にすだれ等を設置して日射遮蔽性能を高くするとともに、自然換気を行なった場合などの効果を把握した。

（2）今後の課題

（2. 1）熱気流解析（CFD 解析）

プライバシーの観点から設置の標準化が提案されている間仕切り（2m×2m×2m）のある空間を対象として、できるだけ不快でない熱・空気環境を実現する工夫について熱気流解析（CFD 解析）によって検討する。これについては既に検討を始めているが、解析の信頼性や精度の向上にさらに時間を要するので、次年度の課題として検討を進める。



写真 2.4.4.1 避難所間仕切り

(写真の出典：http://www.shigerubanarchitects.com/works/2016_kumamoto/)

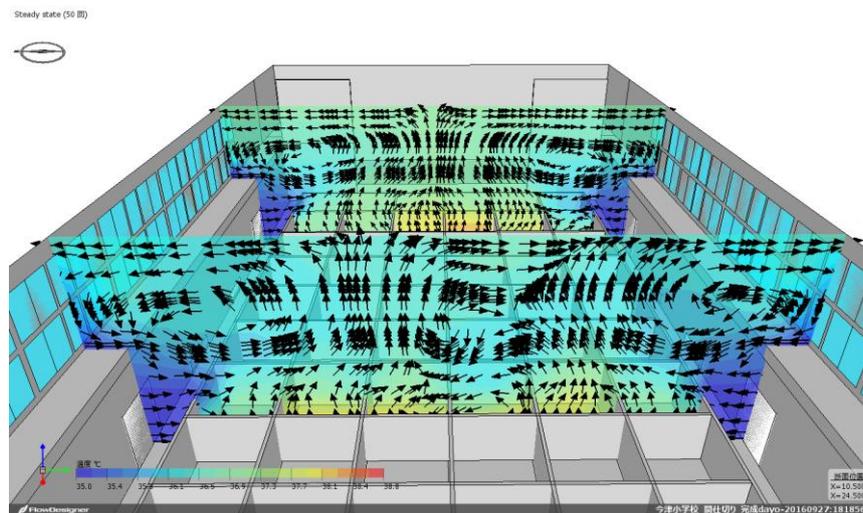


図 2.4.4.1 熱気流解析 (CFD 解析) の一例

(2. 2) 検証実験

伝熱解析と熱気流解析（CFD 解析）の双方で検討した工夫の効果を、小学校体育館に間仕切りを設置した実大モックアップ実験によって検証する。

(2. 3) 防災スティ

「アクティブ防災®」の一環として、平時に住民が小学校体育館に宿泊する「防災スティ」を提案・実施し、「防災スティ」の防災力向上効果を調査する。

「アクティブ防災®」とは、防災の視点で行なうアウトドアイベントを通じて家族の防災をアップさせる活動であり、その一環として「防災ピクニック®」などがあり、NPO 法人ママプラグ（特定非営利活動法人 MAMA-PLUG）が提案・実践しているものである⁶⁾。

表 2.4.4.1 アクティブ防災®

	生活域	野山
歩き	防災ウォーク	防災ハイキング
地図	防災マップ	
食事	防災ピクニック®	
宿泊	防災スティ	防災キャンプ

表 4 は、これまで提案・実施された「アクティブ防災®」の要素イベントを整理したものである。その中で、宿泊イベントとして、“野山”で宿泊する「防災キャンプ」は提案・実施されているが、“生活域”で宿泊する「防災スティ」（本プロジェクトで考案・命名）はまだ提案・実施されていない。そこで、「防災スティ」として避難所（小学校体育館）に宿泊することに着目した。

「防災スティ」実施する際、「検証実験」（4. 2. 2）も同時に実施できる。

以上の検討によって、避難所施設熱環境の改善モデル提案を目指す。

【参考文献】

- 1) 小玉祐一郎・武政孝治：設計支援を目的とするパッシブソーラーシステム性能予測技法の研究 (1)パソコンを用いたプログラムの開発と検証、日本建築学会計画系論文報告集、第 374 号、pp.44-53、 1987.4.
- 2) 日本防災士機構：防災士教本（第 3 版）、 p 98、 2014 年 10 月 15 日.
- 3) 避難所用・紙の間仕切りシステム [避難所用・紙の間仕切りシステム-熊本地震での活用-] (<https://www.g-mark.org/award/describe/44378?token=ULRFkf6PMr>) (2016.12.28)
- 4) 空気調和・衛生工学会規格 HASS 102-1996.
- 5) アクティブ防災 (<http://www.active-bousai.com/>)
- 6) 伊澤康一・村上雅也・前田善貴：避難所体育館の熱・空気環境に関する基礎的検討—伝熱解析と水分収支解析—、福山大学工学部紀要、第 40 巻, 2017 年 2 月（掲載予定）
- 7) 伊澤康一：避難所体育館の熱環境解析による基礎的検討、日本建築学会中国支部研究発表会研究報告集、島根大学、2017.3（掲載予定）

2. 5. 模擬避難

今津小学校の海側の麓に広がる学区より、夜中に今津小学校に向け避難する模擬避難を実施し、夜中に停電が重なった場合、更に想定した避難経路が被災して不通になった場合の避難における問題点、課題を抽出すると共に、参加者の防災意識の向上を図った。

当初は学区の小学校児童の家族、一般住民も含めた模擬避難を検討したが、今津小学校において土曜及び日曜の開催が困難であったことから、平日の午後5、6時限目に実施時間を設定し、防災教育を兼ねた授業とした。これに伴い、平日の参加が難しく、また参加人数も読み難い一般住民及び父兄の参加は断念し、小学生のみの避難体験に集約した。本模擬避難では夜中において地震が発生し、更に停電が重なった場合の複合的阻害要因の発生を想定している。この状態を模擬するため、足元だけが微かに見えるように調整した装着具（遮光ゴーグル、写真2.5.3.1、写真2.5.3.2）を準備し、模擬避難体験者がこれ装着し模擬避難を行う事とした。このため、避難体験者の安全確保のための介助者（安全確保要員）が必要でありその人数確保にも限界があるため、模擬避難の対象者も人数制限を行い小学校6年生1学年のみとした。今津小学校の6年生は63人であり、班分けをして班で1名を模擬避難実施者とし、時間を区切って実施者を交代する事で生徒全員が模擬避難を体験し、且つ十分な安全確保要員が配置できるよう配慮した。



写真 2. 5. 3. 1 遮光ゴーグル（側面）

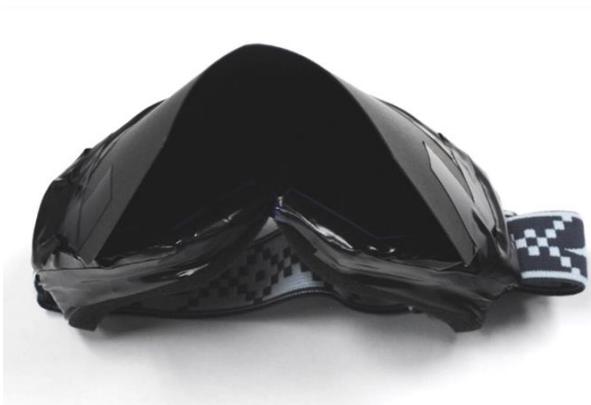


写真 2. 5. 3. 2 遮光ゴーグル（斜め下）

2. 5. 1. 模擬避難実施エリアの設定

模擬避難は通常の避難訓練のように指定された避難経路を移動するのではなく、各模擬避難体験者が迷いつつ避難経路を選択していくので、線ではなく面で範囲を指定する必要があり、そのエリア内のすべての道についての移動を考慮する必要がある。

図 2.5.1.1 に今津学区の範囲を示す。図の太い実線で囲まれた範囲が学区であるが、避難に際して川を越えることは好ましくないため、今津小学校が避難場所として指定されている地域は藤井川と本郷川（点線で表示）で囲まれた領域である。このため、模擬避難の実施範囲を上記実線の領域内にて検討した。前述したように、実施を小学校の午後の授業としたため、実施時間は昼休み後から下校時間までの2時間に限定され、その間に小学校から避難開始地点に移動し、模擬避難を体験しつつ学校に戻るということが要求された。また、模擬避難実施者は、遮光ゴーグルを装着し視界が十分に取れない状態となるため、安全を考えると幹線道路と横切る経路は避けるべきと判断した。この観点から、実施エリアの南限を国道2号線とし、それより今津小学校に近い北側に位置する高諸神社と今津東集会所の近傍をスタート地点とした。

この実施エリアの概括の位置を図 2.5.1.1 中に一点鎖線にて示し、詳細を図 2.5.1.2 に示す。図の左下に高諸神社が、右端に今津東集会所があり、この2者は広場を有しており生徒が移動して集合し、諸注意、出発待機に好適であった。模擬避難のスタートは図中の各々の待機場所に近い2地点、計4地点とした。これは、班を順次にスタートさせていった場合、最後の班の出発が遅れ、実施時間内に模擬避難を終了することが難しかったためであり、4班の同時スタートとした。図の中ほどを左右に山陽道が横切っているが、これはかつての街道であり、このエリアはこの山陽道沿いの宿場町であった。このため、築年数の古い家が多く、また路地も狭く入り組んでいて避難にとってはリスクの高い所と言える。山陽道は今日では狭い生活道路となっているが、比較的交通量が多く小学校の通学経路もこの道路の通行は避け街路を通過するように設定されている。図 2.5.1.2 にもこのエリア内の通学経路を色付けして示したが、エリアの東西にて山陽道を横切り山手（北側）の路地を通過して丘を少し登った所にある薬師寺の近くで合流し、学校への丘の登り路となる。学校の通学経路は防災上の避難経路としての検討はされておらず、交通安全を第一に自動車の交通が少ない道が選定されている関係



図 2.5.1.1 今津学区と模擬避難実施エリア

で、道幅の狭い路地が多くなっている。このため、災害発生時にはこれら通学路が被災して通行不能になる可能性が高い。また、今回の模擬避難としては普段歩きなれている経路が不通となった時の迷いを調査するという目的もあるため、先ず通学路は不通とすることとした。

次にそれ以外の道における不通設定に関し検討した。先に述べたように、山陽道は狭く車通りも多いため、遮光ゴーグルを付けた模擬避難者を含む児童集団での通行は交通事故のリスクが強く懸念された。このため、山陽道は横断のみとし、沿って通行する事のない経路設定とすることとした。図 2.5.1.2 に示すように、通学経路以外で山陽道から学校に至る道は薬師寺から南に下る道の一本であり、この道は山陽道と交差して南に延びている路地以外で山陽道に至る経路は全て通行不可に設定した。当初は経路のリスク調査により高リスクとなった道を不通とし、参加した地域住民に経路のリスクに関する認識を与える構想であったが、安全を最優先としたことと、生徒のみの実施となり実際の罹災リスクを反映する必要性が低下したことにより上記の方針となった。この設定により、主な使用道路は国道 2 号線と山陽道の間に東西に延びる街路となった。模擬避難実施者は、この街路から学校に向けて北上し、経路の不通を数度経験したのち、図 2.5.1.2 のほぼ中央にある薬師寺に向かう街路を通過してゴール地点である薬師寺に至る事になる。薬師寺から学校まではほぼ一本道の登りであり迷いの要素は少なく、また薬師寺の地点で海拔 20 m となり津波避難という観点からは安全圏に到達しているので、薬師寺を以て模擬避難のゴールとした。スタート地点からゴールの薬師寺までは長くて 300 m 程度であり、ゴーグル無しの平常の状態ですら 4 分程度の距離である。

