

地震・津波災害に対する集落の防災性能評価
および
児童のリスク認知の実態と課題

-佐伯市名護屋小学校区を対象として-

工学研究科 博士前期課程 建設工学専攻

佐藤・小林 建築都市計画研究室

11E5011 上 慶至

背 景

東日本大震災を契機に、防災教育をはじめとした**ソフト的対策**の重要性が見直されている。**長期的に**防災対策に取り組んでいく上で、**児童のリスク認知**や**空間的特性**などの地域の現状を踏まえた防災教育は、より効率的かつ発展的に地域防災力を向上させることにつながる。

佐伯市沿岸部は、リアス式海岸を有しており、**南海トラフ巨大地震**においても甚大な被害が懸念されている。「津波てんでんこ」の取組みにならって高台への早期避難を徹底するためにも、**津波避難の実態**についても明らかにする必要がある。

目 的

集落の**空間的特性**を把握することによって、津波避難を含めた地震・津波災害時の総合的な**防災性能を評価**するとともに、**児童のリスク認知**の実態を把握することで、地域防災における集落の特性および課題を明らかにする

第2章
研究対象地の概要
・津波被害の想定 ・小学校区内の集落概要 ・対象集落の現状

対象集落の空間的特性の把握
・地形 ・道路 ・建物 ・危険要素

第3章
集落内の危険性評価
対象集落内の面的なネットワーク性の把握 (メッシュ)
地震・津波災害における集落内の危険性評価
・道路ネットワークの連続性
・OSの連担性
・経路変更の容易性
・経路選択の多様性
・数量化Ⅲ類
・クラスター分析
・集落内の危険性評価

第4章
避難経路の危険性評価
地震・津波災害における避難経路の危険性評価
・リスク回避の避難に与える影響

第5章
児童のリスク認知
児童のリスク認知と防災上の課題把握
・リスク認知を考慮した防災上の課題

総括
津波防災における集落の特性および課題を明らかにする



【対象地】

佐伯市蒲江地区の
名護屋小学校区(児童の居住地)

計7集落



【分析対象集落】

丸市尾浦

表. 名護屋小学校区7集落の概要

No.	集落名	世帯数	人口	年齢別人口			高齢化率
				0~19歳	20~64歳	65歳以上	
1	猪串浦	115	301	28	159	114	37.87%
2	森崎浦	138	440	94	239	107	24.31%
3	野々河内	64	191	23	103	65	34.03%
4	越田尾	19	64	9	39	16	25.00%
5	丸市尾浦	176	397	53	186	158	39.79%
6	葛原浦	77	209	30	114	65	31.10%
7	波当津浦	71	164	13	75	76	46.34%

丸市尾浦

名護屋小学校本校を擁しており、
蒲江地区南部の中核を担う集落で
あることから、地域防災拠点として
の発展が期待されている。



50mメッシュを集計単位とし、
 地形、道路、建物、危険要素(3章)
 面的なネットワーク性(4章)
 に関する指標ごとにメッシュを分類する。

空間的特性	指標	分類方法
地形	標高 (m)	自然分類
	海岸線からの距離 (m)	自然分類
道路	道路率	クラスター分類
	道路総延長 (m)	
	ノード数	
建物	建築面積率	自然分類
閉塞要素	道路閉塞率	自然分類
面的なネットワーク性	道路ネットワークの連続性(C値)	自然分類
	オープンスペースの連担性(C値)	自然分類





道路の整備状況

指標: 道路率、道路総延長、道路ノード数
→ クラスタ分析(5分類)



建物の分布状況

指標: 建築面積率(5分類)

集落の中心部に住宅が密集しており、その住宅群の中心にいくほど道路網が複雑で、住宅群から山間部にかけては、メッシュ内において道路が行き止まりや一本道となっている。

凡例

クラスター (道路の整備状況)

1	(未整備)
2	(規模小 複雑性低)
3	(規模大 複雑性低)
4	(規模中 複雑性中)
5	(規模中 複雑性高)

