

国-08

# 流域治水における被害軽減のための 木造住宅の水害対応技術の開発

官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM)

「革新的建設・インフラ維持管理技術/革新的防災・減災技術領域」

令和3年度成果

令和4年3月

国土交通省 国土技術政策総合研究所

国立研究開発法人 建築研究所

# 資料1 「流域治水における被害軽減のための木造住宅の水害対応技術の開発」の概要

アドオン額:30,000千円(国交省)元施策・有/PRISM事業・継続予定

## 課題と目標

- 課題: 水害リスクが想定される地域で2階への避難が推奨される木造住宅について、構造安全性が必ずしも担保されていない。
- 目標: 流域治水における「被害の軽減, 早期復旧・復興のための対策」として、浸水時の木造住宅の安全確保対策を促進する。

## 「流域治水における被害軽減のための木造住宅の水害対応技術の開発」の概要

- 元施策①:「自然災害による木造建築物の被害状況分析」「水害リスクを踏まえた建築・土地利用とその誘導のあり方研究」
  - ・洪水, 地震, 津波等の自然災害に対して木造建築物に入力された外力と被害の関係について, 建築構造的に分析する。
  - ・頻発する都市における洪水による浸水被害を対象に, 浸水リスクを踏まえた建築・土地利用とその誘導のあり方を検討する。
  - 〈予算状況〉R3年度:計 9,062千円(運営費交付金)
- 元施策②:「住宅の洪水時の耐浸水性能に関する検討」【R3-R5, 建築基準整備促進事業採択課題】
  - 住宅の計画・設計段階における耐浸水性能を評価する日本住宅性能表示基準及び評価方法基準の整備に資する技術的資料をとりまとめる。
  - 〈予算状況〉R3年度:15,000千円(住宅局), 採択事業者:(一財)日本建築防災協会
- PRISMで実施する理由
  - ・水害時における, 木造住宅の安全性確保対策の推進に伴い, 住宅リフォーム市場に「水害対策のための改修」という新たなカテゴリーが創設され, 構造補強等の改修に係る建設投資を誘発するため, PRISMで実施する。
- テーマの全体像:
  - 全国各地で頻発化している洪水等の水災において, 国民の生命・財産を守るためのシナリオを整理する。
  - うち, いくつか(例えば図1の右上と左下)について, その前提条件となる構造安全性確保方策を検討し, 設計方法, 既存住宅の改修方法等を考案してガイドラインとして公表する。



図1 洪水時の人命・財産の安全を確保するシナリオ(案)

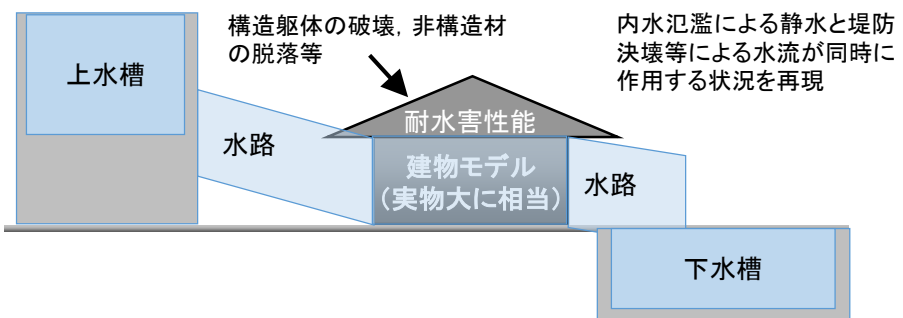


図2 木造住宅の水圧・波圧抵抗性検証実験のイメージ

# 資料1 「流域治水における被害軽減のための木造住宅の水害対応技術の開発」の概要

アドオン額:30,000千円(国交省)元施策・有/PRISM事業・継続予定

## 出口戦略

既存木造住宅の水害対策技術等をガイドラインとして公表し、事業者や住宅所有者等による浸水対策としての改修が促進され、もって水害時の経済被害の最小化に寄与する。住宅リフォーム市場に「水害対策のための改修」という新たなカテゴリーが創設される。

