

Building Damage Inspection

建物被害調査の テキスト

地震被害編

田中 聡

Satoshi TANAKA



Social Disaster Research Center
常葉大学附属
社会災害研究センター

CONTENTS

SECTION 1 はじめに

SECTION 2 建物被害調査とはなにか

00	建物被害調査とは	01
01	応急危険度判定調査	01
02	被災度区分判定調査	03
03	建物被害認定調査	05

SECTION 3 建物の基本的な構成

01	建物の基本的な構成	07
02	被害記録のための準備作業	07

SECTION 4 建物被害調査の方法 - 被害のみかたと記録の残し方 -

01	建物の傾斜の測定	09
02	屋根の被害の調査	11
03	外壁の被害の調査	13
04	基礎の被害の調査	15
05	天井の被害の調査	17
06	内壁の被害の調査	19
07	柱の被害の調査	21
08	床の被害の調査	23
09	建具の調査	25
10	設備の調査	27
11	建物被害認定のレシピ	29

SECTION 5 建物被害評価の方法 - 被害の記録から判定してみる -

01	建物被害認定の評価方法	31
a)	建物被害認定における評価基準の概要	31
b)	被害の点数化の方法	33
c)	部位の損傷の判断とその程度	33
d)	各部位の損傷率の計算	35
e)	建物の損害割合の計算と被災程度の判定	37
f)	内閣府調査票による計算	38

SECTION 6

あなたにもできる被害調査

- 携帯情報端末 (iPhone/iPad)
アプリをつかった建物被害調査 -

01	建物被害調査の課題とその解決策	43
02	建物被害調査システムの使い方 (iPad アプリ)	45
03	練習用図面	48
04	建物被害調査システムの使い方 (iPhone アプリ)	51

SECTION 7

実被災建物を活用した建物被害調査実習の事例

01	小千谷市被災住宅の概要	53
02	CG による表現	55

SECTION 8

実建物を活用した建物被害調査研修

59

SECTION 1

はじめに

災害が発生し建物が損壊すると、さまざまな建物被害調査が実施される。調査の目的は、余震からの安全性の確保、復旧方針の判断、被災者支援、保険金の支払いなど、さまざまであるが、建物の損壊状況を記録し評価するという点ではおなじである。ちがいは評価の方法にある。

現行の建物被害調査は、被害の調査（記録化）と被害の評価を一体化した手順となっている。このメリットは作業の迅速化であるが、それぞれの目的に特化した調査項目の設定となっているため、一つの調査結果を別の調査に活用するといった情報の共有ができない。そのため、ひとつの被災建物に何度もおなじような調査が繰り返し実施されるというデメリットがある。さらに、評価結果の検証方法の手順が定められておらず、結果として被災者の理解と納得が得られない状況が毎回発生している。

そこでこのテキストでは、このような課題の解決をめざし、被害の調査（記録化）と被害の評価を分離して建物被害調査法を解説する。解説では、携帯情報端末（iPad/iPhone）アプリを使用した被害の調査・記録方法と被害の評価方法を解説する。

なおこのテキストでは、建物被害調査の中でも、被災者支援に資する「建物被害認定調査」を事例に解説する。

なお、このテキストで使用したアプリは以下の HP から (AppStore) からダウンロード可能である。

常葉大学附属社会災害研究センター <http://sdrc.fj.tokoha-u.ac.jp>

あるいは

iTunes : 【iPad 版】 <https://itunes.apple.com/jp/app/jian-wu-bei-hai-diao-zha/id918601296?mt=8>

【iPhone 版】 <https://itunes.apple.com/jp/app/jian-wu-bei-hai-diao-zha-iphone/id1161099252?mt=8>

またアプリの使用方法については、以下を参照してください。

YouTube: 建物被害調査ツール - 木造建物編 -

【iPad 版】 <https://www.youtube.com/watch?v=KlqpJrjX-PQ>

【iPhone 版】 https://www.youtube.com/watch?v=4dS_nUUYYRo

検索 建物被害調査ツール



00 建物被害調査とは

災害時発生時には、余震などの二次災害から建物の安全性を評価する「応急危険度判定調査」¹⁾、建物の補修性を評価する「被災度区分判定調査」²⁾、り災証明書のための「建物被害認定調査」³⁾、地震保険の支払いのための「地震保険損害査定」、その他学術目的で実施される被害調査など、さまざまな目的で被害の調査が実施される。

これら建物被害調査業務は、“被害の調査”と“被害の評価”の2つの業務から構成される。被害の調査とは、建物のどこでどのような損壊が発生したか、という情報を収集し記録する作業である。一方、被害の評価とは、安全性、補修性、損害量などそれぞれの調査目的に合わせて、調査された被害情報を分析し評価する作業である。