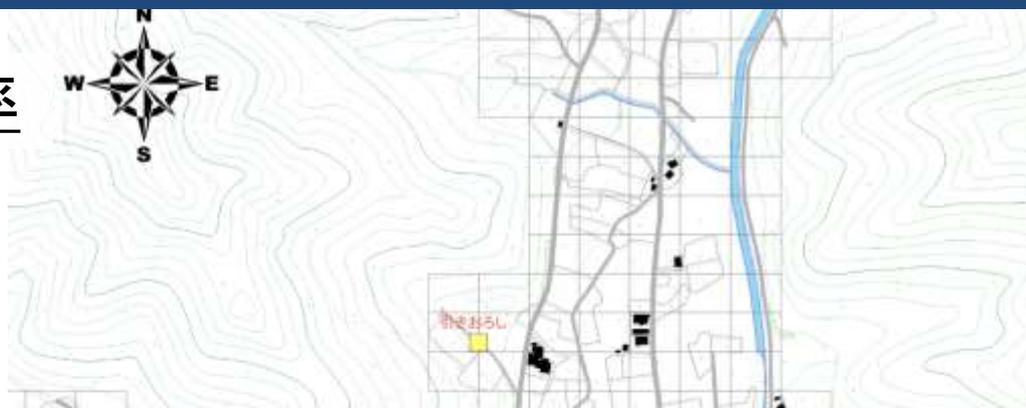
凡例

建物面積率

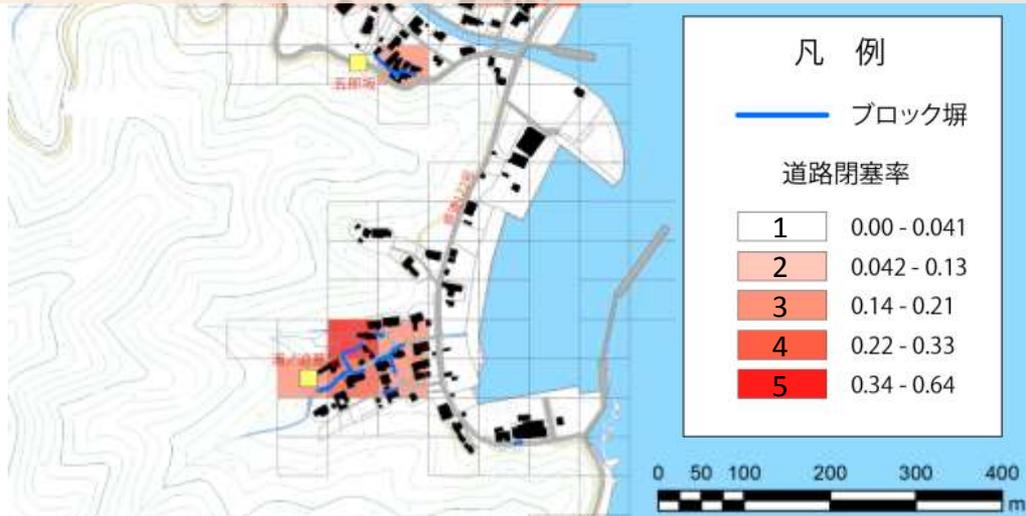
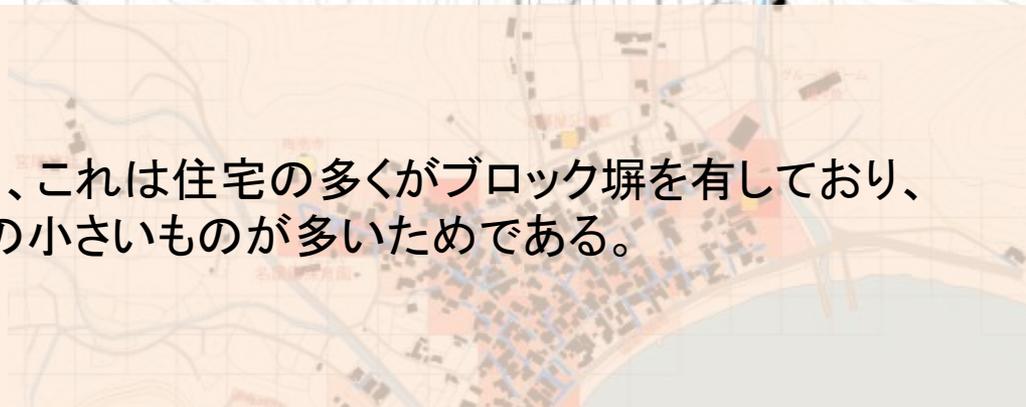
1	0.00 - 0.04
2	0.05 - 0.10
3	0.11 - 0.17
4	0.18 - 0.30
5	0.31 - 0.46