## 民間研究開発投資誘発効果等

○ 木造住宅における、水害時の安全性確保対策の推進に伴い、住宅リフォーム市場に「水害対策のための改修」という新たなカテゴリーが創設され、構造補強等の改修による建設投資が誘発される。

<見通し値※1>

- ・水害対策のための改修工事を実施する木造一戸建:約42.6万戸(10年間)
- ・改修工事費想定:186万円/戸※2

⇒  $186\text{万円} \times 42.6\text{万戸} = 7,924\text{億円}$ (10年間)

※1 推計方法については「追加資料3-1、3-2」参照

※2 改修技術は、本施策における研究開発対象であるため、便宜上、木造一戸建て(2階建)の耐震改修工事費のボリューム値を引用

アドオン(国土交通省): R3/30,000千円  
 元施策名:  
 ①「自然災害による木造建築物の被害状況分析」  
 「水害リスクを踏まえた建築・土地利用とその誘導のあり方研究」  
 R3: 計 9,062千円 (運営費交付金)  
 ②住宅の洪水時の耐浸水性能に関する検討)  
 R3: 15,000千円 (住宅局), 採択事業者: (一財)日本建築防  
 災協会

### 〈元施策の概要〉

- 【元施策①】
- ・洪水, 地震, 津波等の自然災害に対して木造建築物に入力された外力と被害の関係について, 建築構造学的に分析する。
  - ・頻発する都市における洪水による浸水被害を対象に, 浸水リスクを踏まえた建築・土地利用とその誘導のあり方を検討する。
- 【元施策②】
- ・住宅の計画・設計段階における耐浸水性能を評価する日本住宅性能表示基準及び評価方法基準の整備に資する技術的資料をとりまとめる。

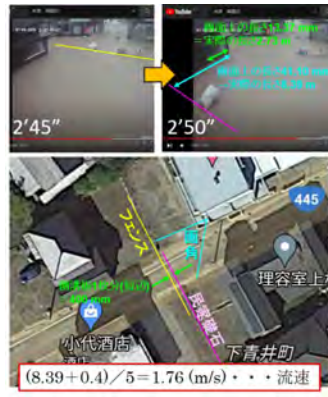
### 【PRISM】

・全国各地で頻発化している洪水等の水災において, 国民の生命・財産を守るためのシナリオを整理する。  
 ・うち, いくつか(例えば図1の右上と左下)について, その前提条件となる構造安全性確保方策を検討し, 設計方法, 既存住宅の改修方法等を考案してガイドラインとして公表する。

### 【開発のイメージ】

〈① 各被災地域における被害に関する実測データの収集, 及び既存の抗力式等の妥当性の検証〉

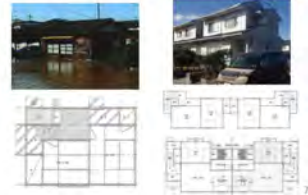
- (1) 浸水深・流速, 被害情報の収集 (浸水深・流速の推定, 図面等収集作業進行中)
- (2) 公営住宅の構造仕様と被害情報の収集 (浸水深・流速の推定作業進行中)



調査対象として絞り込まれた61棟

災害名	都道府県	事業主体	団地名	床上浸水棟数
平成30年7月豪雨	岡山県	和気町	S団地	20
			N団地・S団地	17
令和元年東日本台風(19号)	宮城県	宮城県	M住宅	16
	福島県	福島県	K団地	6
	宮城県	角田市		2