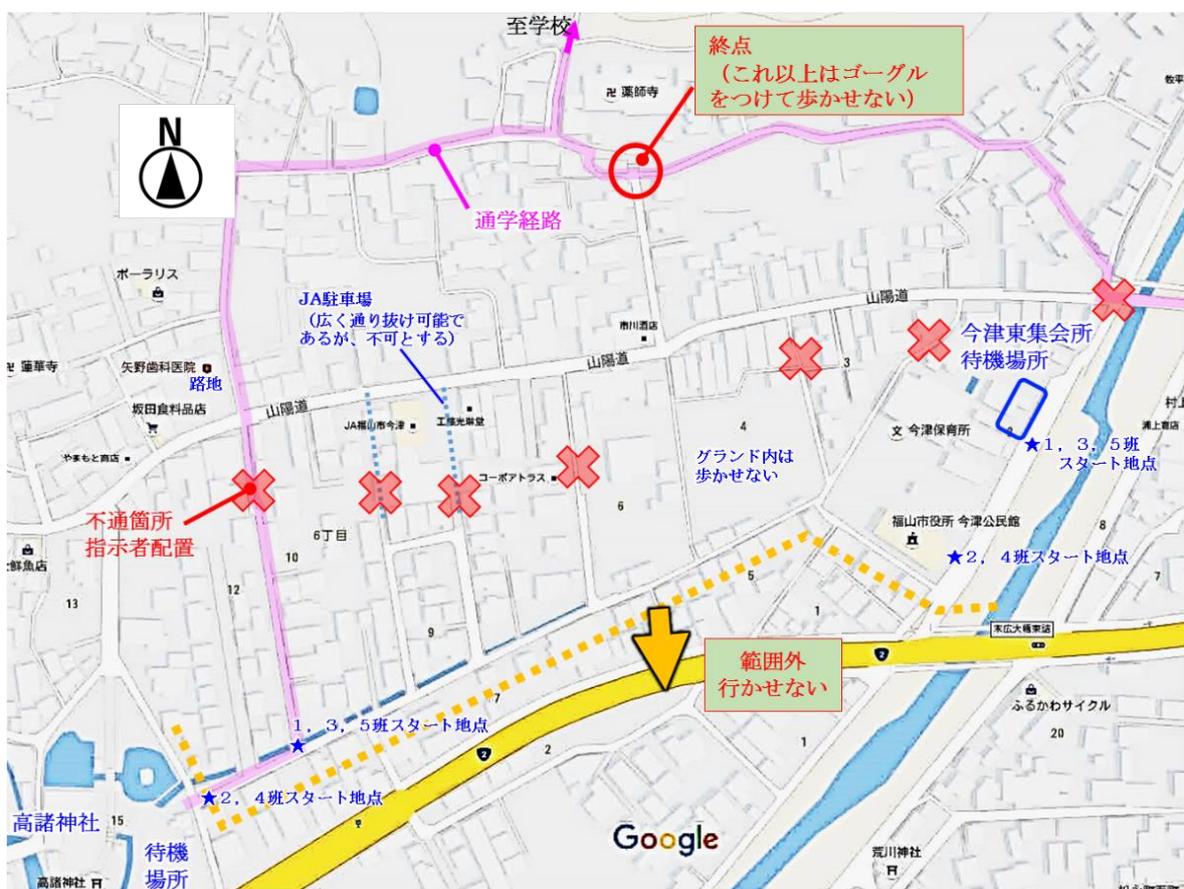


図 2.5.1.2 模擬避難実施エリア

2. 5. 2. 班及び要員の構成

模擬避難では遮光ゴーグルにより視認性が低下するため、安全を確保するための要員の介添えが必須である。万全を期するため、安全確保要員は2名を配置する事とし、1名は福山大学又は今津小学校の教員とし、副として今津学区自治会の協力者で構成した。このような安全確保要員を6年生1学年63人の生徒すべてに付けることは不可能であったため、班分けをして班内で一人ずつ順番に模擬避難を体験することとした。一方、2時間の時間制限の中でスタート地点への移動、模擬避難、帰校、まとめ講義を行うため、模擬避難に充てることのできる時間は30分程度であり。また、交差点での迷いも含めた模擬避難を実感させるには各生徒の実施時間は最低5分程度は必要と考えられた。このため、1学年を高諸神社出発、今津東集会所出発の5班ずつ計10班に分け、1班当たり6～7名として一人5分で模擬避難を交代する事として計画した。この場合、7名班で模擬避難の所要時間は35分となる。

本模擬避難では経路の罹災による不通状態も模擬することとしているため、経路不通を指示する要員を配置することとした。図2.5.1.2に示したように、不通とする経路は7カ所であり7名の経路不通指示要員を福山大学生にて編成し、予備員として福山大学職員2名と福山大学生2名を加えた計31名での実施体制とした。また、模擬避難者の迷いに関するデータの収集に福山大学生を追加配置したが、データ収集機器の台数が6台であったので高諸神社、今津東集会所で3名ずつの配置とし、機番番目の出発班に随行させて調査をおこなった。

2. 5. 3. 事前準備

今津小学校の担当教諭との協議のもと模擬避難要領書、模擬避難誘導要領書を作成し、参加要因に配布、役割説明すると共に、要領書を福山西警察署に提出して道路使用許可を取得した。作成した要領書、誘導要領書を事項以降に掲載した。

参加児童の班分けについては個人情報流出防止に留意し、小学校にて事前に実施したリストを当日に各班の安全確保要員に配布し、事後に回収して裁断処理した。

遮光ゴーグルはスキー用のゴーグルに窓用の減光フィルムを複数枚貼り付けた上、黒の厚紙にて庇を作製した。庇は真直ぐ前方を向いた時に足元の1～2m周辺だけが見えるように形状を調整した。減光フィルムは携帯電話の表示パネル程度で足元を照明する状況が屋外環境の日照下で再現できるよう調節をした。

学校施設の防災力強化プロジェクト 模擬避難要領

日時：11月25日（金） 5限、6限（13：30～15：30）

場所：今津小学校⇄高諸神社、今津東集会所

対象：今津小学校6年生63名（2クラス、31名（内特支1名）、32名）

総責任者：仲嶋（福山大学）

今津小学校責任者：教頭

班分け：6名×7班、7名×3班

安全確保要員：2名／班（主要員は大学教員、小学校教員、副要員は自治会協力者及び福山大学生）

模擬避難の狙い：夜間避難の難しさを児童各人が遮光ゴーグルを装着した避難を行う事により体感させる。また、避難経路に不通リスクのあることを不通経路指示者が道を塞ぐことで理解させる。

模擬避難の内容：各班の1名が遮光ゴーグルを装着し模擬避難を実施。他の児童はその周りで班行動をし、ゴーグルで視界の減少した模擬避難者の安全を見守り、誘導する。模擬避難者の安全は主補助者が確保。副補助者と連携して班全体の安全を確保して模擬避難を実行する。40分の時間内に模擬避難を終えて帰校するために、1名5分でゴーグル装着者を交代し、全員が模擬避難を体験すれば（所要時間約30分）終了して帰校する。不通経路は、各班が1回は経験できるように不通箇所を設定する。リスクマップとは連動させず、各班が必ず経路不通を経験できるように選定する。

迷いに関するデータの取得：データ取得用のIT機器が6台であることから、6班について実施する。データの取得（迷い地点の位置データ、状況の記録）は別途福山大学生を配置する。

事前準備：

- ① 班分け（高諸、今津東集会所とも出発順に1～5班、7名班を前に出発させる）、班内でのゴーグル装着順設定・装着順の名簿作成（名簿は小学校教員が作成し当日配布・当日返却（個人情報保護のため）、模擬避難時に主安全確保要員が携帯し順番を指示）
- ② 事前説明：模擬避難の意義を児童に伝え、遮光ゴーグルを付けた感覚を予め経験させたいうえで、時間競争でなく急がない事、周囲の者が安全をサポートすること、班分け（含ゴーグル装着順）、スケジュール概要を説明する。（担当：今津小学校担任）

模擬避難要員構成：

小学校本部	：教頭先生（小学校にて待機。万が一の場合に連絡。指示等を行う）
主安全確保要員	：今津小学校教員3名 福山大学教員7名
副安全確保要員	：今津学区自治会8名、福山大学学生2名
安全確保要員控え	：福山大学職員2名
不通経路指示	：福山大学学生7名
迷いデータ収集員	：福山大学学生6名

連絡体制

欠員の発生や事故等不測事態の発生時、総責任者（仲嶋）に連絡。総責任者は必要に応じ小学校本部と相談し、小学校本部と連携し指示を展開する。

タイムスケジュール

	児童	現地スタッフ
13:30	児童集合（玄関前に靴を履いて集合）、 小学校教員3、大学教員2	各出発場所（高諸神社、今津東集会所）に分かれ集合、（福山大学教員5名、今津学区自治会10名、学生9名（控え2名、不通経路指示者7名）。遮光ゴーグル持参 不通経路指示者7名配置（～13:30）
13:30 ～13:40	開始の挨拶、諸注意（大学教員、小学校教員	
13:40 ～14:00	スタート地点へ移動。児童、教員小学・ 大学各2名。	
14:00 ～14:05	人数・補助者確認、最終注意	時間競争でない事を注意徹底
14:05 ～14:41	模擬避難。5分毎にゴーグル装着者を 交代し、全員が体験すれば（30分または 35分）模擬避難を終了し帰校。詳細 は模擬避難誘導要領参照	安全を最優先し誘導。主誘導者は常にゴー グル装着者を介助し、安全に細心の注意を はらう。副補助者は、全体の安全の確認、 迷いデータの取得を行う。
～14:55	体躯館前集合、人数確認。挨拶後、生徒 は。図書室へ移動	不通経路指示者：最終組通過を確認後、今 津小学校に集合。→挨拶後解散
15:00 ～15:20	災害と避難に関するプレゼン（図書室）	
15:20 ～15:30	挨拶・終了→下校	解散

雨天：順延（小雨時の判断は小学校主体で協議。12:15に決定し連絡）＊順延予備日は要相談

模擬避難誘導要領書

模擬避難誘導要領

学校からスタート地点への移動

- ・ 教員が各スタート待機場所に引率。
- ・ 各スタート地点に到着時に、児童にトイレ確認。
- ・ 小学校教員が生徒を班に編成。福山大学指示者（高諸：仲嶋、今津東集会所：中道）が、安全確保要員を各班に配置。班員名簿を配布。

出発

- ・ 出発順に班をスタート待機場所からスタート点に移動し、予め定めたゴーグル装着順の1番にゴーグルを付けさせ、出発する。
- ・ 出発地点での混雑を避けるため、高諸、今津東集会所各出発それぞれで2班ずつ同時（全体としては4班同時）の出発とする。地点を2地点分けて、約3分毎に3回の出発とする。