ブロック塀倒壊による道路閉塞率



住宅群において特に値が高くなっており、これは住宅の多くがブロック塀を有しており、住宅群内の道路が幅員の小さいものが多いためである。



閉塞率:0.24



閉塞率:0.39

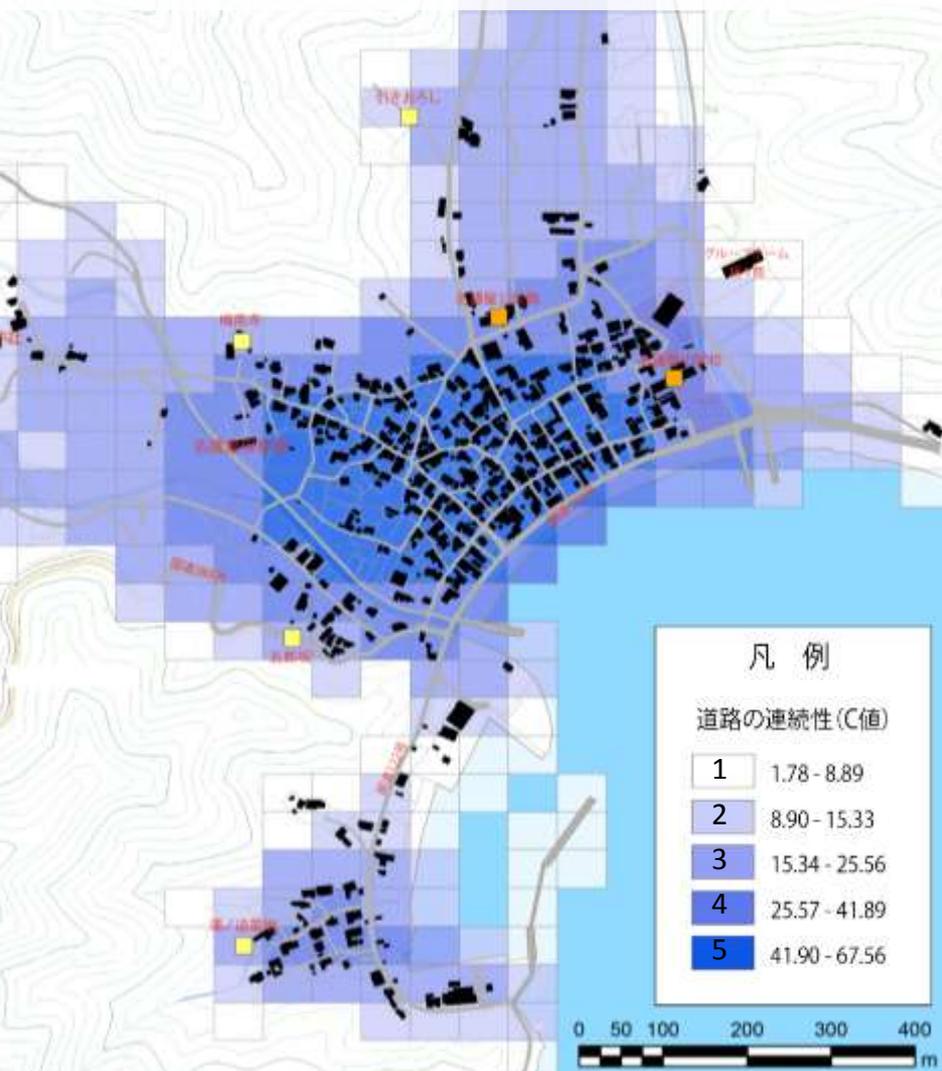


閉塞率:0.32



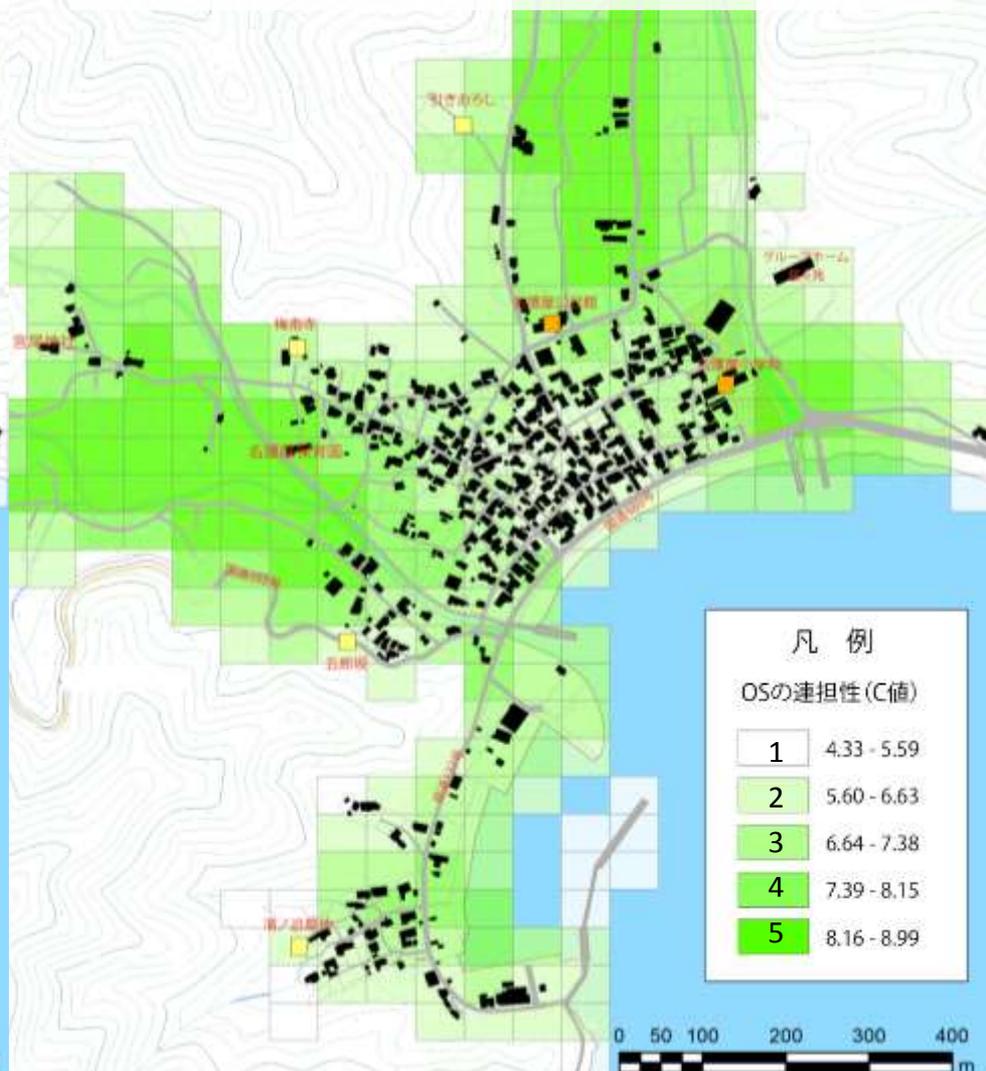
道路ネットワークの連続性

指標:「道路ノード数」を個別値としたC値(5分類)



オープンスペースの連担性

指標:「OS面積率」を個別値としたC値(5分類)



C値(平均連結度数)の算出方法

4	4	3	1	2
3	5	3	2	2
2	4	2	1	0
3	3	2	0	0
1	1	0	0	0

個別値



...
...	5	3	2	...
...	4	2	1	...
...	3	2	0	...
...



...
...
...	...	22
...
...

CN値

(隣接メッシュの個別値の総和)

...
...	30	25	16	...
...	27	22	12	...
...	18	13	5	...
...



...
...
...	...	168
...
...



...
...
...	...	18.7
...
...

CTN値

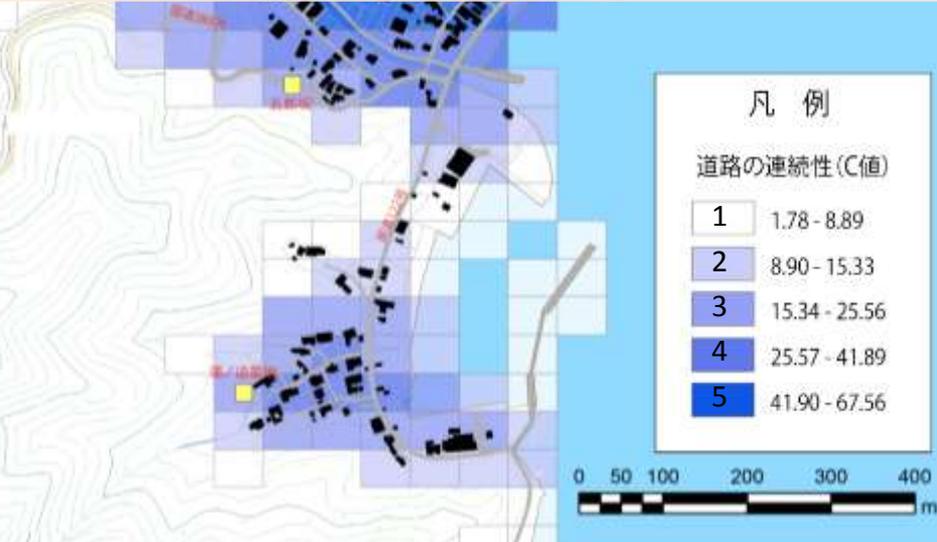
(隣接メッシュのCN値の総和)

C値

(隣接メッシュのCN値の平均)



住宅群の中心にいくほど道路ネットワークの連続性が高い。
反対にオープンスペースの連担性は住宅群内において低く、
山間部との間において連担性が高い。



地形、道路、建物、危険要素、面的なネットワーク性に関する計7指標による分類結果をもとに、数量化Ⅲ類分析を行う。

空間的特性	指標	分類方法
地形	標高 (m)	自然分類
	海岸線からの距離 (m)	自然分類
道路	道路の整備状況	クラスター分類
建物	建築面積率	自然分類
閉塞要素	道路閉塞率	自然分類
面的なネットワーク性	道路ネットワークの連続性(C値)	自然分類
	オープンスペースの連担性(C値)	自然分類