被害の調査は、建物に発生した損壊を目視で観察し、損壊が発生した場所とその状態を記録する作業であり、どの調査でもほぼ同様である。一方、被害の評価は、それぞれの評価目的によって記録の分析方法が異なる。

このテキストでは、主として「建物被害認定調査」を事例に取りあげ解説するが、まず主たる3つの被害調査についてその概要を説明する。

01 応急危険度判定調査

応急危険度判定調査の目的は、余震などによる建物損壊の危険性や外壁・窓ガラスの落下、付属設備の転倒などの危険性を判定することにより、人命にかかわる二次的災害を防止することである。

応急危険度判定調査は、ボランティアとして協力する民間の建築士などが、応急危険度判定に関する講習を受講して、「応急危険度判定士」として都道府県に登録する。これら応急危険度判定士を統括する組織として、全国被災建築物応急危険度判定協議会がある。

調査は、建物の外観から見える範囲に発生した被害であり、その情報に基づく評価は、木造建物の場合には1) 建物全体としての危険性の判断、2) 建物を構造物としてみた場合の危険性の判断、3) 落下物や転倒物に関する危険性の判断、の3点について判断する。詳細は右のとおりである。

1. 一見して危険と判定される

- 1) 建物全体または一部の崩壊・落階
- 2) 建物全体または一部の著しい傾斜
- 3) 基礎の著しい破壊、上部構造との著しいずれ

2. 構造躯体に関する危険度

- 1) 隣接建築物・周辺地盤の破壊による危険
- 2) 構造躯体の不同沈下
- 3) 基礎の被害
- 4) 建築物の1階の傾斜
- 5) 壁の被害
- 6) 腐食・蟻害の有無

3. 落下物・転倒危険に関する危険度

- 1) 瓦
- 2) 窓枠・窓ガラス
- 3) 外装材 湿式の場合
- 4) 外装材 乾式の場合
- 5) 看板・機器類
- 6) 屋外階段

これらの分析から得られる最終的な評価結果は、危険（赤）、要注意（黄色）、調査済（緑）の3段階にわけられ、図のような色つきのステッカーが建物に貼りつけられる。

建物を調査した応急危険度判定士は、調査現場で判定を決定し、ステッカーの注記に、判定結果の説明を記入する。

木造建築物の応急危険度判定調査表

整理番号 _____ 調査日時 _____ 月 _____ 日 午前・午後 _____ 時 調査回数 _____ 回目

調査者氏名 (都道府県/No) _____ (_____ / _____)

建築物概要

1 建築物名称 _____ 1.1 建築物番号 _____

2 建築物所在地 _____ 2.1 住宅地図整理番号 _____

3 建築物用途 1.戸建て専用住宅 2.長屋住宅 3.共同住宅 4.併用住宅 5.店舗 6.事務所
7.旅館・ホテル 8.庁舎等公共施設 9.病院・診療所 10.保育所 11.工場
12.倉庫 13.学校 14.体育館 15.劇場、遊戯場等 16.その他 (_____)

4 構造形式 1.在来(軸組)構法 2.枠組(壁)工法(ツーバイフォー) 3.プレファブ 4.その他 (_____)

5 階数 1.平屋 2.2階建て 3.その他 (_____)

6 建築物規模 1階寸法 約 ア m × イ m

調査 調査方法：(1.外観調査のみ実施 2.内観調査も併せて実施)

1 一見して危険と判定される。(該当する場合は○を付け危険と判定し調査を終了し総合判定へ)

1.建築物全体又は一部の崩壊・落階	2.基礎の著しい破壊、上部構造との著しいずれ
3.建築物全体又は一部の著しい傾斜	4.その他 (_____)

2 隣接建築物・周辺地盤等及び構造躯体に関する危険度

	Aランク	Bランク	Cランク
①隣接建築物・周辺地盤の破壊による危険	1.危険無し	2.不明確	3.危険あり
②構造躯体の不同沈下	1.無し又は軽微	2.著しい床、屋根の落ち込み、浮き上がり	3.小屋組の破壊、床全体の沈下
③基礎の被害	1.無被害	2.部分的	3.著しい(破壊あり)
④建築物の1階の傾斜	1. 1/60以下	2. 1/60~1/20	3. 1/20超
⑤壁の被害	1.軽微なひび割れ	2.大きな亀裂、剥落	3.落下の危険有り
⑥腐食・蟻害の有無	1.ほとんど無し	2.一部の断面欠損	3.著しい断面欠損
危険度の判定	1.調査済み 全部Aランクの場合(要内観調査)	2.要注意 Bランクが1以上ある場合	3.危険 Cランクが1以上ある場合