模擬避難時

- ・ ゴーグルをつける児童を5分毎に交代し、全員（6名または7名）の体験で終了とする。
- ・ 主安全確保要員は児童、特にゴーグル装着児童の安全（溝、自動車）に注意し、ゴーグル装着児童の安全を即座に確保できるよう、手の届く直後又は斜め後ろに配置する。道路でないところ（グラウンドは経路せず入らせない）に行こうとする場合の引き戻しや、想定外の事態に対する判断、対応を行う。
- ・ 副安全確保要員は、ゴーグル装着順リストを携帯し、交代時間のチェックを行うと共に、最後尾に位置し全体の安全に注意する。
- ・ ゴーグルを装着しない児童は、装着児童の安全を見守るよう指導し、装着児童を取り囲む形の集団とするが、道が狭い時は縦列編成にする。
- ・ 終点は薬師寺とするが、早くに薬師寺に到着した場合は、適当な場所まで引き戻して全員を体験させる。
- ・ 山陽道は歩かせない。薬師寺前の経路のみをオープンとし、他の山陽道に出る経路は不通の設定とするが、万一薬師寺前以外で山陽道に出た場合は、安全確保要員が経路不通を宣言して、班をUターンさせる。（不通経路指示者を配置するが、不測の事態を想定）
- ・ 薬師寺前で山陽道を横切る場合、模擬避難児童のゴーグルは外させ、主、副安全確保要員が左右の安全を確認して道路を横断させ、横断後に再装着させる。
- ・ 街路にて車が来た場合は、極力模擬避難児童のゴーグルを外させた上、道端に寄せて危険を回避する。

異常時の対応

- ・ 児童が動かないとき：遮光の不安から児童が歩かない場合、あえて歩行を強要しない。特に怯えるようであれば、その児童はパスし、次の児童に模擬避難を引き継ぐ。
- ・ 遅い班に追いついた時：追いついた班の児童の遮光ゴーグルを外させ、遅い班の前に出て、模擬避難を再開させる。その時、遅い班は、模擬避難児童の歩行をいったん止め、円滑に通過させる。
- ・ 向かい合っでの遭遇の場合、双方が遮光ゴーグルを外して回避・通過した後、再開する。
- ・ 児童がトイレを催した場合：副安全確保要員が児童を今津東集会所、または高諸神社に連れて行き、再度合流する。
- ・ 判断のつかないとき、事故発生時は総責任者（仲嶋）に連絡し、指示に従う。

2. 5. 4. 模擬避難の実施

当日は晴れの好天に恵まれ、定刻通り今津小学校を出発し、通学路を歩いて高諸神社、今津東集会所の各待機場所に集合した。各待機場所にて諸注意を行った後、順次班をスタートさせた。写真 3.3 のように慎重に移動をする生徒も多いが、普段と同等の速度で歩行する生徒も見られた。これは、男子生徒に特に多く見られ、自分が怖がっていない事を示したがる男子特有の心理が働いたものではないかと思われる。また、当日は晴れで直射日光の下であった。遮光ゴーグルは安全のため、減光度を曇天でも十分に道路が視認できるレベルに設定していたため、足元はある程度明瞭に見ることができたことも一因と考えられる。非常に早く歩いていた生徒も曲がり角で曲がらず、最終的には道に迷ってしまい学校と逆側の海の方に歩いていく例があったことから裏付けられる。

早い班では3番目位でゴールに到達する班があり、その場合は適当な場所まで引き戻し残りの生徒にも模擬避難を体験させたが、順番が後ろに行くほど迷いの割合が減少した。これは、遮光ゴーグルを装着していない生徒が同行しつつ通行可能な経路を覚えていくためであり、生徒への防災教育の観点から順番に模擬避難を体験させたが、迷いの調査としては交代なしで1名のみが理想であり、交代する場合も多くとも3名程度に抑えた方が良いと思われる。

帰校後、学校の図書室にて15分程度のまとめ講義として災害と避難に対するプレゼンテーションを行った。南海トラフ巨大地震とそれが発生した場合の津波等被害の可能性について、クイズ的な質問も交えて講義を行い防災に対する意識を生徒に与えることができた。



写真 2.5.4.1 学校校舎前集合



写真 2.5.4.2 避難待機場所への移動（校門）



写真 2.5.4.3 避難待機場所への移動（高諸神



写真 2.5.4.4 避難待機場所での諸注意



写真 2.5.4.4 模擬避難の実施状況(1)



写真 2.5.4.5 模擬避難の実施状況(2)



写真 2.5.4.6 模擬避難の実施状況(3)



写真 2.5.4.7 模擬避難の実施状況(4)



写真 2.5.4.8 模擬避難の実施状況(5)



写真 2.5.4.9 経路不通の指示(1)



写真 2.5.4.10 経路不通の指示(2)



写真 2.5.4.11 おわりの挨拶 (生徒側)



写真 2.5.4.12 おわりの挨拶（スタッフ側）



写真 2.5.4.13 まとめ講義

2. 5. 5. 生徒に対するアンケート調査

模擬避難を行った生徒に対し、選択式及び感想の自由記載で構成されるアンケート調査を実施した。選択式では、経路で迷いは発生したか、危険を何処でどのように感じたか、実際に地震が来た時に都のように行動するかについて質問した。当日は直射日光下で遮光ゴーグルから地面は相当はつきりと見えていたにも関わらず、半数以上の生徒が迷ったという結果が得られた。これは、人が比較的高い位置にある建造物の特徴により位置を認識しており、道の特徴のみでは方向を見失う可能性があることが示唆されていると考えられる。

危険を感じた場所に関しては、圧倒的に溝が多く、次いで段差となる。この地区は側溝に蓋がされている所は殆どなく、また柵も殆ど設置されていないため、この地区の課題を明確に表したものと考えられる。その他では、影が多く4名が怖さを感じていた。当日は直射日光下であり、影による明暗の差が激しかった事からこの結果が得られているが、実際の避難においても道の暗い部分は不明瞭な明かりの元で恐怖感を抱かせ、避難速度を低下させるものと推測される。夜中に地震が起こったらどうするかとの質問に対し、頑張って逃げると答えた回答が多くなっている。これは、直射太陽光で比較的地面が見やすかった事が反映された可能性もあるが、かなり高い数字であり、小学生の積極性がうかがえる。しかし、一方でいったん外に出るとい回答も多く、日和見的になる可能性も考慮しなければならない。

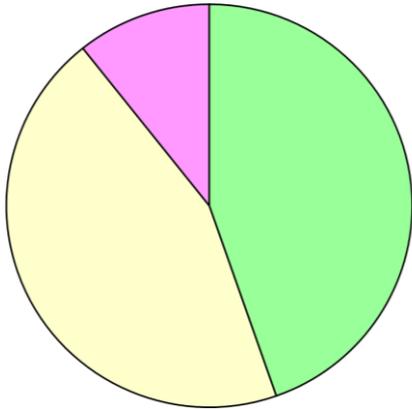
2. 5. 6. まとめ

模擬避難とアンケート調査により、

- ① 暗闇で目印がなくなると道がわからなくなる。
- ② 暗闇で足元だけを見て歩いていると自分の進んでいる方向がどっちなのか失ってしまう。
- ③ 暗闇では、マンホールなど危険なものや単なる道のシミなどの見分けがつかなくなると恐怖心が出てくる。

と言う課題を抽出した。暗がりやで道の情報のみを頼りに歩いていると道に迷い、目的の方角とは異なる方向に歩いてしまいますというのは当初より懸念していた仮説であり、これが検証できている。模擬避難は平常時であり、道に何も落ちていないことが予め分かっている状態であるが、実際の場合には瓦礫等が散乱しており、焦り、恐怖がのしかかったパニック状態であるので、より深刻な状態が発生しうるものとしなければならない。

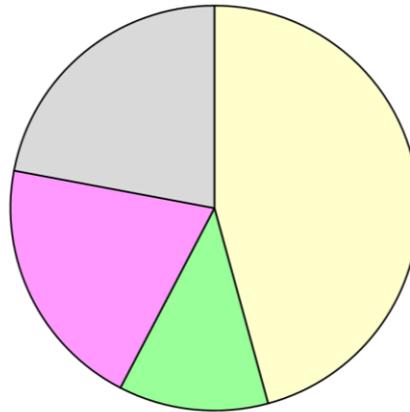
道がわかったか



■ わかった □ ときどき迷った ■ わからなかった

図 2.5.6.1 アンケート結果(1)

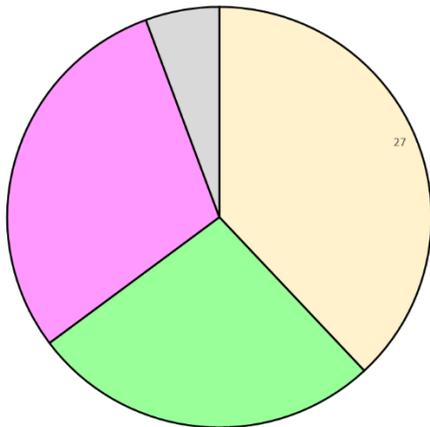
危ないと思った場所



■ みぞ ■ かべ ■ 段差 □ その他

図 2.5.6.2 アンケート結果(2)

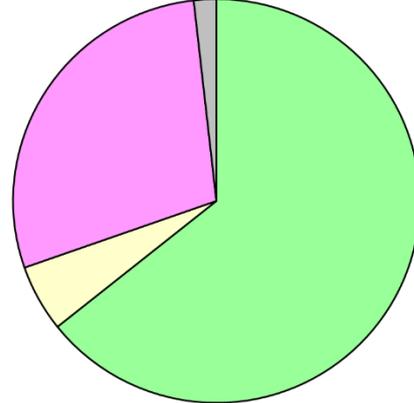
どのように危ないと感じたか



□ 落ちる ■ ぶつかる ■ つまづく □ その他

図 2.5.6.3 アンケート結果(3)

夜中に地震が起こったら、どう行動するか



■ がんばって避難 □ そのまま家にいる
■ いったん家の外にでる □ その他

図 2.5.6.4 アンケート結果(4)