標高(5分類)

標高
低 1 2 3 4 5 高

位置(5分類)

海岸線からの距離
短 1 2 3 4 5 長

道路(5分類)

道路の整備状況
未整備 1 2 3 4 5 整備進行

建物(5分類)

建物の密集度
無 1 2 3 4 5 密集

閉塞(5分類)

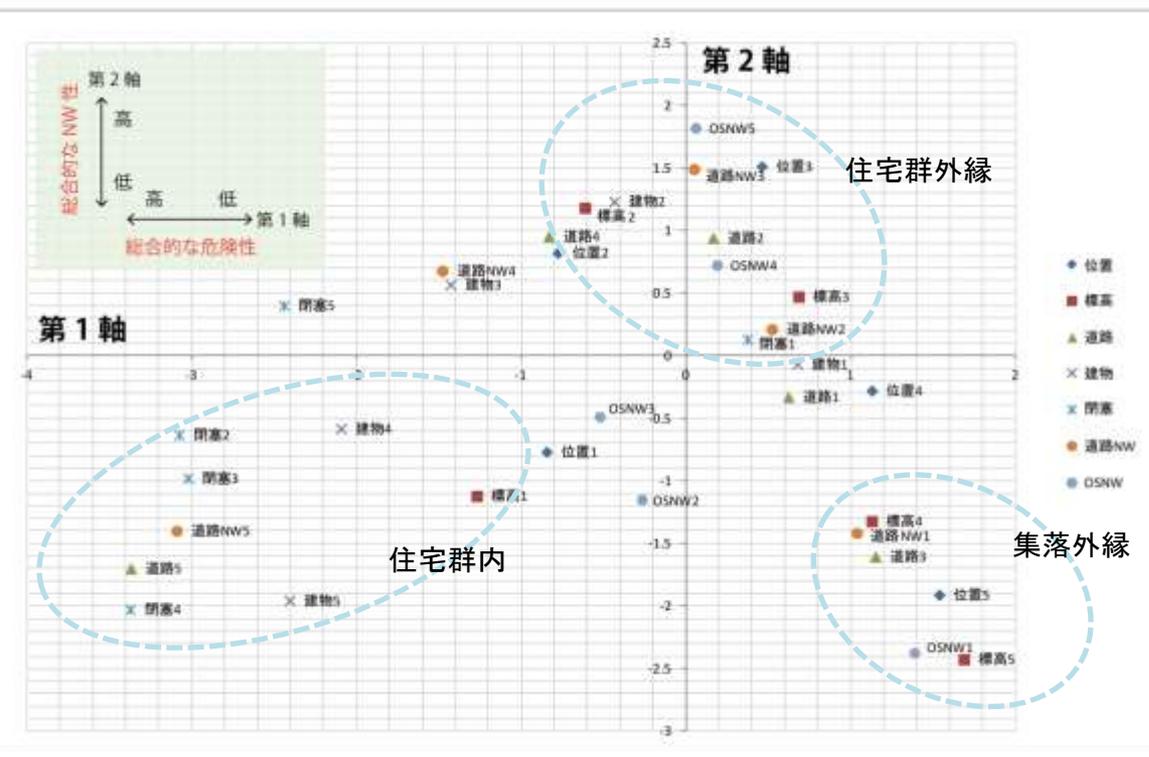
閉塞の危険性
低 1 2 3 4 5 高

道路NW(5分類)

経路選択多様性
低 1 2 3 4 5 高

OS NW(5分類)

経路選択多様性
低 1 2 3 4 5 高



図表. カテゴリースコアとプロット図(↑→)