当初, 113棟がリストアップされたが, 木造として収集したにも拘わらずPC造であったり, 浸水深が浅かったりするなどの理由で絞り込まれた。

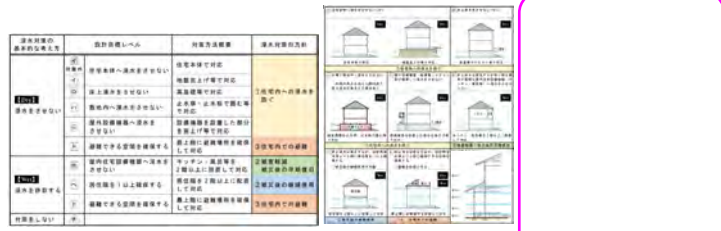


〈②水災下における木造住宅の安全確保シナリオの検討〉

- ・浸水深, 流速, 戸内浸水の可否などに場合分けして安全確保のシナリオを検討
- ・上記で区分された場合ごとに構造的なクライテリアがどこになるかを特定

〈③ 既存木造住宅の耐水害仕様改修の具体的なニーズの検証〉

- ・具体的な改修ニーズを定量的に推計



### 資料3 「流域治水における被害軽減のための木造住宅の水害対応技術の開発」の目標達成状況

#### ○施策全体の目標

流域治水における「被害の軽減，早期復旧・復興のための対策」として，浸水時の木造住宅の安全確保対策を促進

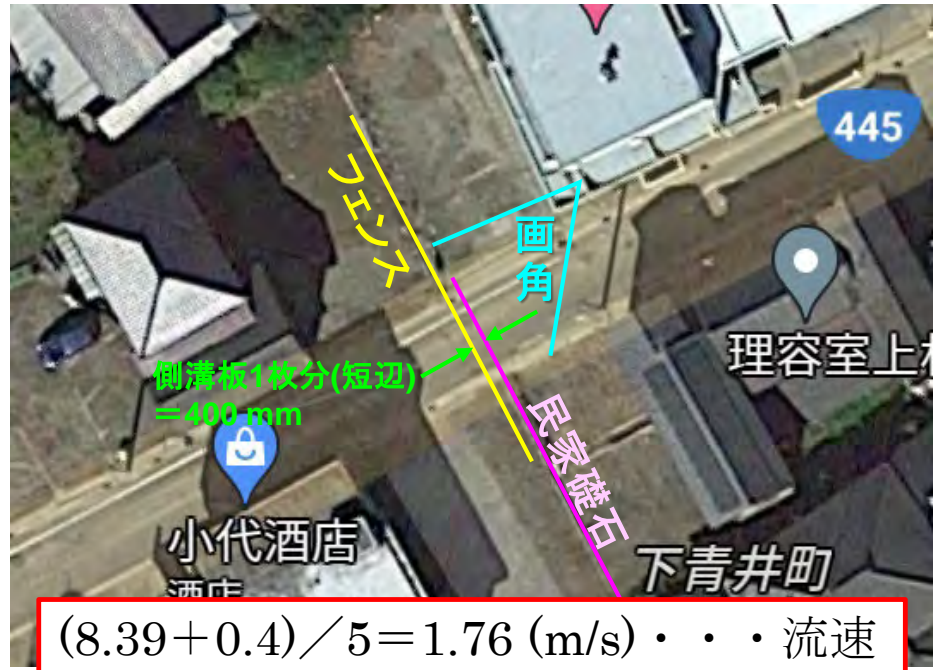
事業名等	当年度目標	目標の達成状況
<p>① 各被災地域における被害に関する実測データの収集，及び既存の抗力式等の妥当性の検証</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 各被災地域における浸水深，流速，水位上昇速度等に関する実測データの収集</li> <li>○ 抵抗式・抗力係数の妥当性検証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 日本放送協会に報道映像の提供を申し込み（回答待ち）→提供拒否</li> <li>○ YouTube等公開映像や現地調査を行って約20件の水流が作用する動画を収集し、浸水深と流速を分析した。浸水深と流速が推定できた地点近傍の木造建築物の詳細情報と被害状況の情報を28件収集し、抗力係数等の妥当性を検証した。</li> <li>○ H30～R2の水害において被害を受けた219棟の公営住宅のうち調査対象として適切な61棟について住宅の詳細図面と作用した浸水深等の情報を収集し、抗力係数等の妥当性を検証した。</li> </ul>
<p>② 水災下における木造住宅の安全確保シナリオの検討</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 浸水深、流速の高低、戸内浸水の可否などに場合分けして安全確保のシナリオを検討</li> <li>○ 上記で区分された場合ごとに構造的なクライテリア（層せん断、接合部のせん断、滑動、転倒など）がどこになるかを特定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 場合分けの方針について関係者間で調整し、相互関係、相違点を整理・調整した。</li> <li>○ 木造建築物の構造的なクライテリアと流体力の関係に関する理論式を提案し、論文として公表した（9月に掲載予定）</li> </ul>
<p>③ 既存木造住宅の耐水害仕様改修の具体的なニーズの検証</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 具体的な改修ニーズを定量的に推計</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 建築関係者や住宅メーカ等に対して耐水害仕様改修の具体的なニーズについてアンケート調査を実施し、回答者の約7割が耐水害改修に興味を有することが判明し、耐水害改修に明確なニーズが存在することが明らかとなった。</li> </ul>