表 2.5.6.1. 小学生アンケート自由記載内容（生徒の手書きをそのままテキスト化）

<p>ぼくは、20～30年後にぜったいおきるということが、こわいけれど今日、訓練したので大丈夫だと思いました。ぼくの場合、目が少しぼやけてしまいます。なので、みぞの近くにさくや、コンクリートでみぞをうめればよいと思います。</p>
<p>とても暗かったけど、道は分かったし、足元が見えたので、ひ難することができました。段差でつまづいた時がこわかったです。</p>
<p>曲がりかどでは、ぶつかると思って怖かったです。避難するときには、いったん家の外に出て、じょうきょうを見る。</p>
<p>今日の訓練で、夜の時は、暗く停電もあるときいたので、南海トラフ地震は、津波が来る前にどのような準備をすれば良いか、家庭でも話し合い、どこにひなんするかを聞き、ひなんするときの準備をして備えておきたいなと思いました。</p>
<p>南かいトラフのこわさがよくわかりました。</p>
<p>きょう、もぎひなんをして本当に夜、てい電しているときに、にげるとどんな感じなのかがわかりました。思ったよりも暗くて足元が見えなかったので、こわかったです。</p>
<p>ふううに歩いていても、少しフラついたけど、道は分かっていたから歩けるし、目がなれたら、よく見えたから、あまりこわくなかったから、自分はよく歩けたと思う。</p>
<p>ゴーグルを付けているときにじぶんがいまどこにいるかがよくわからなかったので、少し怖くなって来ました。みぞなのか、家のかべなのか、区別がよくわからなかったです。「夜の町って怖いなあ」と思いました。</p>
<p>いつも通っている道でもまよってしまいそうになったから知らない道だったらまよってしまうと思う。先生の話聞いて20～30年後に南海トラフ巨大地しんが起るかもと言われていたのでちゃんと災害について考えたい。</p>
<p>いがいとこわくなかった。だけど、みぞに落ちそうになったからみぞのところに、さくをつける。</p>
<p>やってみると案外簡単だった。でも、時々みぞに落ちそうになった。</p>
<p>今日をやってみて、川や海、みぞにおちてしまうかもしれませんでした。</p>
<p>ゴーグルをつけたら、すぐくらかったから、見える、所では、すすめた。もうすごし、坂がゆるやかに、あっていたら、おとしよりもよくあるけると思った。あと、みちの、はしに、さくをつけたらいいと思った。（そこまでこわくなかった）</p>
<p>訓練をしてみて、夜のひなんの大変さがわかりました。道は分かったので、すらすらいけたけど、本当に地しんがおこったら、道路にガラスなどが落ちて、歩きにくそうだなと思いました。また、みぞに落ちそうになっている人がいたので、危ないなと思いました。自分の家が津波に合うと聞き、おどろきました。</p>
<p>南海トラフ大地震による津波のためのひなん訓練をして思ったことは実際に夜に津波が起きたときは、明かりがあってもすごくこわいということです。道が少し分からないところがあったのでがれきやかかわらが落ちてきたら、ひなんするのも大変だと改めて感じました。</p>
<p>何もない明るい場所はある程度見えたけど、影がある場所が何も見えなくてこわかった。自分は大丈夫と思わずに、注意してひなんしたい。</p>
<p>ひなんくんれんをして、とてもこわかったです。（かげを大きい穴みたいに見えて）</p>
<p>ひなん訓練で夜ひなんするのは、少しこわいなと思いました。また、外でのひなん訓練は始めてだったので、とても良い景観になりました。私は、用意をしていないので、自然災害に備えたいです。</p>
<p>やってみた、段差がある所に、気づかず、つまづきそうになって、まっ暗になったら、こけそうと感じました。だからじょうぶなさくを付けて、もっと、まわりを明るくしてほしいと思いました。</p>
<p>夜にひなんすると、けっこう暗くてこわかったです。いざという時に、かい中電とうを持ってすばやくひなんできるか心配でした。もしものために、いろいろ、ひなん準備道具を用意したいです。</p>
<p>さい初はなにも見えなかったけど、だんだん見えてくるようになったので、いまどこにいるのかがわかった。</p>
<p>今日の特別訓練は、かげの所は、より暗くなったので、ぶつかると思いました。学んだことは、地震の危険さと、心の準備です。実際に災害があたとき、落ち着いて行動できるかが心配です。もし、道などか通れないときや、暗くて歩けない時も人と助け合いたいです。</p>

<p>日かげの所がくらくてこわく、足がすくんでしまったけど、日なたの所は明るくて、すたすた歩きました。みぞがあるほそい道は、日かげでこわかったです。みぞの所は、誰かが知らせてくれると安全だと思います。</p>
<p>もし夜に起こったら冷静な判断と落ち着いた行動がとても大切だと思います。かべにぶつかりました。これが夜だと何もわからないと思います。かげのところは、とてもこわかったです。みぞが一番危ないと思いました。夜中だといったん家の外に出てぼーとしていると思います。</p>
<p>ゴーグルをつけたときかげがあるところがくらくてかげがないところは明るかったので少しこわかったです。だけど夜ひなんすることがたいへんだということが分かりました。ひなんグッズをじゅんびしようと思いました。</p>
<p>ひなん訓練をして、みえにくくて少しまちがてた。家のかべに2回もぶつかった。</p>
<p>本当にじしんがおきたら、どうしょーとかこわくてあるけないそんな思いがいっぱいでした。でも、このくんれんをしたおかげで、20~30年後もあんしん</p>
<p>今日、地域を避難してみても地域の人全てが逃げられるか不安になりました。家が倒れたり、地割れでお年寄りの人や子供が逃げ切れなくなるかもしれないです。また津波が起きて学校へ避難するときに急な上り坂が続いていけば、お年寄りの人が大変だと思います。学校へは、一本道だから土砂くずれが起きると大変だと思います。度々地震が起きているので、日本中どこにいても大変だと思います。津波がくるまでの3時間で安全な場所へ行けるように準備しました。</p>
<p>ひかげの所がよく見えなかったので不安でした。40cmでも人がたおれることが新しくわかってはやくひなんをしようと思いました。</p>
<p>四国に「南海トラフ」があって「中国地方にこないだろー」と思っていたけれど、3mぐらいの波がくることにびっくりしました。これからは南海トラフのことや、地震がきたらなどを考えたいです。</p>
<p>ゴーグルをつけていると、下の方しか見えなかったもので、しっかりと準備しないといけないと思いました。大丈夫だと思っても大丈夫ではないので気をつけたいと思いました。</p>
<p>前のひなん訓練がすごくこわかったです。でも、べんきょうになりました。おしえてくださりありがとうございました。</p>
<p>ひなんくん練でぼくは、つなみがこわいなあと思った。一番こわかった所は、かべとみぞのほうがめっちゃこわかったです。</p>
<p>一人がゴールするともう一人とふえて自分も一人がゴールするといけると思った。でもかげのところや細い道など、きょうふを感じた。明るいところはかろうじて見えた。</p>
<p>ゴーグルをつけると、左右がよく分からなくなったので、夜は左右に気を付けてひなんをするといかなと思いました。</p>
<p>今日、ひなん訓練をしてみても、夜での行動は、ふつうだろ〜な〜と思っていましたが、実際やってみると、とても暗くて、なんども来た道を歩いてしまいました。これからは同じようなことが起きてしまったら安全にひなんしたいです。</p>
<p>目の前が暗くて、なにも見えなかったもので、あんまり歩けません。だから、非難するときには、いそがないといけないと思いました。もし、地しんがおこったら、家や建物がくずれて、足元にいろんな物がおちていたら、こわいなと思います。もし、津波が来たら、ぼくたちは、一しゅんで流されるなどと思いました。夜津波が来たら、にげきれないなどと思いました。</p>
<p>実際に、メガネをつけて歩いてみると、はじめはふつうにいけたけど、いきどまりのところから、道がわからなくなってもし本当に津波がきたときのために、ひなん訓練でも本気に取り組んでいきたいです。訓練で、色々なことを身につけました。</p>
<p>ゴーグルをつけたときとてもきょうふ心が出てきて怖かったです。こわいのでスタッフさんのかたをつかんでしまいました。けっこうはずかしかったです。</p>
<p>ぼくは、話を聞いて津波のこわさをしりました。40cmですごくながさされていたので、1mの波がくると、みんな流されるなどと思いました。やってみて暗くてしかいがせまく、かたしかみえなかったです。でも、歩けました。もしおこったときのために準備をしようと思いました。</p>
<p>今日ひなんくんれんをしてみてもがいとや月がなかったりいでんしていたときのようすをそうぞうしてとりくみました。気をつけたことはいつもみんながいるわけじゃないからできるだけおしえずぎりぎりまでおしえないことにきをつけました。自分のばんがきたとき指導とかがないとうげそうになかったです。自分たちは元気だけどお年寄りは足が不自由だから危ないとかんじました。いい体験ができました。</p>

<p>中島先生の話聞いて、いつ地震が来るか分からないので、準備をしないをいけないなあと思いました。また、模擬避難をしてみて、どこにいついるのかが分からなくて目の前があまり見えないので、こわかったけど、サポートの人がいたので安全にすることができました。本当に起きた時はあわてずに、避難しようと思います。3時間後には、津波が来てしまうので、よゆうではなくて、はやくにげようという気持ちでいようと思いました。11/25は、本当にありがとうございました!!</p>
<p>本当に真っ暗で、周りになにがあるかわからなくて、とてもこわかったです。実際に歩くと、暗い場所はとてもこわくて歩けそうにないことが分かりました。</p>
<p>夜に学校を見ると、学校が見えなくて、津波がくるのに3時間あると聞いて、ビックリしました。いままで、すぐにくると思っていました。自分の命を守るには、すぐにひなんしなければならぬことが分かりました。</p>
<p>今日は、かんたんに行けたけど本当の地震が来たときは、家のかわらや、ガラスのはへんとか、たくさんのものがおちていると思うので、油断せずに、おちついて、ひなんしようと思いました。</p>
<p>私は、もし夜に地震が来たら、かわらが落ちていたり、暗い事でとてもひ難がしにくい事がわかりました。それに、もし一人の場合、自分でひ難しないといけないので、道なども良く知っておかないと命をうばわれるかも知れないと思いました。なので、このような訓練があつて、良かったです。</p>
<p>模擬避難で、夜中の地震のこわさを実感しました。ゴーグルをつけると、本当に真っ暗で、何も見えませんでした。だんだん慣れてくると見えました。マンホールやみぞがとくにあぶないと思いました。30年の間には絶対おきる「南海トラフ」は、夜中におきて、津波は3~4mにもなると聞きました。40cmでもいりよくが強いのに、3~4mはとてもきけんだと思いました。でもこの避難訓練で避難のしかたを学んだので、大丈夫だと思います。ありがとうございました。</p>
<p>実際、夜に避難をしなければいけない時は、暗くて足場が悪くてパニックになって、今日のようにできないのでは、と思いました。実際に起こった時は、冷静でいることが大切だと、改めて分かりました。</p>
<p>いつ来るか分からない地しんと津波。(今日の)体験で、夜ひなんする時、まっくらで本当にこわいです。これから家で非常食や水、ラジオやライトを準備したいと思います。気をつけていきます。</p>
<p>私はいつも、あまり津波のことなんて考えていませんでした。でも、今日、避難訓練をしてみて、とてもこわかったです。暗くてあまり見えませんでした。今日、訓練をして、これからは、津波という言葉の頭に入れて、生活していきたいです。また、すぐに避難できるように、ラジオやかい中電灯を準備しておきたいです。</p>
<p>40cmのつなみでも大人が流されるということが分かりました。それで川や海では、大人といっしょにあそばないといけないとよく分かりました。40cmのつなみはどのくらいの速さなのかな?と思いました。夜中の移動は、こわいなあと思いました。</p>
<p>本当に、じしんがおきたら、私は、あせつてにげらねないと思います。だから家ぞくと家で電気をきって練習しようと思いました。ゴーグルはとてもよい勉強になりました。</p>
<p>夜の町の写真をみて「えええ!?!」と思いました。(思っていたより暗かった)津波が3時間で狂って聞いて「おそいのかな?」と思いました。でも、模擬避難を通して、夜、津波がきたら自分は3時間以内ににげることはできないなと思いました。</p>
<p>つけたしゅん間は見えただけ、日かげに入ったら視界がせまくなって見えにくかったです。今日は地面も何もなくてなかったし家も倒れていた想定だったけど、本当に起きたら怖いなと思いました。こう言ったらすぐ着くのにと思っても、通れないところもあったのでいろいろなことも考えて通らないといけないなと思いました。あと、こんな事があるんだと思って今津小学校までの道を知るところと思いました。</p>
<p>今日、教えてもらった事を頭に入れて行動をとります。後、今日実際にゴーグルをかけてやってみると、あまり見えなくて少しの明かりしか見えなくて、本当におこったら冷静に行動できないし、おとしよりは、今津小学校や大成館中学校まで上がれないかもしれないと思いました。</p>
<p>私は、今日のひなん訓練をしてみて、まっ暗でこわかったです。もし、地しんがきて夜だったらもっとパニックになるかもしれません。「地しんはこわい」ということを、1番忘れたらいけないなと思いました。家に帰ったら、地しんについて考えます。</p>