第1軸: 津波避難における「危険性」

※負の方向に大きな値を示すほど「危険性」が大きい

第2軸: 津波避難における「ネットワーク性」

※正の方向に大きな値を示すほど「ネットワーク性」が大きい



クラスター分析によって全417メッシュを5つに分類した。

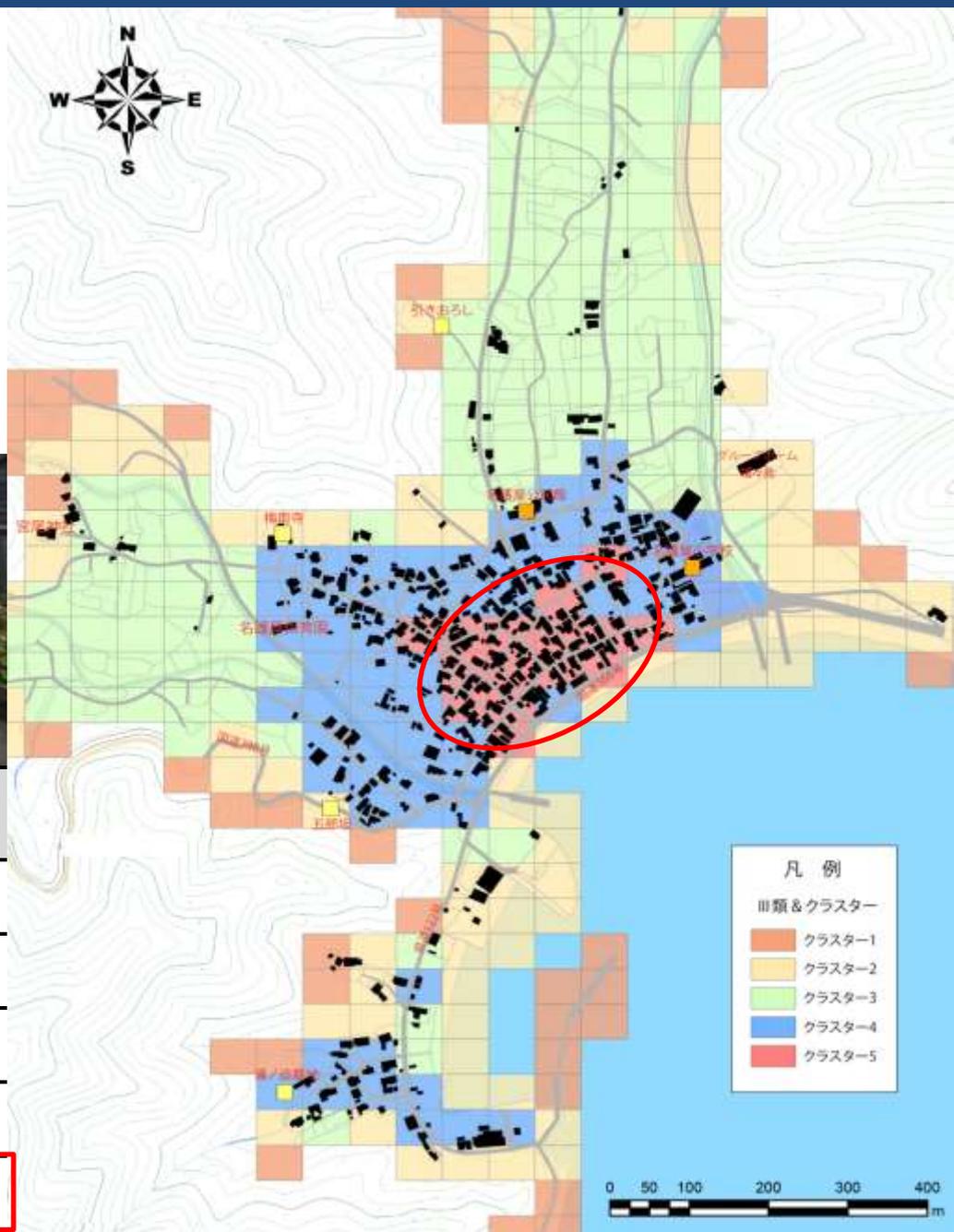
	第1軸	第2軸	メッシュ数
標高 1	-1.270	-1.121	79
標高 2	-0.613	1.182	137
標高 3	0.683	0.471	119
標高 4	1.127	-1.323	63
標高 5	1.687	-2.426	19
位置 1	-0.846	-0.769	142
位置 2	-0.778	0.821	77
位置 3	0.460	1.512	82
位置 4	1.128	-0.279	88
位置 5	1.537	-1.911	28
道路 1	0.622	-0.329	109
道路 2	0.164	0.940	124
道路 3	1.150	-1.605	70
道路 4	-0.833	0.954	85
道路 5	-3.370	-1.701	29
建物 1	0.675	-0.069	280
建物 2	-0.435	1.232	53
建物 3	-1.429	0.568	23
建物 4	-2.094	-0.583	44
建物 5	-2.406	-1.956	17
閉塞 1	0.373	0.130	372
閉塞 2	-3.076	-0.633	11
閉塞 3	-3.023	-0.980	17
閉塞 4	-3.374	-2.029	13
閉塞 5	-2.440	0.400	4
道路NW 1	1.037	-1.417	118
道路NW 2	0.521	0.212	105
道路NW 3	0.048	1.491	111
道路NW 4	-1.479	0.678	46
道路NW 5	-3.092	-1.400	37
OSNW 1	1.386	-2.374	37
OSNW 2	-0.286	-1.154	75
OSNW 3	-0.525	-0.488	108
OSNW 4	0.187	0.724	120
OSNW 5	0.057	1.820	77
相関係数	0.723	0.644	

クラスター5

住宅群の中心に分布している。
津波避難における「危険性」が最も高く、
「ネットワーク性」が最も低いことから、
特に危険な地域である。



類型		第1軸 「危険性」	第2軸 「ネットワーク性」	n	%
クラスター1	順位	5	4	99	23.7%
	平均	0.646	-0.713		
クラスター2	順位	4	3	118	28.3%
	平均	0.173	-0.056		
クラスター3	順位	3	1	125	30.0%
	平均	0.092	0.721		
クラスター4	順位	2	2	60	14.4%
	平均	-1.087	0.073		
クラスター5	順位	1	5	15	3.6%
	平均	-2.037	-1.157		



凡例

Ⅲ類&クラスター

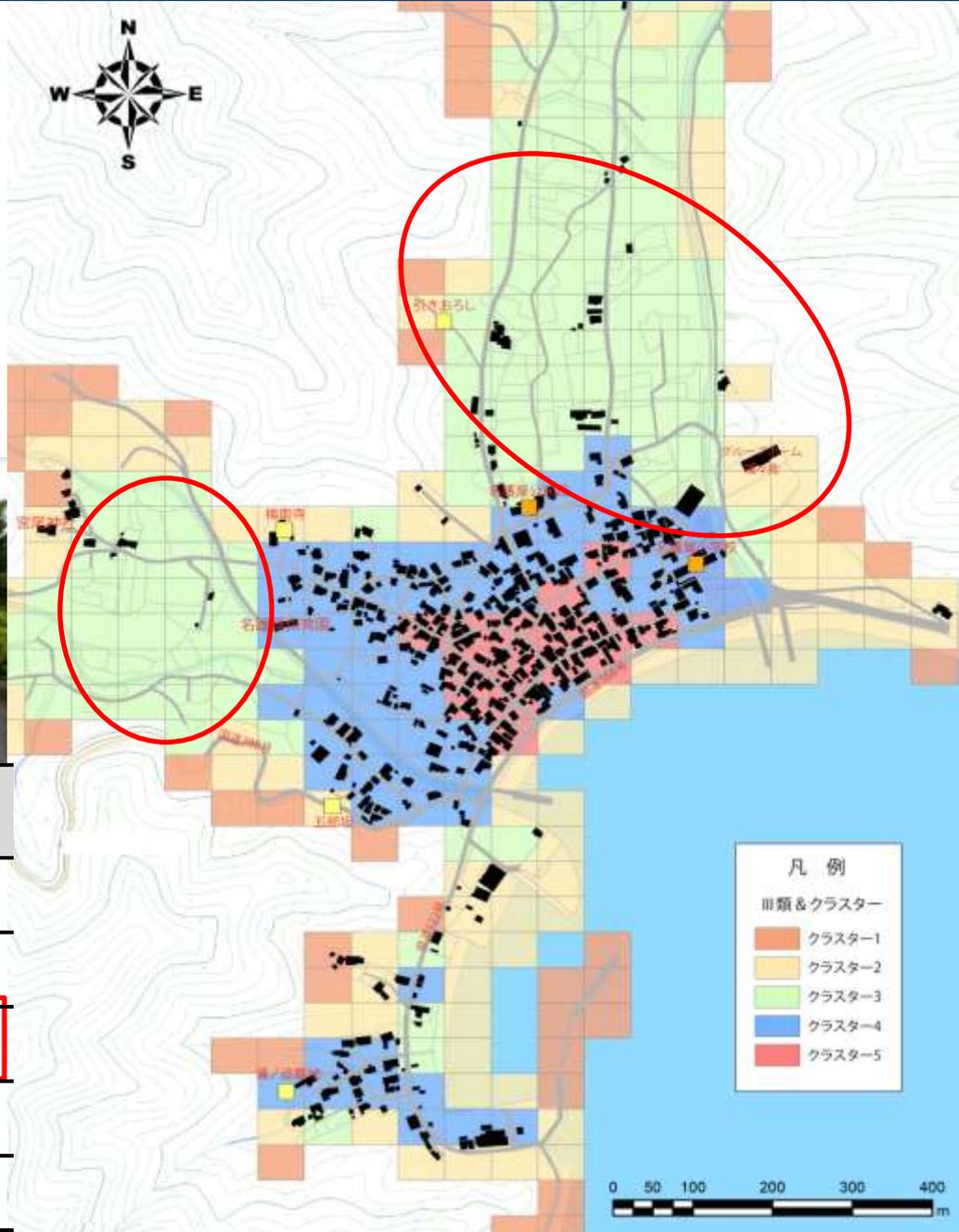
- クラスター1
- クラスター2
- クラスター3
- クラスター4
- クラスター5