① 各被災地域における被害に関する実測データの収集, 及び既存の抗力式等の妥当性の検証

(1) 浸水深・流速、被害情報の収集

抗力係数の妥当性検証結果



No.	階数	流域	浸水深 (m)	流速 (m/s)	抗力係数 C <sub>d</sub>	浮力 F (kN)	建物重量 W (kN)	I W-F (kN)	浮上判定	水流方向	耐力判定			転倒		滑動		被害状況					
											耐力判定	耐力判定	耐力判定	M <sub>0</sub> (kNm)	M <sub>0</sub> (kNm)	判定	F <sub>0</sub> (kN)		μW (kN)	判定			
1	2		3.32	2.8	2.1	577	751	174	浮上無	X	181	127	0.70	<1.0 NG	622	571	0.92	<1.0 NG	375	70	0.19	<1.0 NG	壁破壊
2	2		3.83	2.8	2.1	858	864	6	浮上無	Y	244	175	0.72	<1.0 NG	857	21	0.02	<1.0 NG	448	2	0.01	<1.0 NG	壁破壊
3	2		4.40	1.5	2.1	443	402	-41	浮上	X	52	68	1.30	>1.0 OK	205	-128	-0.62	<1.0 NG	93	-16	-0.17	<1.0 NG	壁壊一部破壊
4	1	球磨川	3.00	1.5	2.1	419	217	-202	浮上	X	23	56	2.42	>1.0 OK	73	-994	-9.51	<1.0 NG	42	-81	-1.93	<1.0 NG	内装破壊
6	1	球磨川	5.00	1.5	2.1	2501	1017	-1483	浮上	X	96	123	1.28	>1.0 OK	297	-10532	-35.40	<1.0 NG	119	-593	-4.90	<1.0 NG	壁壊一部破壊
8	1		2.60	2.5	2.1	0	523	523	浮上無	Y	64	48	0.75	<1.0 NG	270	1718	6.35	>1.0 OK	208	208	1.01	>1.0 OK	軒下浸水
9	1		3.10	2.5	2.1	499	771	272	浮上無	X	140	116	0.83	<1.0 NG	480	1140	2.38	>1.0 OK	310	109	0.35	<1.0 NG	壁かに破損
10	2		2.70	2.5	2.1	0	1292	1292	浮上無	X	32	32	1.00	<1.0 NG	175	1803	92.47	>1.0 OK	130	317	3.98	>1.0 OK	壁かに破損
12	2		2.20	1.0	2.1	1267	929	-338	浮上	X	7	67	9.16	>1.0 OK	36	-1614	-45.11	<1.0 NG	33	-135	-4.15	<1.0 NG	浸上・破損
13	2		1.95	6.0	2.1	1501	593	-908	浮上	X	124	116	0.95	<1.0 NG	803	-4958	-6.18	<1.0 NG	823	-363	-0.44	<1.0 NG	洗壁・流失
14	2		2.00	1.0	2.1	0	1345	1345	浮上無	X	2	27	10.99	>1.0 OK	26	11626	441.73	>1.0 OK	—	—	—	—	壁壊い
15	2		2.50	4.0	2.1	0	1597	1597	浮上無	X	4	114	25.50	>1.0 OK	26	6422	243.98	>1.0 OK	26	528	20.44	>1.0 OK	内装破壊
16	2		2.50	2.0	2.1	0	1357	1357	浮上無	X	85	119	1.40	>1.0 OK	658	13804	20.98	>1.0 OK	—	—	—	—	浸水破損