2. 6. 避難に関する課題抽出、対策モデルの策定

2. 6. 1. はじめに

前項までに実施したアンケート調査及び模擬避難では、地域の皆様が災害発生時の避難について持たれている様々な不安や懸念を明らかにした。本項目で説明する研究ではそれらの中から学校防災力強化として解決することが有効な課題を抽出した上で、福山大学にて教育プログラムでも取り組んでいる発想法を適用することで課題解決に資する改善モデルを提案することが目的である。

2. 6. 2. 対策を発想する課題の設定

1) アンケート調査結果から以下の2項目を学校防災力強化として解決することが有効な課題として抽出した。

- ① 学校までの避難経路がいつでも明らかにわかるようになってほしい。
- ② 高齢の方々、子供たちがどの時間帯でも自分の意志で避難を開始できるのかに懸念がある。

2) 3-2項で説明した暗闇を模擬した避難訓練の結果、子供たちの行動から以下に懸念があると判明した。

- ③ 暗闇で目印がなくなると道がわからなくなる。
- ④ 暗闇で足元だけを見て歩いていると自分の進んでいる方向がどっちなのか失ってしまう。
- ⑤ 暗闇では、マンホールなど危険なものや単なる道のシミなどの見分けがつかなくなって恐怖心が出てくる。

2. 6. 3. 創造的な発想法について

前節で示した5項目の課題の解決策は、創造的な発想法によりモデルを提案するが、本研究で適用する創造的発想法をここでは簡単に説明する。

研究や企業活動における課題解決では、各機関・各社で様々な発想法を活用している。本研究の課題解決では、岡山大学工学部 塚本真也先生の著書「創造力育成の方法」にある「メカニカル発想法」^[1]を適用する。本発想法は福山大学では学部横断のプロジェクトラーニング教育、社会連携センターが福山市から受託した道の駅の改善研究及び工学部での地域グループと協働のまちづくり活動で既に適用しており教育・研究実績を挙げている。その“メカニカル”という名前から機械分野で使うものと誤解されがちであるが、「機械的に部品を替えるように・・・」という意味合いを示している。

一般に発想するといっても、普通の人々が頭をひねって「ウン」とうなりながら考えているだけでは、大した考えが浮かばないのが常と言って良い。また夢想状態になって突如アイデアが浮かび上がったり、天啓のごとく閃いてしまったりということはたまに聞く話ではあるもののそれを期待することは現実的ではない。

では、どうしたら多くの解決アイデアを生み出すことができるのか？メカニカル発想法はそれに対する一つの答であり、誰もが課題に関する様々な概念を頭の中で破壊したり、逆転したり、複数化するといった、機械の部品を替えたり増減させるとその動きが変わるような

イメージの思考を行うことで数多くのアイデアを発想することができるようになる。更に発想法の一つとして有名なグループでのブレインストーミング（多くの企業で活用している創造的集団思考法。自由奔放な提案を批判・否定せず、参加者一丸で発想を増やす方法）を併用することで更に多くの発想を得ることが可能である。

本研究で行ったメカニカル発想法のステップを以下に説明する。（図 2.6.3.1 参照）

- I. まず解決すべき課題を発想に参加する全員で共通認識を持つために、「こんな感じ」というレベルの雑談を数分間行う。これが図における最初のステップ発想に求められる「要求」の明確化である。
- II. 課題に関して既に存在する既成概念のキーワードを個人で Web や書籍などで調べリストアップする。各自で調べた既成概念を一つの表にまとめてグループで共有する。
- III. 既成概念表と図 2.6.3.1 にある転換プロセス（増長、縮減、複数化・・・）を付き合わせながら、ある既成概念に転換プロセスの何かをあてはめると新現象が合理的に成立する解決モデルになるというテーマでブレインストーミングを行う。
- IV. ブレインストーミング実施において参加者個人は、転換プロセスを機械的に取り換えたり、既成概念を次々と換えたりすることで考えをくり返し、説明できそうだったアイデアを次々と発言する。

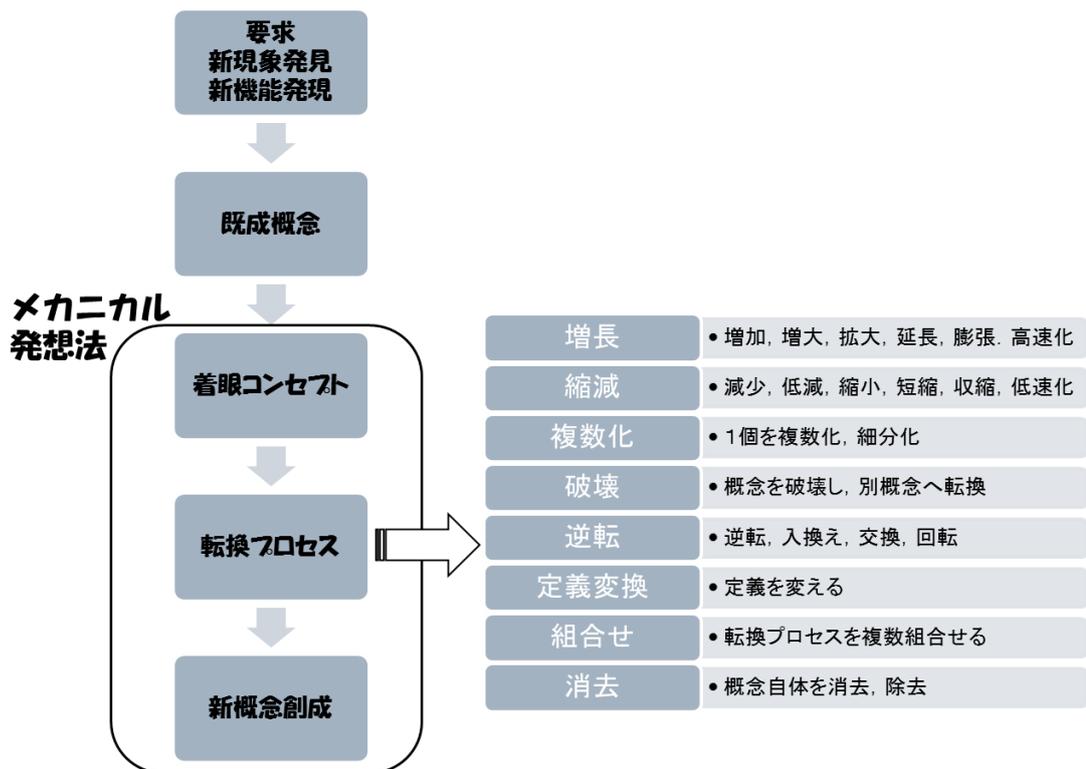


図 2.6.3.1 メカニカル発想法のプロセス

2. 6. 4. 対策モデル策定会議

メカニカル発想法を使った災害発生時の暗闇での地域住民の避難に資する今津小学校防災力強化モデル対策会議は以下のとおり実施した。発想中の様子を図 3-3.2 に示す。

実施日時：平成 28 年 12 月 13 日（火） 15 時 00 分～17 時 00 分

実施場所：福山市 今津公民館

出席メンバー：今津自治会役員（3名）、今津小学校教員（2名）、福山大学教職員（6名）



図 2.6.4.1 発想中の様子

2. 6. 5. 課題に関する既成概念リスト

解決すべき課題に関して既に存在する既成概念は、福山大学教員が対策会議の事前に収集しておいた。対策会議の出席者全員へ提示した既成概念は、大きく「暗闇の避難」と「学校防災設備」に分けてリスト化したものであり、それを表 3-3.1 に示す。

表 2.6.5.1 既成概念リスト

暗闇の避難		学校防災設備	
蓄光材料による経路誘導	防災ラジオ	避難経路確保	イルミネーション
懐中電灯	スマホアプリ	避難所と教育機能区分け	エレベータを付ける
ヘルメットとヘッドライト	車のヘッドライト	車イス対応スロープ化	トイレは和式
ソーラーLED照明	マンホール目印化	断水の備えたマンホールトイレ	女性のプライバシーに配慮したスペース
夜間は避難せず朝に避難	スマホ懐中電灯	浄水機能付きプール	コミュニティプラットフォームサービス
物品、ガラス等の飛散	皆で手をつなぐ	自家発電, 太陽光発電	
広い道に出る	たき火, たいまつ	防寒対策	
360° 周囲に気を配る	車で避難	防災倉庫, 備蓄倉庫	
灯台のような目印	液状化	非常用通信手段	
声かけ	手すりをさわる	安否確認システム	
音声による誘導			

2. 6. 6. 着眼コンセプト別発想リスト

発想は5名ずつ2チームに分かれて実施した。各チームのブレインストーミングでは「着眼コンセプトとした既成概念」と「モデルになりそうな転換プロセス」の2項目を個人が発言した。その記録として付箋紙に発想を各自が記入し白板に貼った状況を図 3-3.3 に示す。

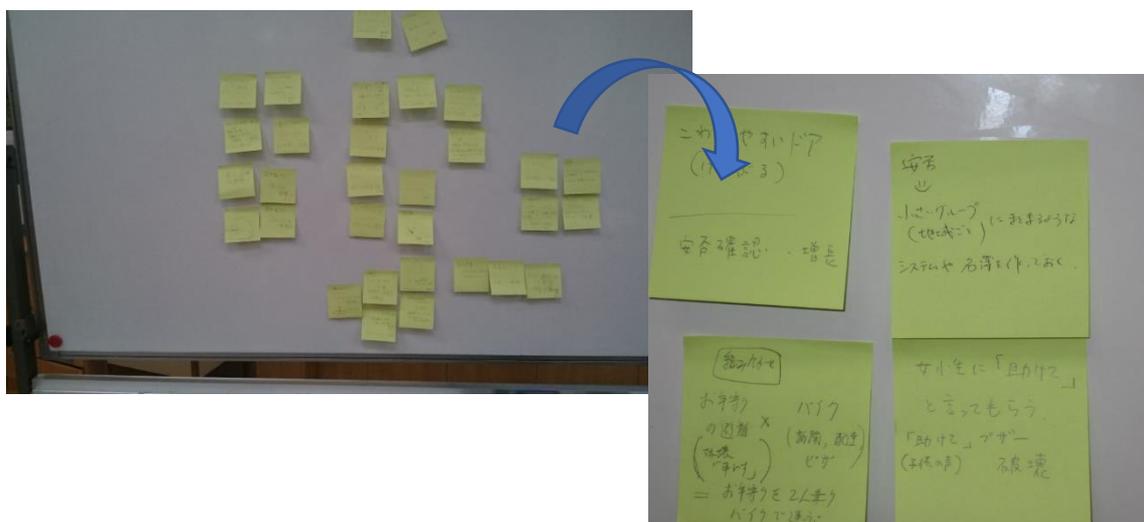


図 2.6.6.1 付箋紙による発想記録状況

2 チームで出した着眼コンセプト別発想結果の全リストを以下に体系的にまとめる。

- 1) ランドマーク、目印、誘導
 - ① 学校の灯りを自動点灯
 - ② 学校に自家発電で4Fに照明をつける
 - ③ 薬師寺の鐘を鳴らして避難時に導く
 - ④ 学校を丸ごとイルミネーション化して避難時に導く
 - ⑤ 学校全体を下から光照射で目立たせ避難時に導く
 - ⑥ 学校に灯台のような設備を付け、学校付近の家の屋根は蛍光化
 - ⑦ 学校の時計塔が非常時には開いて周囲を照らすサーチライトとなる
 - ⑧ 学校から下の地域へ向けて冷気を流し避難時に導く
 - ⑨ 学校から良いにおい(例えばカレー)を流し避難時に導く