クラスター3

住宅群と山間部の間に分布している。
津波避難における「ネットワーク性」が最も高く、オープンスペースの通り抜けによって避難時間を短縮できる地域である。



類型		第1軸 「危険性」	第2軸 「ネットワーク性」	n	%
クラスター1	順位	5	4	99	23.7%
	平均	0.646	-0.713		
クラスター2	順位	4	3	118	28.3%
	平均	0.173	-0.056		
クラスター3	順位	3	1	125	30.0%
	平均	0.092	0.721		
クラスター4	順位	2	2	60	14.4%
	平均	-1.087	0.073		
クラスター5	順位	1	5	15	3.6%
	平均	-2.037	-1.157		



凡例

Ⅲ類&クラスター

- クラスター1
- クラスター2
- クラスター3
- クラスター4
- クラスター5

「クラスター5は津波避難において特に危険な地域である」

このことから、避難の際にクラスター5を通らないとすると、津波避難にどのような影響があるのか検証する。

＜避難シミュレーションの条件＞

- ・住宅から一時避難場所までの最短経路を避難経路とする。
- ・南海トラフ巨大地震における津波予測(2012.8.29.内閣府)より
最大津波高:15mで津波到達時間:18分とする。
- ・標高15m未満の住宅が分析対象。
- ・18分以内に一時避難場所まで到達する場合、「時間内到達可」とみなす。
- ・初動時間は10分、避難速度は40m/分と設定。