17	2		2.50	2.0	2.1	0	1357	1357	浮上無	X	124	119	0.87	<1.0 NG	658	6445	14.35	>1.0 OK	526	630	1.21	>1.0 OK	浸水破損
18	2		2.50	2.0	2.1	0	1357	1357	浮上無	X	28	139	4.94	>1.0 OK	136	10908	10.31	>1.0 OK	109	943	1.00	>1.0 OK	浸水破損
19	1		2.00	2.0	2.1	0	1451	1451	浮上無	X	8	18	2.11	>1.0 OK	75	413	5.49	>1.0 OK	60	91	1.51	>1.0 OK	内装破壊
19	2	千曲川	2.50	8.0	2.1	0	1451	1451	浮上無	X	719	186	0.23	<1.0 NG	2368	11222	4.74	>1.0 OK	1893	580	0.31	<1.0 NG	浸水破損
19	2	千曲川	1.00	4.0	2.1	641	492	-149	浮上	X	13	54	4.26	>1.0 OK	71	-810	-8.54	<1.0 NG	143	-60	-0.42	<1.0 NG	浸上・破損
20	2	千曲川	3.00	4.0	2.1	334	440	106	浮上無	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	浸上・破損
21	2		2.50	8.0	2.1	133	1089	956	浮上無	X	437	112	0.26	<1.0 NG	2358	7396	3.14	>1.0 OK	614	42	0.07	<1.0 NG	浸上・破損
22	2		2.50	4.0	2.1	0	1235	1235	浮上無	X	641	118	0.18	<1.0 NG	2358	5003	2.12	>1.0 OK	1886	382	0.20	<1.0 NG	浸上・破損
22	2		2.50	4.0	2.1	0	1235	1235	浮上無	X	135	110	0.82	<1.0 NG	785	6742	8.59	>1.0 OK	628	494	0.79	<1.0 NG	浸上・破損
24	1		2.50	4.0	2.1	0	523	523	浮上無	X	32	27	0.83	<1.0 NG	589	4042	6.86	>1.0 OK	—	—	—	—	浸上・破損
25	1		2.50	4.0	2.1	0	596	596	浮上無	Y	107	32	0.30	<1.0 NG	589	1189	2.02	>1.0 OK	472	209	0.44	<1.0 NG	浸上・破損
25	1		2.50	4.0	2.1	0	596	596	浮上無	X	91	32	0.35	<1.0 NG	445	3467	7.79	>1.0 OK	—	—	—	—	倒壊
26	1		2.50	2.0	2.1	0	222	222	浮上無	Y	121	32	0.27	<1.0 NG	445	2654	5.96	>1.0 OK	356	238	0.67	<1.0 NG	壁一部破壊
26	1		2.50	2.0	2.1	0	222	222	浮上無	X	16	39	2.15	>1.0 OK	75	403	5.36	>1.0 OK	60	99	1.47	>1.0 OK	壁一部破壊
27	2		1.90	4.0	2.1	0	1374	1374	浮上無	X	41	134	3.29	>1.0 OK	350	10924	30.32	>1.0 OK	—	—	—	—	開口破壊
28	2		1.00	1.0	2.1	1439	1114	-325	浮上	X	64	144	2.25	>1.0 OK	350	6374	19.62	>1.0 OK	369	549	1.49	>1.0 OK	浸上・破損
28	2		1.00	1.0	2.1	1439	1114	-325	浮上	Y	1	142	204.22	>1.0 OK	6	-2517	-413.98	<1.0 NG	12	-130	-10.71	<1.0 NG	浸上・破損