- 2) 避難場所、避難経路
 - ① 避難場所を今津小学校だけでなく薬師寺も追加
 - ② 地域ふもとの高層建築物も避難場所にできるように、災害時のみ開錠できるように金槌を準備
 - ③ ドローンで広い道に照明を
 - ④ 倒壊リスクのある空き家を解消する(実施中)

- 3) 批判経路を夜も明るく
 - ① 避難経路の要所に蛍光塗料
 - ② 避難経路にソーラーLED照明設置して、きれいな遊歩道化
 - ③ マンホールに蛍光塗料で矢印、方位、距離などの情報表示
 - ④ マンホールにホタル火を灯して経路誘導
 - ⑤ 車で避難してきた方々の車を並べてヘッドライトを点灯してもらい経路誘導
 - ⑥ 各地から学校までの要所要所にある公衆トイレをライトアップして経路誘導
 - ⑦ 各地から学校までに手すりを設置しその手すりをイルミネーション化
 - ⑧ 手すりをさわりながら避難できるようにわかりやすい矢印のような印を付ける
 - ⑨ 地域名物の「かかし」を避難経路に設置、遠隔点火で燃やして経路誘導

- 4) 共助の避難
 - ① 援助が必要な方のために、リヤカーで避難、皆で背負う、そのための介助者育成
 - ② 避難に援助が必要なご家庭の玄関に未避難ライトを点灯
 - ③ 地域との接触が少ない若年層や転入者を取り込んでネットワーク形成
 - ④ 上流で声をかけると下流で聞こえる公園遊具のような装置を避難経路に
 - ⑤ 援助が必要な方を新聞配達やピザ配達のバイクに乗せて避難
 - ⑥ 先に避難した人々が学校から綱引きの綱を巡らせて避難
 - ⑦ 外から援助確認が必要なご家庭の玄関は、比較的簡易にけ破れるドアに
 - ⑧ 地域を小グループに分けた安否確認用の名簿、システム整備

- 5) 女性や子供の避難
 - ① 男性が女性のスカート着用で避難訓練を行い策を考える
 - ② 女性や子供の代わりに「助けて」という声を発して暗闇で存在を知らせる装置

- 6) 防災備品の準備
 - ① 懐中電灯を避難経路に設置
 - ② 懐中電灯（赤橙とペンライト）を全戸に配布
 - ③ 防災無線を地域で放送設備から流す

- 7) 学校備蓄品と設備
 - ① 大きな段ボール、布団代わりにするエアバッグを準備
 - ② 女性の着替え用ズボンを準備
 - ③ 備蓄食料を入れ替えるために定期的に備蓄品パーティを地域で実施
 - ④ プールをバイオトイレ化

2. 6. 7. ユニークな発想による対策モデル

上記発想リストの中で、これまでにないユニークな発想で今後具体化に移すことが有効と考えられる対策モデルの候補を以下に説明する。

1) 避難経路の明確化と誘導

- ① 目印と焚き火及び地域産品に着目し組み合わせにより成立させるモデルである。

本地域の名物産品に案山子があり、毎年地域住民が作成する案山子を集めて案山子祭りが盛況に行われる。そこで今津小学校までの避難経路に沿って適切な間隔で地域住民・児童作のオリジナル案山子を設置する。想定できる案山子設置状況の例を図 3-3.4 に示す。このようなランドマークに学校及び避難場所への方向、経路の指示を行わせることにより、避難経路マップが十分に理解できない、経路を記憶するのが難しい子供や高齢者が容易、迷うことなく避難ができると考えられる。

夜間の災害発生時にはその適切な間隔にある案山子を自動点火させ、一晩ゆっくりと弱い火で燃え続けさせて目印とする。この一晩ゆっくりと弱い火で燃え続けて案山子作成に適する素材は調査・研究が必要である。設置する案山子は年に1回、案山子祭りで適切な数を燃やして機能確認と新品の入れ替えを行うことで、いざという時の確実な運用を目指すと共に防止意識の維持・高揚を行う。

この案山子を経路に設置することによる確実な避難誘導への改善効果は継続研究として検証が必要である。



図 2.6.7.1 避難経路設置案山子の例

- ② 避難場所と電気が使えないことに着目し、転換及び破壊で成立させるモデルである。

現在の避難場所である今津小学校は山の上にあるが、そのふもとの丘に所在する薬師寺まででも高齢者や小さな子供たちを避難誘導する。その際に電気が遮断されていても使える薬師寺の鐘の音で確実に避難誘導しようという考えで、特に新たな設備設置などを必要としないモデルである。



図 2.6.7.2 薬師寺

- 2) 高齢者、子供が自分の意志で行う避難

重要な課題であり共助の避難として様々に発想を試みたが、すぐに対策として有効なモデルの設定は難しい。

地域防災活動の活発化とそこへ若年層を取り込み高齢者との交流をする工夫を行うと共に、小学校の学区単位で地域防災活動へ子供たちを楽しみながら参加させることで自然と避難における共助の精神を育むといった基本的なことに尽きる。

- 3) 暗闇での目印、方位の確保

夜間消灯させる小学校の教室に着目し、逆転により成立させるモデルである。

夜間の災害発生時に小学校の4階全体を自家発電により自動点灯させ、暗闇の中で避難場所である小学校の方向を示す灯台のような役目を果たす。4階教室を避難誘導用として十分な光量は検討が必要であり、そのための自家発電（ソーラー等）の新設も必要であるが、この自家発電で得る電力は非常通信電源としても活用する。

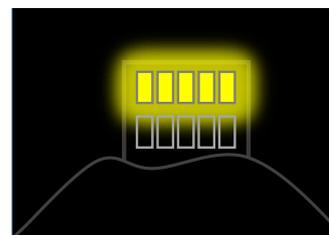


図 2.6.7.3 学校の灯台化

この小学校教室4階の点灯による暗闇での避難誘導効果は継続研究として検証が必要である。

- 4) 道路の危険物の認識

既に市販されている蛍光塗料での表示や識別、さわりながら避難できるような手すりの設置、懐中電灯などの非常用照明器具の備えなどいくつかの有効な発想を得ているが、地区全体での具体化・整備には行政での予算措置が必要であり、本研究でのモデル提案対象から外すこととした。

参考文献

- [1] 創造力育成の方法－JABEE 対応の創成型教育－塚本信也 2003 森北出版

2. 7. 調査結果報告会の実施

以下の報告会を実施した。引き続き報告会を企画し、地域住民、関係者に防災への啓蒙を図って行く。

- 1月22日に広島県立ふくやま産業交流館（ビッグローズ）で開催された、「安全について考えよう&冬まつり」において、特別講演及びパネル展示を行い、本事業にて得られた知見を地域住民に報告した。（写真2.4.1～写真2.4.4）

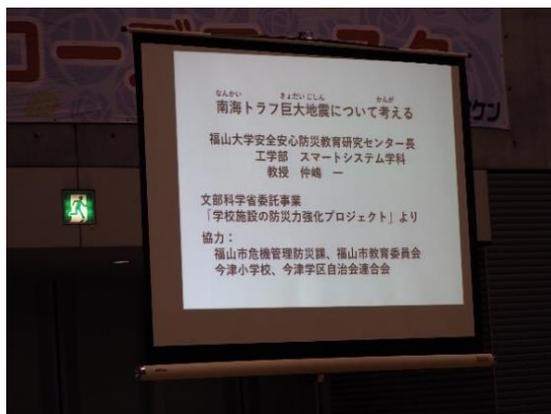


写真 2.4.1 産業交流館講演



写真 2.4.2 産業交流館講演



写真 2.4.3 産業交流館パネル展示



写真 2.4.4 産業交流館パネル展示

- ・ 2月7日における協議会内において、今津小学校、今津学区、福山市危機管理防災課、福山市教育委員会の列席者に調査結果の報告を実施した。



写真 2.4.5 第2回協議会



写真 2.4.7 第2回協議会



写真 2.4.6 第2回協議会

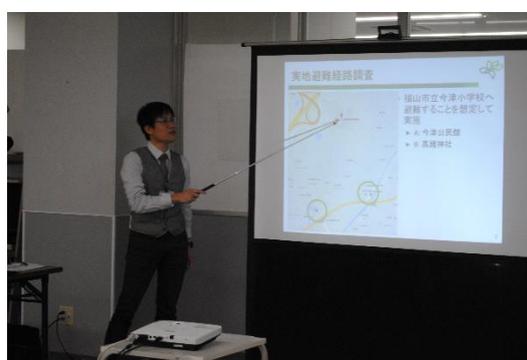


写真 2.4.8 第2回協議会

- ・ 2月24日に今津学区自治会定期集会にて講演を実施した。
- ・ 2月15日より3月20日まで、広島県立歴史博物館ふくやま草戸千軒ミュージアムで開催中（報告書作成時点）である展示「ひろしまの災害と防災－土砂災害・洪水・地震」に併設して、本調査課結果のパネル展示を実施中である。次ページ以降に展示パネルの内容を示す。

南海トラフ巨大地震の津波からの避難を考える 文部科学省「学校施設の防災力強化プロジェクト」

背景

福山は温暖で災害が少なく、これまで地震や津波の被害もほとんど受けていません。でも、それで安心して良いのでしょうか？南海トラフでは、これまで観測された以上の巨大地震が発生する可能性があり、もしそれが起こった時には福山市で最悪6000人を超える死者が出る可能性も想定されています（福山市地域防災計画）。めったに起きないことですから、私たちが生きている間に起こらないかもしれません。しかし、もし起こった時に死者の一人にならないためには、素早く確実に避難する事です。夜中の停電や、避難経路の被災など、避難を阻害する要因が多くなったとき、どのようにすれば良いのでしょうか。

我々は、松永駅近くの丘の上であり学区で唯一の津波避難場所である今津小学校を取り上げ、今津小学校、今津学区の自治会の皆さんと、文部科学省の「学校施設の防災力強化プロジェクト」で津波避難について考える取り組みを行ってきました。その取り組みの内容をご紹介します。