3 落下危険物・転倒危険物に関する危険度

	Aランク	Bランク	Cランク
①瓦	1.ほとんど無被害	2.著しいずれ	3.全面的にずれ、破損
②窓枠・窓ガラス	1.ほとんど無被害	2.歪み、ひび割れ	3.落下の危険有り
③外装材 湿式の場合	1.ほとんど無被害	2.部分的なひび割れ、隙間	3.顕著なひび割れ、剥離
④外装材 乾式の場合	1.目地の亀裂程度	2.板に隙間が見られる	3.顕著な目地ずれ、板破壊
⑤看板・機器類	1.傾斜無し	2.わずかな傾斜	3.落下の危険有り
⑥屋外階段	1.傾斜無し	2.わずかな傾斜	3.明瞭な傾斜
⑦その他 (_____)	1.安全	2.要注意	3.危険
危険度の判定	1.調査済み 全部Aランク	2.要注意 Bランクが1以上ある場合	3.危険 Cランクが1以上ある場合

総合判定 (調査の1で危険と判定された場合は危険、それ以外は調査の2と3の大きい方の危険度で決定する。)

1. 調査済 (緑) 2. 要注意 (黄) 3. 危険 (赤)

コメント (構造躯体等が危険か、落下物等が危険かなどを記入する。)

コメントは判定ステッカーの注記と同じとする。

集計欄は数字で記入

整理番号

建築物番号

住宅地図整理番号

3

4

5 階

ア m

イ m

調査方法

1

①

②

③

④

⑤

⑥

判定

⑦

判定

総合判定





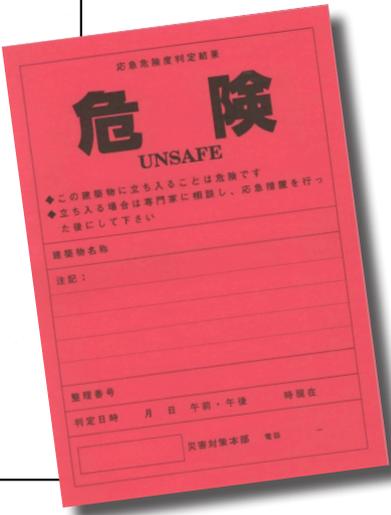


図1 木造建築物の応急危険度判定調査票 (写真は全て参考文献1より抜粋)

3. 建物の被災度区分（該当箇所にご印をつける）

部位	損傷項目	損傷算定式・被災度ランク	被災度
基礎 (外周基礎)	損傷率	損傷基礎長 (_____ m (個)) 外周基礎長 (_____ m (個)) ×100 = (_____ %)	
		15%未満 15~30% 30~65% 65~85% 85%以上 □ I □ II □ III □ IV □ V	
	損傷状況	□ I □ II □ III □ IV □ V	
床組 (1階床組)	損傷率	損傷床面積 (_____ m ² (坪)) 1階床面積 (_____ m ² (坪)) ×100 = (_____ %)	
		10%未満 10~30% 30~60% 60~85% 85%以上 □ I □ II □ III □ IV □ V	
	損傷状況	□ I □ II □ III □ IV □ V	
軸組 (1階柱)	損傷率	損傷柱 (_____ 本) 1階柱本数 (_____ 本) ×100 = (_____ %)	
		10%未満 10~30% 30~60% 60~85% 85%以上 □ I □ II □ III □ IV □ V	
	損傷状況	□ I □ II □ III □ IV □ V	
耐力壁 (1階耐力壁)	損傷率	損傷耐力壁長 (_____) 1階耐力壁長 (_____)	
		10%未満 10~30% □ I □ II	
	損傷状況	□ I □ II	
仕上材 (外壁仕上面)	損傷率	損傷壁面積 (_____) 外壁面積 (_____)	
		15%未満 15~40% □ I □ II	
	損傷状況	□ I □ II	
屋根 (最上階の屋根)	損傷率	損傷屋根面積 (_____) 屋根面積 (_____)	
		15%未満 15~40% □ I □ II	
	損傷状況	□ I □ II	
総合被災			

2.2 各部位の調査

1 地盤

- 地盤
 - 小さなひび割れが生じている
 - 多数のひび割れが生じている
 - 崩壊している
- 不同沈下
 - 発生している
- 擁壁
 - 被害が生じている
- 液状化
 - 発生している

2 基礎

- 基礎
 - 破損している
 - 破断している
 - 移動している
 - 流失している
 - 転倒している
- 外周基礎
 - 幅 0.3mm 以上で長さ 200mm 未満のひび割れが 2~5 箇所生じている
 - 局所的な破壊や仕上げモルタル剥離・脱落が生じている
 - ひび割れが著しく土台と遊離し、土台より上部構造を支える役目を果たさなくなっているところが 1~2 箇所生じている
 - 上部構造を支えきれない状態になっている
- アンカーボルト
 - アンカーボルトの抜け出しがある
 - アンカーボルトまたはナットがない