**【結論】**  
 現行2.1としている抗力係数に対して、  
 流速4.0m/s 以上の場合は0.3~1.0、  
 流速2.5m/s 以下の場合は1.5~2.0  
 程度が適切である可能性が示唆された。

$(8.39 + 0.4) / 5 = 1.76 \text{ (m/s)} \dots \text{流速}$

① 各被災地域における被害に関する実測データの収集, 及び既存の抗力式等の妥当性の検証

(2) 公営住宅の構造仕様と被害情報の収集

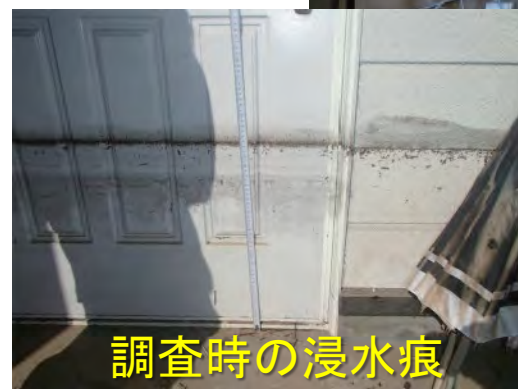
調査対象として絞り込まれた61棟

災害名	都道府県	事業主体	団地名	床上浸水棟数
平成30年7月豪雨	岡山県	和気町	S団地	20
	山口県	岩国市	N団地・S団地	17
令和元年東日本台風(19号)	宮城県	宮城県	M住宅	16
	福島県	福島県	K団地	6
	宮城県	角田市		2

当初、113棟がリストアップされたが、木造として収集したにも拘わらずPC造であったり、浸水深が浅かったりするなどの理由で絞り込まれた。

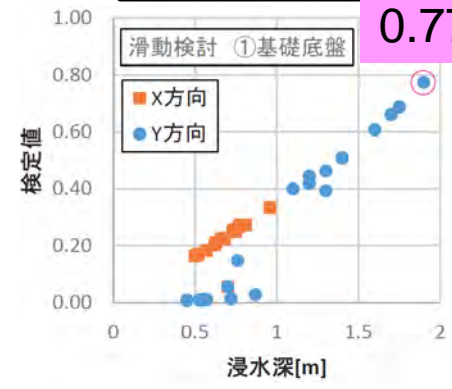
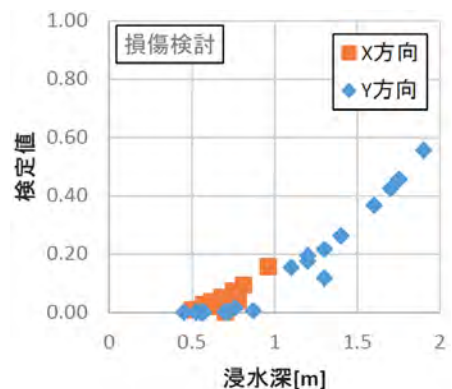
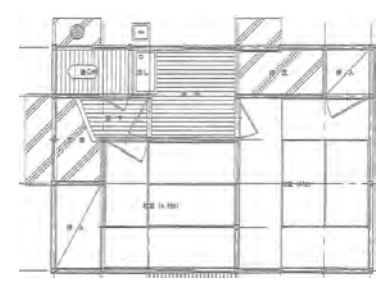