避難は津波だけでなく、いろいろな災害でも必要となります。
皆さんも、この機会に避難について改めて考えてみませんか？

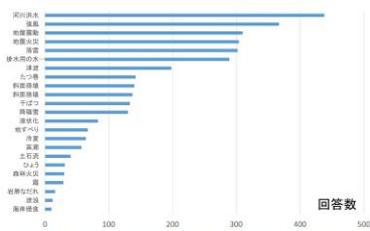


防災アンケート調査

アンケート方式：無記名、24問、書面。
アンケート実施：福山市今津学区に全戸配布、回答数：703、期間：2016年10月

最初に、心配な災害は何か？ 災害への備えは何か？ についてお尋ねしました

(1) 「特に注意すべき」と考えている災害は？



河川洪水、強風、地震振動、地震火災、落雷、排水用の水路の氾濫などを心配する声が多かったです。雨や地震の心配が多いようです。昨年の水路の氾濫の記憶も新しいです。

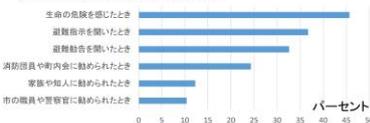
(2) 災害への備えは？



「特に何もしていない」が40パーセントほどあり、少し心配です。防災意識のある方は、すでに複数の備えを行っています。

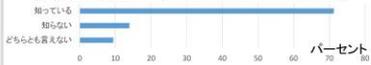
次に、避難についてお尋ねしました

(1) 避難を始めるきっかけは？



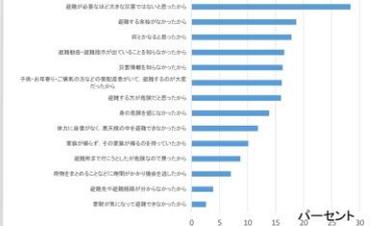
避難するか自分で判断される方が約半数おられますが、やはり、避難勧告、避難指示、町内会、消防団員、市の職員、警察官、家族、知人からの情報も大事だと褒げられました。

(2) 近所の避難場所や避難所をご存じですか？



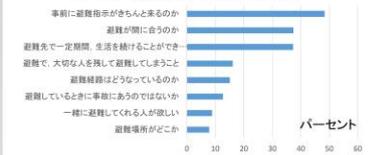
「避難場所や避難所を知っている」と自信を持っておられる方は、70パーセントです。少し心配です。

(3) 「避難したくても避難できない理由」をお尋ねしました。



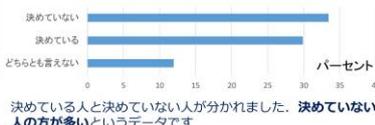
避難すべきかどうかの判断できる情報を心配する声が多かったです。「避難が間に合わないのでは」、「子供・お年寄り・ご病氣の方などの要配慮者」を心配する声も、それぞれ2割弱おられます。避難に不安のある方は避難準備情報発令の段階で避難を開始する事が肝要です。

(4) 「災害時の避難について、不安、心配に思うこと」を選んでいただきました。



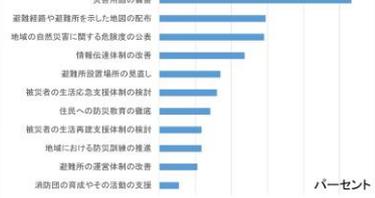
「事前に避難指示がきちんとくるのか」、「避難が間に合うのか」が不安、心配という声が多かったです。このことは前の質問と一致します。今度は「避難先で一定期間、生活を続けること」が不安、心配という意見も多かったです。

(5) 複数人で一緒に住むの方に、「災害で避難するときの避難場所を、一緒に相談して、決めておくか」を聞きました。



決めていない人と決めていない人が分かれた。決めていない人のほうが多いというデータです

防災対策として重要だと思うことをお尋ねしました



災害用品の備蓄、避難経路や避難所を示した地図の配布、地域の自然災害に対する危険度の公表、情報伝達体制の改善などを望む声が多くありました。防災対策への切実な関心をデータとしてみる事ができました。

その他、ここには掲載しきれない多数の貴重なご回答も得られました。ご協力に感謝いたします。

謝辞：本アンケートの実施にあたりまして、福山市総務局総務部危機管理課、今津学区自治会連合会、今津公民館のご協力をいただきました。感謝いたします。質問の一部は、「おおさかQネット第6回アンケート」(http://www.pref.osaka.lg.jp/kikaku/mr/qnet6.html)の設問を参考・引用利用しています。その利用許諾は大阪府企画室から2016年8月3日に取得済みです。設問の一部は、国土交通省東北地方整備局 能代河川国造事務所作成「水害時の避難行動に関するアンケート」(http://www.rtr.mlit.go.jp/noshiro/kasen/sougouchiho/siryu01.pdf)の設問を参考・改変利用しています。改変を含む利用許諾は同所調査第一課から2016年8月4日に取得済みです。利用許諾に感謝いたします。

夜中の停電、経路被災を模擬した避難

今津小学校6年生を対象に、ふもとの住宅地から丘の上の小学校への模擬避難を行いました。夜中の停電を模擬するため、足元だけが見える遮光ゴーグルを作って装着しました。学年を数名の班に分け、班の1名が遮光ゴーグルを付けて夜中の避難を体験します。交代で模擬避難者を交代し、全員が模擬避難を体験しました。被災による経路の普通を模擬するため、指示要員を被災想定箇所配置し、迂回の指示を出します。迂回を繰り返すうちに方向が判らなくなり、海側に向かってしまうケースもありました。

模擬避難を終了後に生徒にアンケートを実施。小学校のすぐ下のなれた街のはずですが半数以上の生徒が迷いを体験しています。実際ではがれきも散乱してパニックになっていますので、さらに迷いの危険が増加します。また、多くの生徒が側溝や段差に危険を感じていました。今後の整備の参考になればと思います。



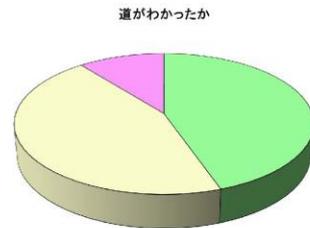
模擬避難の様子

転倒などの事故が無いように、先生と友人が安全を確保します

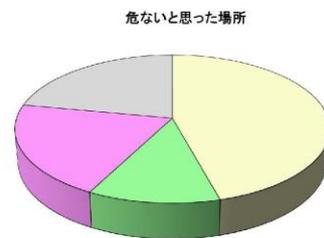


経路被災を模擬

被災による道路の不通を模擬するため、道路不通・迂回を指示する指示者を配置しました。



□ わかった □ ときどき迷った □ わからなかった



□ みぞ □ かべ □ 段差 □ その他

今津小学校へ避難するときの「迷い地点」調査実験



★: 5名以上が迷った地点 (数字は人数)

★: 4名以下が迷った地点 (数字は人数)

初めて今津小学校へ避難する11名の大学生

- A地点(今津公民館)から6名
- B地点(高諸神社)から5名
- 15分以内に到達できたのは11名中4名
 - 道を知っていれば通常は9分40秒で到達

避難するときの「迷い地点」を記録しました

- 記録漏れがないようにペアで記録
 - 参加者と観察者で「参加者の迷い」を記録
- 「迷いボタン」で迷った時刻と地点を記録
 - 迷ったときはスマホの画面をタッチ
 - その時の時刻と地点(GPS)を記録します

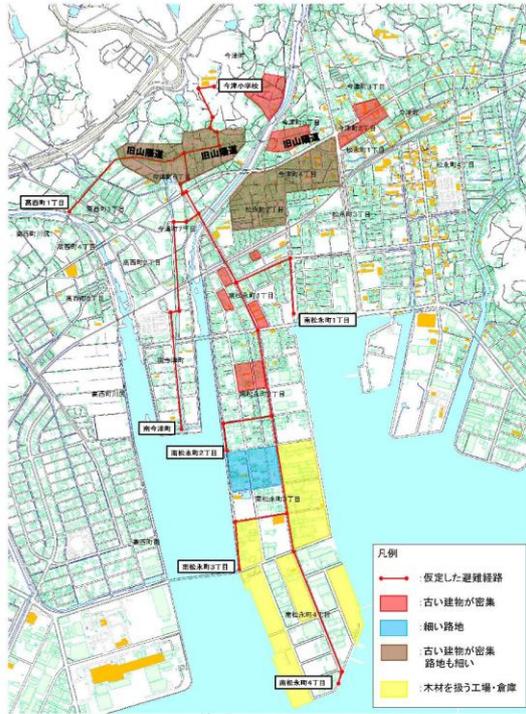


「迷いボタン」迷ったら画面タッチ

明らかになった「迷い地点」の特徴

- 目印となるランドマークがない
- ★7: 地図上にはあるが、実際にはない
 - ➔ 改善案: 新たなランドマークの設置

今津小学校付近・JR松永駅周辺・南松永町における避難・避難リスクの検討



今津小学校通学区域・南松永町から今津小学校までの避難時間

歩行速度 (km/時)	出発地					
	高西町		南松永町		南松永町	
	1丁目	南今津町	1丁目	2丁目	3丁目	4丁目
大人	1.40km	2.36km	2.19km	2.72km	3.39km	4.01km
0.8	0:17:30	0:29:30	0:27:22	0:34:00	0:42:23	0:50:08
高齢者・子供	2.0	0:42:00	1:10:48	1:05:42	1:21:36	1:41:42
						2:00:18

◆地震時の津波浸水域である南今津町、南松永町に加え、旧山陽道沿いの高西町から今津小学校へ避難するときの避難時間について検討しました。

その結果、大人の場合、最短で20分程度ですが、南今津町・南松永町では30～50分程度を要します。子供・高齢者の場合は大人の2倍の時間を要し、最長で1～2時間程度の避難時間になることが分かります。

◆地震時における避難経路に予測されるリスクには、

- ①古い建築物が密集した地域・・・大破・倒壊により避難経路が塞がれる
- ②路地が密集した地域・・・道幅が狭く、入組んでいるため避難しにくい
- ③材木等が置かれた工場・商店・・・火災になった時に延焼する

等があり、それらを航空写真から判別しました。

その結果、旧山陽道沿い、松永町2丁目、今津町4丁目は①、②に該当し、古い建築物(土壁等の木造住宅)が数多く現存し、隣棟間隔も狭く、細い路地が巡らされ、避難路としては幅員も不十分なことが分かりました。南松永町1・2丁目、および今津町長波、今津町2～5丁目は①に該当し、古い建築物が密集した地域が見られ、主な避難経路に面しているところもあります。南松永町3丁目には②の路地が見えます。南松永町3・4丁目は③に該当し、材木等が置かれた工場・倉庫が多く、地震後の火災、および北方の住宅への延焼のリスクがあります。

ここで注目したいことは、今津小学校以南の住民が今津小学校に避難するときには、旧山陽道沿いの密集市街地を通過しなければならないということです。この地域には古い木造住宅が密集し、路地が多いことから、住宅の倒壊等が生じた場合には、避難経路が閉塞されることになり、数多くの住民の避難が妨げられます。

以上のことから、普段から適切な避難経路を把握しておくだけでなく、子供連れ・高齢者連れのときの避難の仕方についても、話し合っておく必要があると言えます。

避難所体育館の熱環境改善に関する数値シミュレーション



福山市立今津小学校体育館

自然災害等の非常時に避難所として用いられる小学校体育館は、避難所としての使用が想定されて設計されているわけではありません。窓や壁などの建築外皮の断熱性能が比較的、低く、暖房設備が設置されていないことがほとんどです。

本研究では、福山市立今津小学校の体育館を対象とし、応急的な建築外皮性能向上と後付け暖房装置を組み合わせることでの程度まで熱環境を改善できるのかを、伝熱解析によって定量的に検討しました。