3 床組

- 不陸
 - 若干の不陸が見られる
 - 著しい不陸が見られる
 - 全ての床板に著しい不陸が見られる
- 土台・束等
 - 束が東石から僅かにずれている
 - 束が東石から数cmずれている
 - 土台が基礎から僅かにずれている
 - 柱が土台からわずかにずれている
 - 束が東石から脱落している
 - 土台が基礎から著しくずれている
 - 柱が土台から著しくずれている
 - 全ての土台、柱、束が基礎、東石等から脱落し、大引、根太の大部分が落下している
 - 腐朽・蟻害がある
- 床板
 - 床組と壁の間にわずかなずれが生じている

- 床板の継目に隙間が生じている
- 床板にずれが生じている
- 床板が折れている
- 浴槽・便器
 - 浴槽、便器が数cmずれている
 - 浴槽、便器が著しくずれている

4 軸組

- 軸組材
 - 柱、梁等の軸組材に割れが見られる
 - 柱、梁等の軸組材に断面欠損が見られる
 - 柱、梁組の軸組材に折損が見られる
- 柱・梁仕口
 - 柱と壁の仕口にわずかなずれが生じている
 - 一部の柱と梁の仕口にめり込み等の損傷が見られる
 - 柱と梁の仕口にずれが生じ、柱に割れが生じている
 - 大部分の柱、梁の仕口がずれたり、柱、梁に割れが生じている
- 柱・梁の変形
 - 柱、梁が若干たわんでいる
 - 柱、梁がたわんでいる
 - 全ての柱が折損したり、土台からはずれたりしている
 - 柱脚の腐朽が見られる
- 天井面
 - 天井面に若干の不陸が見られる
 - 天井面に不陸が見られる
 - 天井面に著しい不陸が見られる
 - 天井面に歪みが見られる
 - 天井板がずれたり、一部脱落が見られる
 - 天井板が脱落している
- 塗天井
 - 塗天井には亀裂が生じている
 - 塗天井に剥離が見られる
- 階段
 - 階段がずれている
 - 階段がはずれている

5 耐力壁

- 変形
 - ほとんどの耐力壁に残留変形が生じている
 - 破壊には至っていないが、著しい残留変形(約 1/10 の層間変形角 = 引き起こしが可能)が生じている
 - 引き起こしが不可能な程度の残留変形(1/10 を超える層間変形角)が生じている
 - 1階部分が完全に崩壊している
- 筋かい
 - 壁面にわずかなずれが生じている。他は異常がない
 - 筋かいは健全

③ 建物被害認定調査

建物被害認定調査とは、災害によって被災した建物の被害の程度を認定する調査である。調査は、建物の外側に発生した被害のみを調査し評価する一次調査と、建物の外側と内側の両方に発生した被害を調査し評価する二次調査がある。調査は、自治体職員によって実施されることが基本であるが、建築士会などの民間団体と契約して業務を委託することもできる。建物被害認定の基準については、内閣府防災担当が被害認定基準の運用指針等を示している。

被害評価は、建物の再建築費用の考え方をもとに、発生した被害量を数値化し、損害割合（建物全体からみた被害量の割合）を評価する。最終的な評価結果は、全壊、大規模半壊、半壊、一部損壊、無被害の5段階に分けられる。この結果は、自治体が発行する災害証明書に記載され、被災者支援の基準となる。たとえば、仮設住宅の入居、義援金の支給、被災者生活再建支援金の支給、税の減免、保険金の申請、会社の見舞金、学費の減免など、多くの公的・民間による被災者支援の基準となっている。