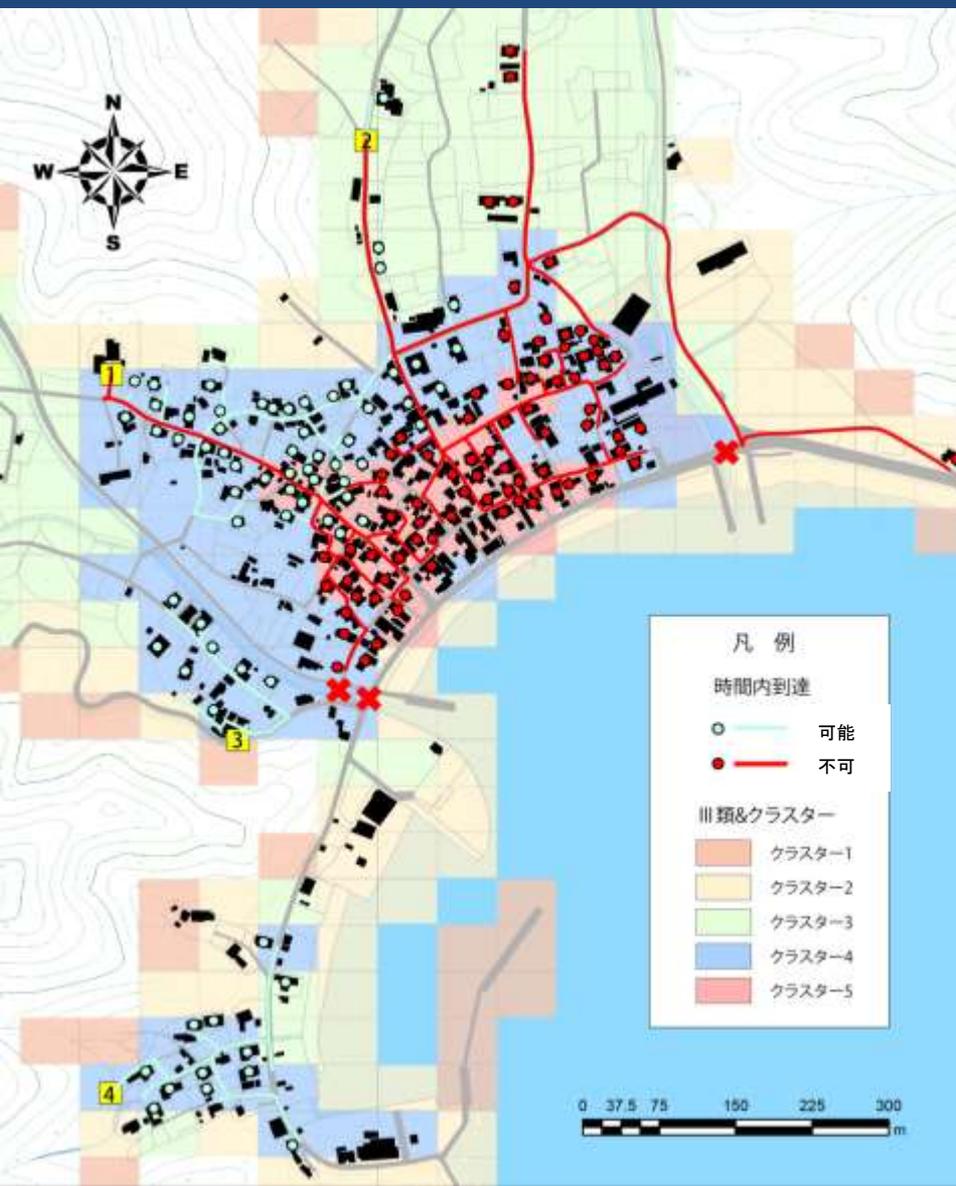


図. 通常 of 避難経路

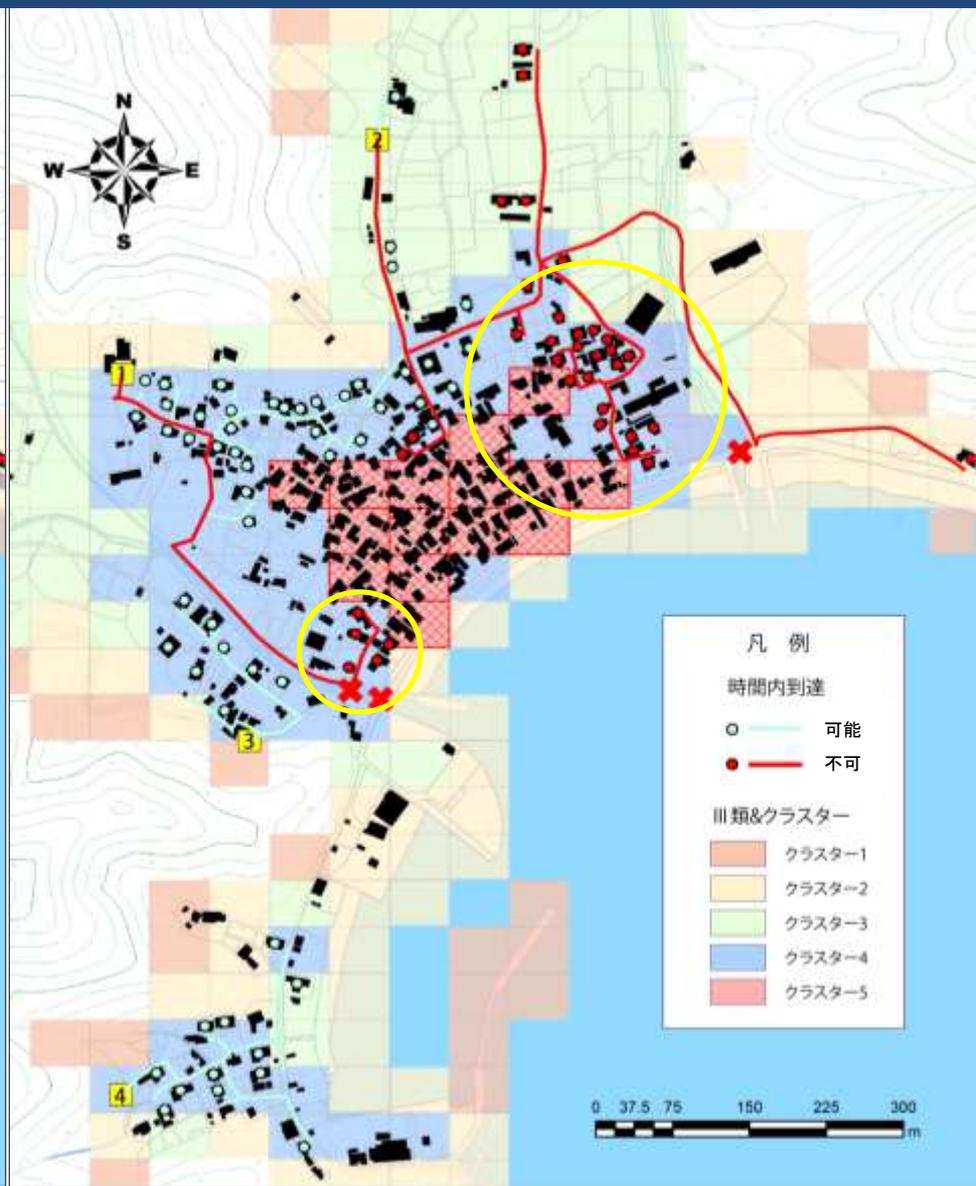


図. リスク回避する場合の避難経路

表. リスク回避が津波避難に与えた影響（影響のある住宅のみ）

避難住宅 番号	リスク回避なし			リスク回避あり			距離差 (m)	時間差 (分)
	避難距離 (m)	総避難時間 (分)	時間内 到達	避難距離 (m)	総避難時間 (分)	時間内 到達		
123	408.6	20.2		572.9	24.3		164.3	4.1
13	509.5	22.7		649.0	26.2		139.5	3.5
35	476.6	21.9		616.2	25.4		139.5	3.5
20	495.5	22.4		635.0	25.9		139.5	3.5
12	522.0	23.0		661.5	26.5		139.5	3.5
17	522.0	23.0		661.5	26.5		139.5	3.5
18	507.0	22.7		646.5	26.2		139.5	3.5
56	567.0	24.2		697.8	27.4		130.8	3.3
67	543.1	23.6		673.9	26.8		130.8	3.3
77	554.2	23.9		685.0	27.1		130.8	3.3
26	478.9	22.0		595.2	24.9		116.3	2.9
129	439.5	21.0		542.0	23.6		102.5	2.6
66	552.4	23.8		644.1	26.1		91.7	2.3
47	522.7	23.1		610.4	25.3		87.8	2.2
55	537.5	23.4		625.3	25.6		87.8	2.2
126	449.8	21.2		531.8	23.3		82.0	2.0
133	462.1	21.6		519.4	23.0		57.3	1.4
27	514.4	22.9		559.7	24.0		45.3	1.1
132	478.9	22.0		502.7	22.6		23.8	0.6
61	270.4	16.8	○	288.2	17.2	○	17.8	0.4
21	532.6	23.3		541.5	23.5		8.9	0.2

・リスクを回避した津波避難を行う場合21戸の住宅が回り道をする必要があり、避難距離が長くなる分だけ総避難時間も増加する。(最大で4.1分増加)