←洪水被害時の状況



調査時の浸水痕

最大で2.7だとしても被害状況と相応 ← Max 0.77



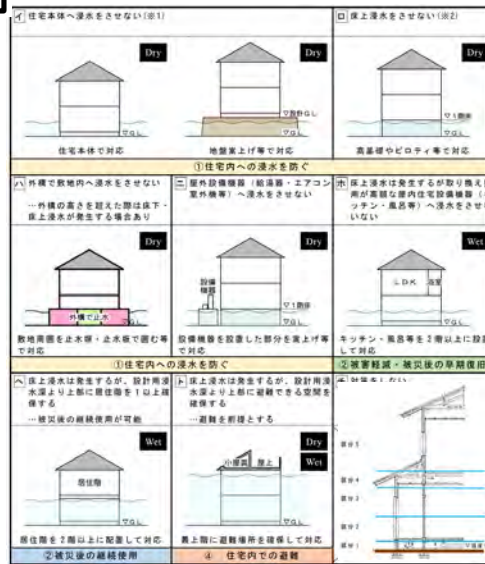


# 資料4 「流域治水における被害軽減のための木造住宅の水害対応技術の開発」の成果

## ② 水災下における木造住宅の安全確保シナリオの検討

### (1) 住団連のガイドラインにおけるシナリオ

浸水対策の基本的な考え方	設計目標レベル	対策方法概要	浸水対策の方針	
【Dry】 浸水をさせない	対象外	住宅本体へ浸水をさせない	住宅本体へ対応	
	イ	住宅本体へ浸水をさせない		地盤嵩上げ等に対応
	ロ	床上浸水をさせない	高基礎等に対応	① 住宅内への浸水を防ぐ
	ハ	敷地内へ浸水をさせない	止水塀・止水板で囲む等に対応	
	ニ	敷地内へ浸水をさせない	止水塀・止水板で囲む等に対応	
【Wet】 浸水を許容する	ホ	屋外設備機器へ浸水をさせない	設備機器を設置した部分を嵩上げ等に対応	③ 住宅内での避難
	ヘ	居住階を1以上確保する	最上階に避難場所を確保して対応	
	ト	避難できる空間を確保する	最上階に避難場所を確保して対応	
対策をしない	チ	—	—	—



## ③ 既存木造住宅の耐水害仕様改修の具体的ニーズの検証

想定浸水深最小規模0.5m～同最大規模5mの住人266名の回答を得た。

耐水害改修希望者：65%

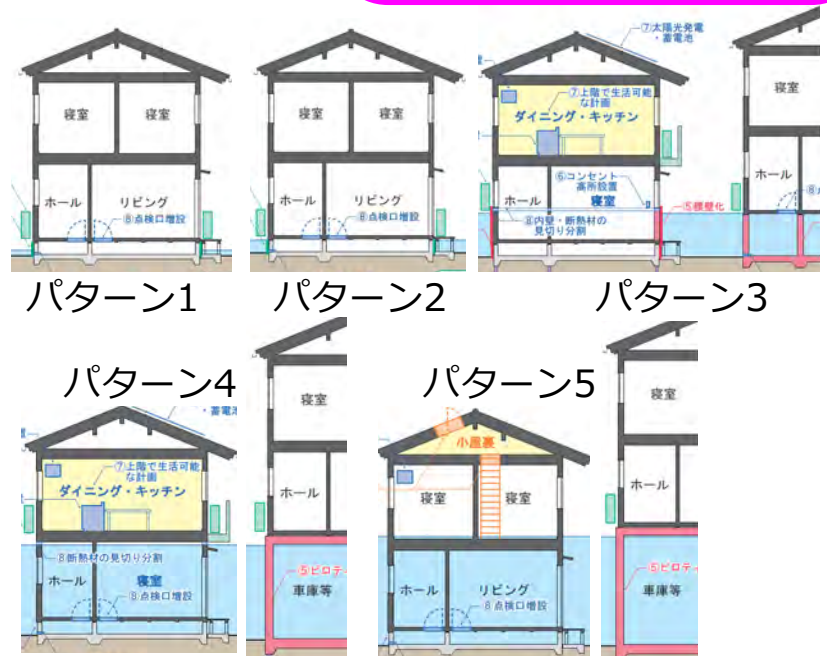
耐水害改修希望レベル：

- a.住宅の中にも床下にも水が入らない。50%
- b.床上は浸水しないが、床下は浸水し、水害後は泥を出せば元通りとなる。36%
- c.住宅の中に水が入っても、2階で生活が継続できる。2%
- d.住宅の中に水が入るが、復旧工事が素早く安価にできる。9%
- e.その他 3%