災害に係る住家の被害認定基準運用指針

平成25年6月
内閣府（防災担当）

住家被害認定調査票		調査票番号	201305200111		配置状況 ■判定した住家の範囲が分かるように記載 					
地震 木造・プレハブ 第1次A		調査日	平成 25年 5月 20日							
1		調査時	10:10 ~ 10:25							
調査員		ぼうさい たらう / あつこう はな子								
所在地		××××××××××××××								
世帯主		××× ×××								
2		住家	<input checked="" type="checkbox"/> 住家である(居住のために使用されている)							
4 応急危険度判定 (注) 応急危険度判定に記されているコメントを参照										
外観 外壁にひく落										
5 外観					いずれかに該当	<input type="checkbox"/> 判定へ (全壊)				
<input type="checkbox"/> 住家全部が倒壊 <input type="checkbox"/> 住家の一部の階が全部倒壊 <input type="checkbox"/> 基礎のいずれかの辺が全部破壊しており、かつ破壊している基礎直下の地盤が液状化等した後、基礎の直下の地盤が流出、陥没等している場合										
6 傾斜		測定箇所	(1)	(2)	(3)	(4)	平均値	6cm以上 (下り張り120cmの場合)	<input type="checkbox"/> 判定へ (全壊)	
		水平距離 (cm)	2.1	2.4	2.5	1.4	2.1			
7 躯体		基礎の損傷率が75%以上である (損傷長/全長×100)						損傷率 75%以上	<input type="checkbox"/> 判定へ (全壊)	
8 基礎		損傷率	0%	~10%	~20%	~40%	~60%	~74%		
		損害割合	0	1	2	4	6	7		
9 壁		面積率	~10%	~20%	~40%	~60%	~80%	~100%		
		無被害	0	0	0	0	0	0		
		程度I	1	2	3	5	6	8		
		程度II	2	4	8	11	15	19		
		程度III	4	8	15	23	30	38		
		程度IV	6	11	23	34	45	56		
		程度V	8	15	30	45	60	75		
10 屋根		面積率	~10%	~20%	~40%	~60%	~80%	~100%		
		無被害	0	0	0	0	0	0		
		程度I	0	0	1	1	1	2		
		程度II	0	1	2	2	3	4		
		程度III	1	2	3	5	6	8		
		程度IV	1	2	5	7	9	11		
		程度V	2	3	6	9	12	15		
【損害割合算出表】 (注)「6傾斜」の平均値が2cm未満の場合「計あ」の値を、2cm以上の場合「計あ」又は「計い」のうち大きい値を住家の損害割合とする。										
傾斜		8基礎 + 9壁 + 10屋根 = 計あ			6傾斜 + 10屋根 = 計い					
		傾斜	2	18	0	20	傾斜	15	0	15
判定		損害割合		20	20%未満		20%以上		40%以上 50%以上	
					<input type="checkbox"/> 半壊に至らない		<input checked="" type="checkbox"/> 半壊		<input type="checkbox"/> 大規模半壊 <input type="checkbox"/> 全壊	

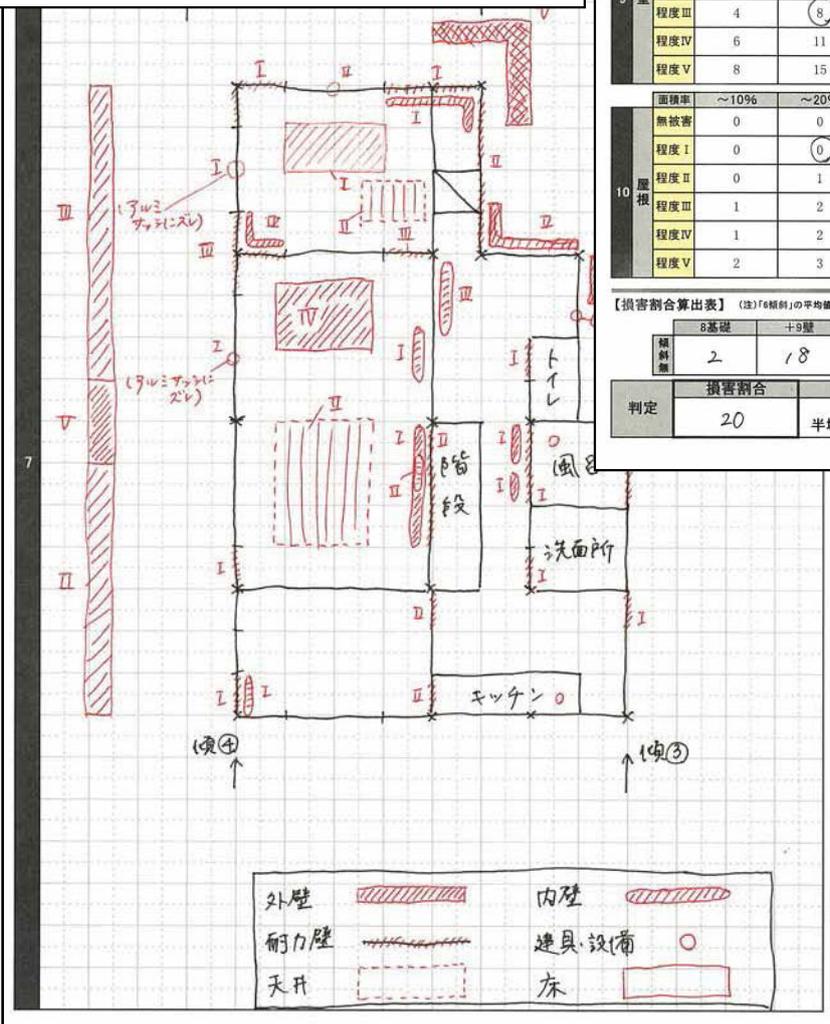


図3 内閣府の被害認定基準運用指針と調査票の例

SECTION 3

建物の基本的な構成

建物の基本的な構成

建物被害調査では、建物を「屋根」「壁」「基礎」などの部位に区分し、各部位ごとに被害の発生を調査・集計する。建物の部位は、屋根、外壁、基礎、天井、柱、内壁、床、建具、設備、の9つに分類される。これらのうち、建物の外側から観察できる部位は、屋根、外壁、基礎、建具（窓ガラス）である。一方、建物の中に入って観察する部位は、天井、柱、内壁、床、建具（扉、障子など）、設備（トイレ、風呂、台所）である。