・通常の避難において時間内到達が「不可」の住宅は、リスク回避によってさらに時間内到達が困難になる。

表. リスク回避が津波避難に与えた影響（影響のある住宅のみ）

避難住宅 番号	リスク回避なし			リスク回避あり			距離差 (m)	時間差 (分)
	避難距離 (m)	総避難時間 (分)	時間内 到達	避難距離 (m)	総避難時間 (分)	時間内 到達		
123	408.6	20.2		572.9	24.3		164.3	4.1
13	509.5	22.7		649.0	26.2		139.5	3.5
35	476.6	21.9		616.2	25.4		139.5	3.5
20	495.5	22.4		635.0	25.9		139.5	3.5
12	522.0	23.0		661.5	26.5		139.5	3.5
17	522.0	23.0		661.5	26.5		139.5	3.5
18	507.0	22.7		646.5	26.2		139.5	3.5
56	567.0	24.2		697.8	27.4		130.8	3.3
67	543.1	23.6		673.9	26.8		130.8	3.3
77	554.2	23.9		685.0	27.1		130.8	3.3
26	478.9	22.0		595.2	24.9		116.3	2.9
129	439.5	21.0		542.0	23.6		102.5	2.6
66	552.4	23.8		644.1	26.1		91.7	2.3
47	522.7	23.1		610.4	25.3		87.8	2.2
55	537.5	23.4		625.3	25.6		87.8	2.2
126	449.8	21.2		531.8	23.3		82.0	2.0
133	462.1	21.6		519.4	23.0		57.3	1.4
27	514.4	22.9		559.7	24.0		45.3	1.1
132	478.9	22.0		502.7	22.6		23.8	0.6
61	270.4	16.8	○	288.2	17.2	○	17.8	0.4
21	532.6	23.3		541.5	23.5		8.9	0.2

よって、クラスター5の地域において迅速な津波避難ができる環境を整備する必要がある。
 また、リスク回避によって総避難時間が30分近くになる住宅も多く存在し、このような住宅は初動時間を短縮する必要がある。

「Machi-DIG」の実施

日時：平成24年11月15日

対象：名護屋小学校本校・森崎分校の全学年の児童

テーマ：「まちのキケンを点検」（仮想まち歩き）
※地震・津波災害を想定

内容：集落内の写真を見ながら危険なものに印を付け、
地図を見ながら集落において危険な要素や場所を把握した。



Machi-DIGで 使用した写真

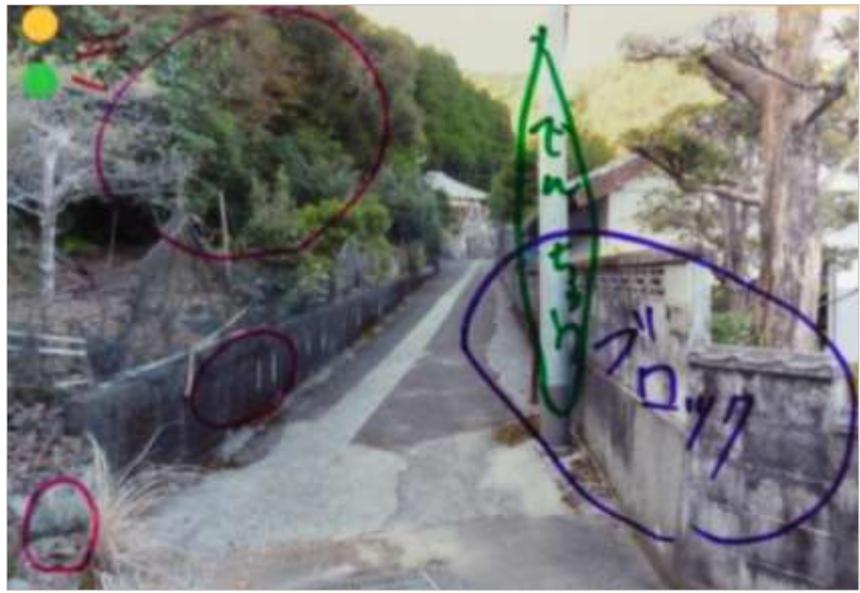


表. 写真整理シート

No.	黄	桃	緑	橙	青	赤	計
60			○	○			2

海	川	街路	橋	塀	石垣	電柱	自販機	看板	屋根瓦	ガラス	外壁	老朽建物	石造物	その他(種類数・種類)		計
				○		○								1	樹木	3

地震・津波災害を想定したときに、
「児童がどのようなものに対して危険を感じているか」を把握する。

＝「児童のリスク認知」の実態

印を付けられた写真の数が多かった要素

- ・ブロック塀
- ・電柱
- ・石垣
- ・自動販売機
- ・老朽建物
- ・屋根瓦
- ・看板
- ・石造物

地震発生時または直後に危険なもの

Ex. ブロック塀等(倒壊) 屋根瓦(落下)

→ 「リスク認知が高い」と考えられる

印を付けられた写真の数が少ない要素

- ・川
- ・街路

地震発生後しばらくしてから危険となるもの

Ex. 川(津波襲来時の遡上) 街路(狭いと避難時の混雑、倒壊要素による閉塞)

→ 「リスク認知がそれほど高くない」と考えられる

総 括

ハード面の課題

丸市尾浦の住宅群内は、道路ネットワーク性が高いがため多様な経路選択が可能。しかし、ブロック塀が多く立地していることによる**道路閉塞**や道路網が複雑で**街路が狭いことによる避難時の混乱・混雑**などの危険が想定される。

＝ 津波避難時は道路ネットワークが機能しない可能性が高い。

ソフト面の課題

児童は、**道路閉塞**や**狭い街路**をはじめとした「地震発生後しばらくしてから危険となるもの」に対するリスク認知が低い。

＝ 津波避難を困難なものにする危険要素に対してリスク認知が低い。

ブロック塀の生け垣化や避難に有効なオープンスペースの整備を進めていくとともに、防災教育などを通して、危険の少ない避難経路の検討や危険を認知させる取り組みを行っていかなければならない。

本研究の課題

オープンスペースの定義を「建物が建っていない全ての可住地」として分析を行った。現地調査などによってオープンスペースの整備状況を詳細に把握した上で、新たな避難経路を検討する必要がある。



ご清聴ありがとうございました。。。