### (2) 元施策② (耐浸水性能評価法の検討) におけるシナリオ

	パターン1 ?cm (低水位)	パターン2 床下αcm	パターン3 90~100cm	パターン4 300程度	パターン5 2階床以上
<b>A 敷地内・床下浸水防止・被害軽減</b>	②敷地への水の浸入を防ぐ、建物への水の接近を防ぐ ③敷地内設備を守る ④住宅の床下への浸水を防ぐ(床材の保護、床下設備の保護)	盛土、珪・止水版等による水防線の確保 設備位置を高く 浄化槽の対策は	盛土、珪・止水版等による水防線の確保 設備位置を高く	盛土、珪・止水版等による水防線の確保 設備位置を高く	設備位置を高く
<b>B 居住空間</b>	⑤住宅の居住空間への浸水を防ぐ ※高床も含む、地下階を含む	—	DRY 又は高床・盛土 ※床下浸水防止はこの手段	高床	高床
<b>C WET</b>	⑥やむを得ない浸水を許容した上で、家財、設備被害の軽減 ⑦浸水後の生活継続対策等 ⑧住宅の復旧の容易化	—	コンセント位置をあげる 設備等高価なものの上階設置	設備等高価なものの上階設置	設備等高価なものの上階設置
<b>E 流出防止</b>	⑨建物の流出防止等の構造面の対策	—	構造耐力の確保 浮上防止対策	構造耐力の確保 浮上防止対策	構造耐力の確保 浮上防止対策
<b>D 避難</b>	⑩逃げ遅れた場合の避難対策	(地下階からの避難ルート確保)	(地下階からの避難ルート確保)	—	上階への避難ルート、屋上等への避難ルート

①水害のおそれの少ない場所の選定といった立地面の対策は、別のレベルの対策として除外  
建物自体を浮上させる対策は特殊な対策として除外





# 資料5 「流域治水における被害軽減のための木造住宅の水害対応技術の開発」の民間からの貢献及び出口の実績

○民間からの貢献額：令和3年度で15,000千円相当  
 ①人件費：1人・年程度(8,000千円相当)  
 ②機器等の提供：測定センサ貸与(5,000千円相当)，試験体(2,000千円相当)  
 ※上記のほか，交流研究員として，住宅関連企業が建研に社員を派遣予定

当年度当初見込み	当年度実績
①人件費：1人・年程度(8,000千円相当)	①人件費：2人・年(15,000千円相当)
②機器等の提供：測定センサ貸与(5,000千円相当)，試験体(2,000千円相当)	②なし(当初予備実験を予定していたが、FSとなったため)

○出口戦略  
 既存木造住宅の水害対策技術等をガイドラインとして公表し，事業者や住宅所有者等による浸水対策としての改修が促進され，もって水害時の経済被害の最小化に寄与する。住宅リフォーム市場に「水害対策のための改修」という新たなカテゴリーが創設される

当年度当初見込み	当年度実績
既存木造住宅の水害対策技術等をガイドラインとして公表し，事業者や住宅所有者等による浸水対策としての改修が促進され，もって水害時の経済被害の最小化に寄与する。住宅リフォーム市場に「水害対策のための改修」という新たなカテゴリーが創設される	フィージビリティスタディを実施し，木造建築物に作用する流体力の大小を差配する抗力係数について，その妥当性を検証した結果，改善の余地が明白となった。水害対策技術等のガイドラインや水害時の経済被害の最小化のための技術開発を開始する準備が整った。