被害記録のための準備作業

建物の外側からの観察による調査の記録には、立面図や屋根伏図を活用すると正確に記録できる。

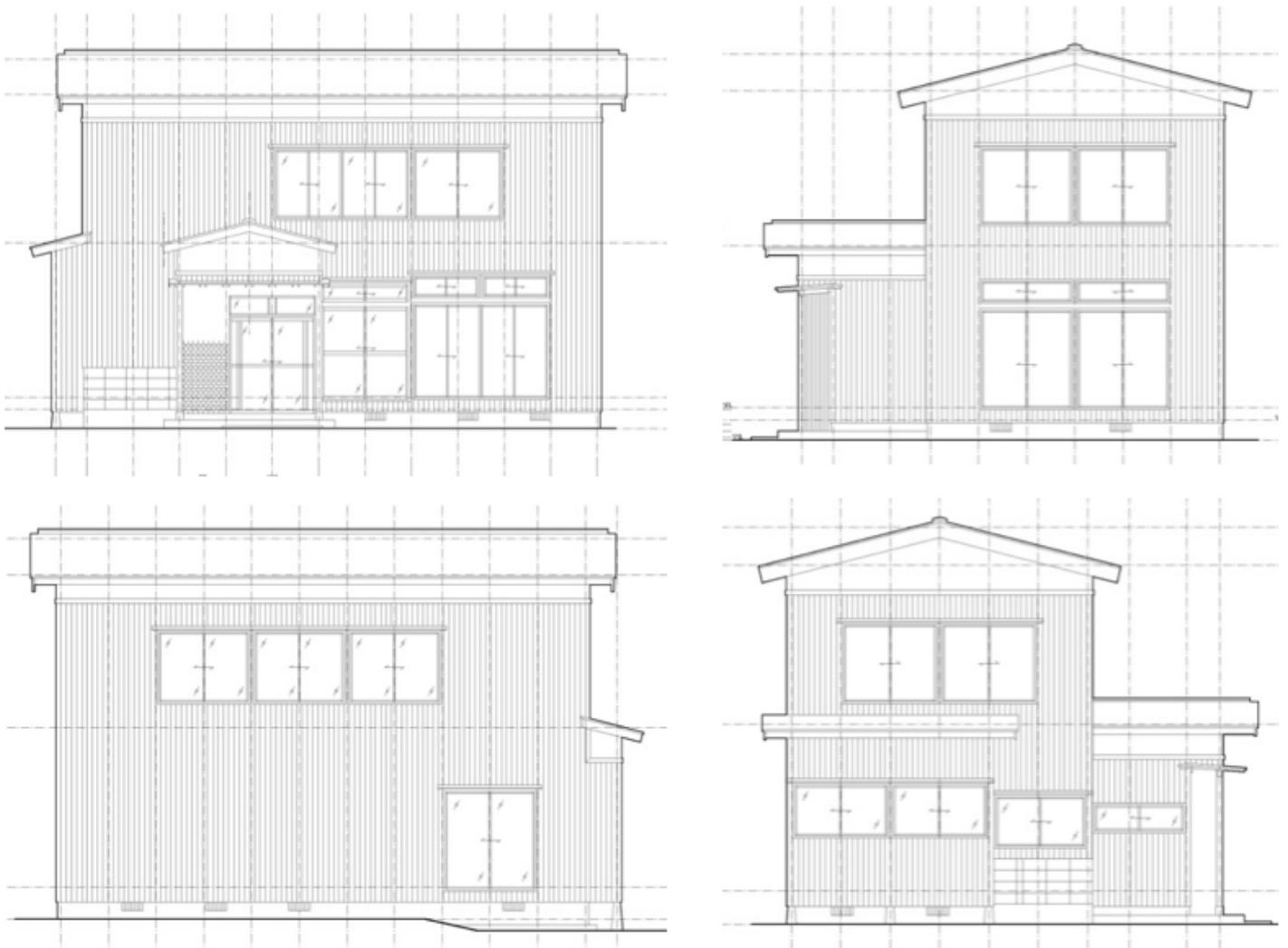


図4 建物の立面図の例

立面図の作成が難しい場合には、建物の四面の写真
を撮影し、その上に被害を書き込むことでも代用可能