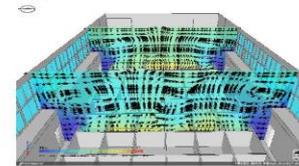
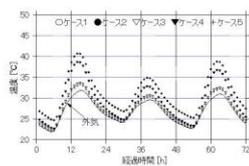
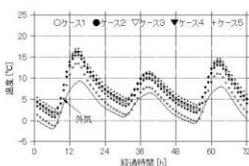
冬季については、床面に段ボールを敷いたり窓内側に気泡緩衝材を設定したりして建築躯体の断熱性能を少しでも高くするとともに、開放式ストーブを体育館内に設置して暖房した場合などの効果を把握しました。

夏季については、窓面外側にすだれ等を設置して日射遮蔽性能を高くするとともに、自然換気を行なった場合などの効果を把握しました。

Case	冬季				夏季			
	人体居住者	パッシブ 気泡緩衝材 ダンボール	アクティブ ストーブ	必要換気回数 【回/6h】	人体居住者	パッシブ すだれ 遮光緩衝材	アクティブ 開放式ストーブ	必要換気回数 【回/6h】
Case 1	×	×	×	1	×	×	×	1
Case 2	○	×	×	1	○	×	×	1
Case 3	○	○	×	1.8	○	○	×	1.8
Case 4	○	×	○	1.8	○	×	○	1.8
Case 5	○	○	○	1.8	○	○	○	1.8



(写真の出典: http://www.shigerubanarchitects.com/works/2016_kumamoto/)



現在は、プライバシーの観点から設置の標準化が提案されている間仕切り(2m×2m×2m)のある空間を対象として、できるだけ不快でない熱・空気環境を実現する工夫について熱気流解析(CFD解析)によって検討しています。

暗闇の中、安全・確実な避難のための小学校防災力強化策立案

1. 対策を発想する課題の設定

■ アンケート調査からの懸念事項

- ✓ 小学校までの経路が明らかにわからないと不安
- ✓ 高齢の方、子供たちが自分の意志で避難を開始できるか懸念がある

■ 模擬避難で判明した懸念事項

- ✓ 暗闇で目印が見えなくなると道がわからなくなる
- ✓ 足元だけ見て歩いていると方向を失ってしまう
- ✓ 暗闇では、マンホールなど危険なものと道のシミなど見分けがつかず恐怖心がある

3. 課題に関する既成概念リスト

既成概念	学校防災設備	イノベーション
蓄光材料による経路誘導	防災ラジコ	避難経路標識
懐中電灯	スマホアプリ	避難所と教育機能区分け
ヘルメットとヘッドライト	車のヘッドライト	エレベータを付ける
ソーラーLED照明	マンホール目印化	トイレは和式
夜間は避難禁止の避難	スマホ充電灯	女性のプライバシーに配慮したスペース
物品、ガラス等の飛散	壁で手をつなぐ	自家発電、太陽光発電
広い道に出る	たき火、たいまつ	防音対策
360° 周囲に気を配る	車で避難	防災倉庫、備蓄倉庫
灯台のような目印	液状化	非常用通信手段
声かけ	手すり/足さわる	安否確認システム
音声による誘導		



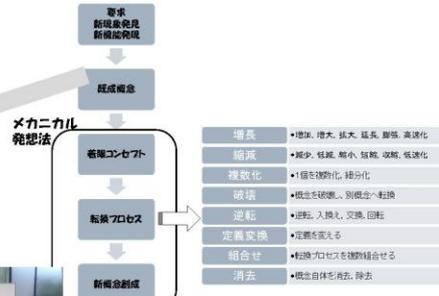
発想中

2. 創造的な課題解決力

■ 誰にでも次々と発想ができるメカニカル発想法

- ✓ 「創造力育成の方法-JABEE対応の創成型教育-」塚本真也 森北出版 を基にしました

■ メカニカル発想法のステップ

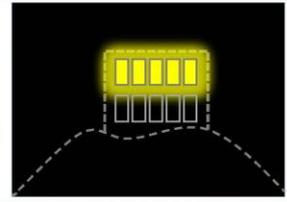


4. 着眼コンセプト別発想結果のリスト

- 灯台のような目印、誘導
 - ① 学校を丸ごとイルミネーション化して避難時に導く
 - ② 学校全体を下から光照射で目立たせ避難時に導く
 - ③ 学校に灯台のような設備を付け、学校付近の家の屋根は蛍光化
 - ④ 学校の時計塔が非常時には開いて周囲を照らすサーチライトとなる
 - ⑤ 学校から下の地域へ向けて冷気を流し避難時に導く
 - ⑥ 学校から良いにおい(例えばカレー)を流し避難時に導く
- 避難経路を明るく
 - ① 避難経路の要所に蛍光塗料
 - ② 避難経路にソーラーLED照明設置して、きれいな遊歩道化
 - ③ マンホールに蛍光塗料で矢印、方位、距離などの情報表示
 - ④ マンホールにホタル火を灯して経路誘導
 - ⑤ 車で避難してきた方々の車を並べてヘッドライトを点灯してもらい経路誘導
 - ⑥ 各地から学校までの要所要所にある公衆トイレをライトアップして経路誘導
 - ⑦ 各地から学校までに手すりを設置しその手すりをイルミネーション化
 - ⑧ 手すりをさわりながら避難できるようにわかりやすい矢印のような目印を付ける
 - ⑨ 地域名物の「かかし」を避難経路に設置、遠隔点火で燃やして経路誘導
- 共助の避難
 - ① 上流で声をかけると下流で聞こえる公園遊具のような装置を避難経路に
 - ② 援助が必要な方を新聞配達やビザ配達のパイクに乗せて避難
 - ③ 先に避難した人々が学校から綱引きの綱を巡らせて避難
 - ④ 外から援助確認が必要なご家庭の玄関は、比較的簡易にけれるドアに
 - ⑤ 地域を小グループに分けた可否確認用の名簿、システム整備
- 女性や子供の避難
 - ① 男性が女性のスカート着用で避難訓練を行い策を考える
 - ② 女性や子供の代わりに「助けて」という声を発して暗闇で存在を知らせる装置
- 防災備品の準備
 - ① 懐中電灯(赤橙とベランダ)を全戸に配布
 - ② 防災無線を地域で放送設備から流す
- 学校備蓄品と設備
 - ① 大きな段ボール、布団代わりになるエアバッグを準備
 - ② 女性の着替え用ズボン着準備
 - ③ 備蓄食料を入れ替えるために定期的に備蓄品パーティーを地域で実施
 - ④ プールをバイオトイレ化
- ランドマーク、目印、誘導
 - ① 学校の灯りを自動点灯
 - ② 学校に自家発電で4Fに照明をつける
 - ③ 薬師寺の鐘を鳴らして避難時に導く
- 避難場所、避難経路
 - ① 避難場所を今津小学校だけでなく薬師寺も追加
 - ② 地域ふもとの高層建築物も避難場所できるように、災害時のみ開放できるように金づちを準備
 - ③ ドローンで広い道に照明を
 - ④ 倒壊リスクのある空き家を解消する(実施中)
- 共助の避難
 - ① 援助が必要な方のために、リヤカーで避難、皆でおんぶする、そのための介助者育成
 - ② 避難に援助が必要なご家庭の玄関に未避難ライトを点灯
 - ③ 地域との接続が少ない若年層や転入者を取り込んでネットワーク形成
- 防災備品の準備
 - ① 懐中電灯を避難経路に設置

5. ユニークな発想を選んで対策モデルに選定

目的コンセプト: 暗闇での避難
着眼コンセプト
 夜間、使わない教室は消灯
転換プロセス
 逆転
発想内容の簡単な説明
 学校の4F教室を夜間自動点灯させランドマークとする4F照明に十分な自家発電(ソーラー等)を新設し、上記を実現することで、自家発電電力を避難所としての無線電力としても使用する。



目的コンセプト: 暗闇での避難
着眼コンセプト
 避難場所の方角を音で知らせる
転換プロセス
 転換 (学校から丘を避難場所として知らせる)
 破壊 (電気が必要なスピーカは使わない)
発想内容の簡単な説明
 ふもとの地域住民の方々を音で確実に避難誘導する薬師寺の鐘を使うことで、今津小学校ふもとの丘までも確実に誘導する



目的コンセプト: 暗闇での避難
着眼コンセプト
 目印と焚き火、地域産品
転換プロセス
 組み合わせ
発想内容の簡単な説明
 本地域の名産品に「かかし」がある避難経路の目印として 地域住民作のかかしを設置夜の災害時、適切な間隔でかかしを燃やし目印とする一晩ゆっくりと弱い火で燃え続ける素材で作成年に1回、かかし祭りでも適切な数を燃やして機能確認と新品入れ替え、防災意識の維持・向上



事業主体： 福山大学
 協力： 福山市危機管理防災課
 福山市教育委員会
 福山市立今津小学校
 今津学区自治会連合会

3. 結言

3. 1. まとめ

南海トラフ巨大地震による津波が夜中に押し寄せ、高台に設置され避難場所である今津小学校へ暗闇の中で避難せざるを得なくなった場合に発生する課題を、アンケート調査、避難経路の不通リスク調査、迷い行動の実地調査、模擬避難を通じて抽出した。

結果として多くの課題が抽出されたが、その中でも、

- ・ 学校への経路がいつでも明らかに判るようになってほしい（現状、不明確）
- ・ 高齢者、子供たちがどの時間帯でも自分の意志で避難を開始できるのか懸念がある
- ・ 暗闇で目印がなくなると道がわからなくなる

といった課題を主要課題として取り上げ、関係者によりメカニカル発想法を用いて対策モデルを策定した。結果として、

- ・ 今回の調査で明らかとなった主要な迷いポイントに学校への方向を明示するランドマークを設置する。例えば地域の名物である案山子を地域住民または児童で作成して、毎年イベントとすることで、地域で楽しみながら防災意識を高める効果も期待できる。
- ・ 学校の上階の照明を非常時に遠隔で点灯できるようにする。また、その電源は停電時にも使える充電・自家発電式とし、避難所として停電時の通信機器への電源確保にも供する。

等の対策モデルが得られた。前者は直接的な学校施設ではないが、学校への道案内は学校施設の一部と捉えることができ、それを設置する事で生徒、地域住民の防災意識を維持、高めることが期待でき、ソフト・ハード的な強化施策と言える。また、後者は学校の施設を改善する事で災害初期の避難場所としての学校の機能強化になると共に、通信機能確保という避難所としての機能の確保となる施策であり、並行して実施した体育館の温度環境改善と共に学校施設の防災力の強化モデルとなっていると考える。

3. 2. 今後の課題

今後、以下のテーマに対し継続的な取り組みを検討している。

- ① 上記改善モデルに関して、迷い箇所「案山子」等ランドマークの設置、学校の灯台化等の有望な案が抽出されたため、引き続き施策の効果の検証を行う必要があり、積極的に取り組みたい。
- ② また、避難経路のリスクマップについては十分細部に亘る調査・評価にまでは至っておらず、更なる調査を行い、津波だけでなく可能性のある種々の災害に対し対応できるリスクマップに仕上げる取り組みが必要である。

- ③ 体育館の温度環境の向上に対する間仕切り構造の案に対して、実地検証が必要である。また、防災ステイによる地域住民の防災訓練と併せて、より実際に近い状態での効果確認を行うことが考えられる。
- ④ 暗闇での避難をより多くの人々に体感してもらうため、ツールや企画の改善に取り組みたい。

福山大学 安全安心防災教育研究センター・工学部

協力

福山市危機管理防災課

福山市教育委員会

福山市立今津小学校

今津学区自治会連合会