である。

建物の内部の調査の記録には、平面図を活用すると
正確に記録できる。平面図の作成が難しい場合には、
手書きの建物見取り図でも代用可能である。

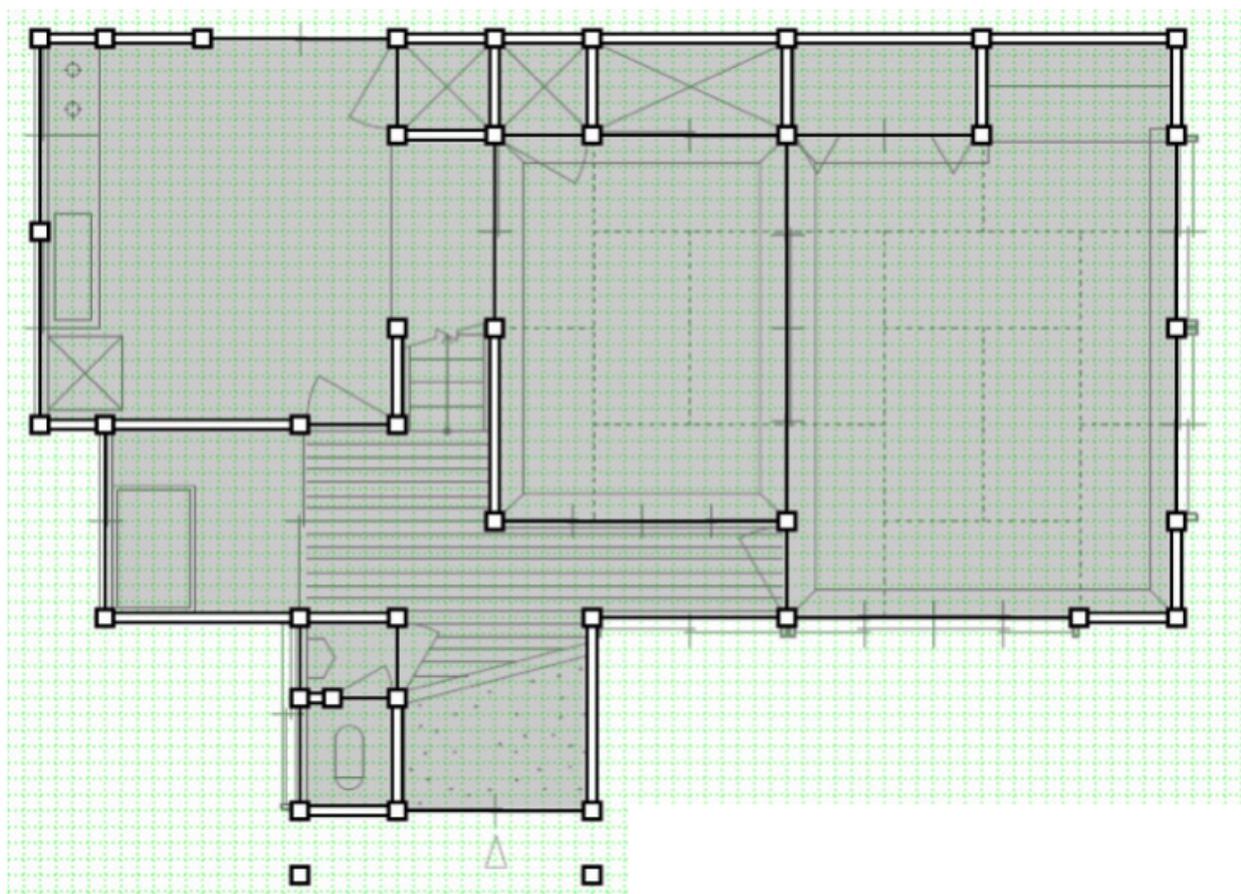
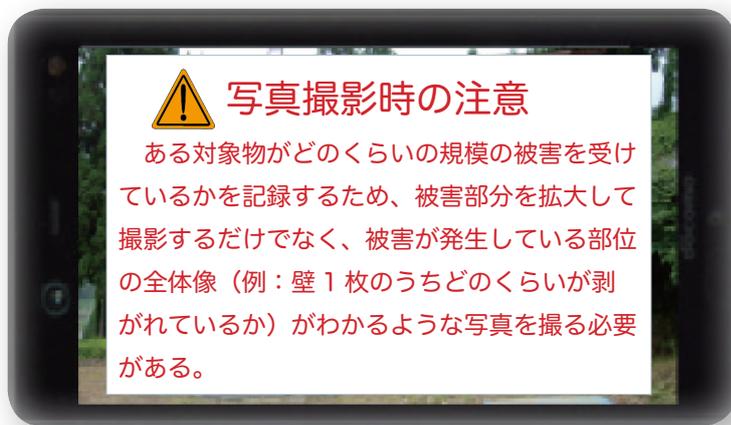


図5 建物屋根伏図，平面図の例

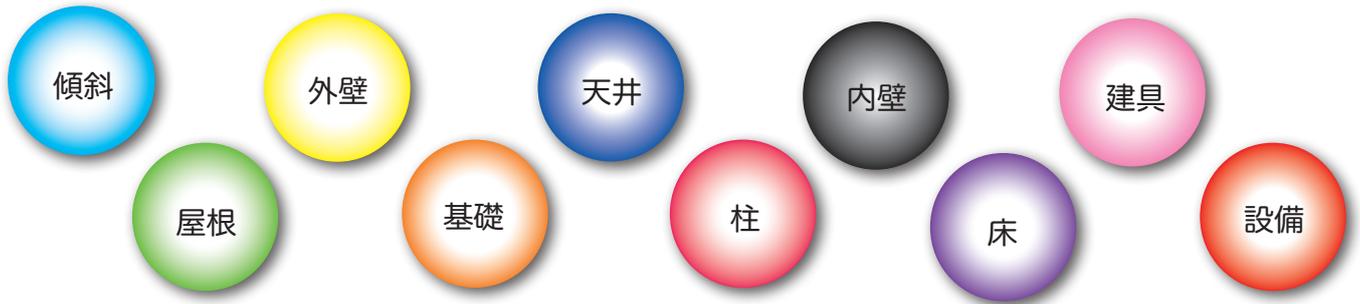
SECTION 4

建物被害調査の方法

- 被害の見方と記録の残し方 -

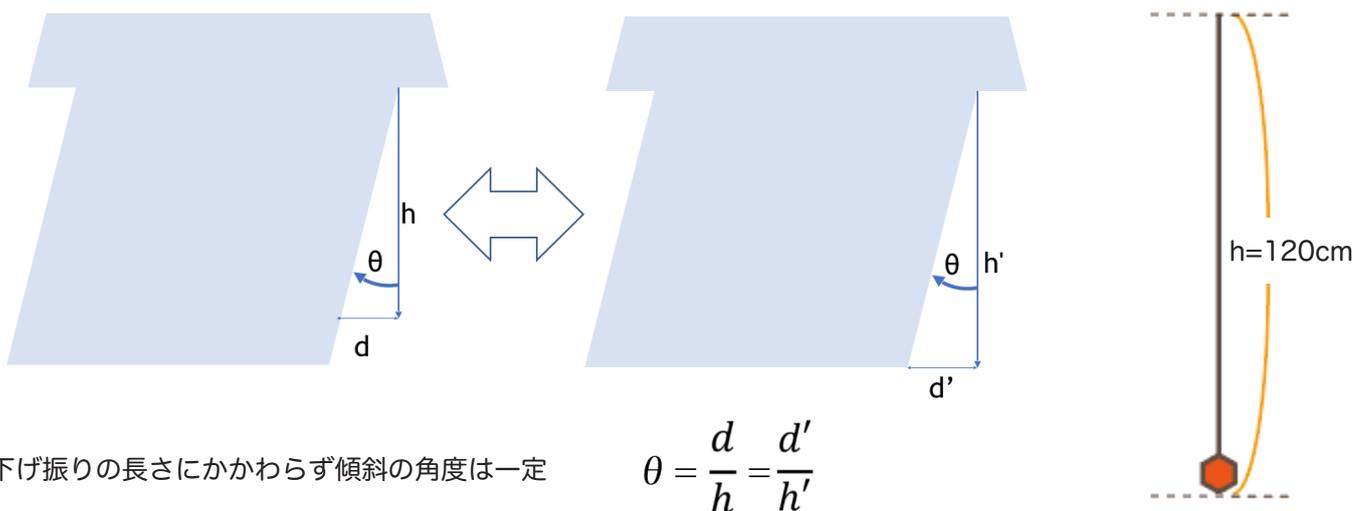
被害の調査は、建物の“どこ”で“どのような”損壊が発生したか、という情報を収集し記録する作業である。このテキストでは、建物被害認定調査を事例として説明する。

建物被害認定調査では、1) 建物の傾斜、2) 屋根、3) 外壁、4) 基礎、5) 天井、6) 柱、7) 内壁、8) 床、9) 建具、10) 設備 の10項目にわたって被害を記録する。そこでこれらの部位について、被害の発見、記録ののこしかたを説明する。このうち、1) から4) は建物の外側から、5) から10) は建物の内部から調査する。



01 建物の傾斜の測定

建物の傾斜の測定方法は、120 cmの下げ振りを用意して、建物に沿わせて、建物からの距離 dcm を測定する。建物が二方向に傾いている場合があるので、直交二方向の傾斜を測定する。傾斜は建物の四隅で測定し、それぞれ d の長さ (cm) と傾いている方向を平面図に記録する。



下げ振りの長さにかかわらず傾斜の角度は一定

$$\theta = \frac{d}{h} = \frac{d'}{h'}$$

図6 建物傾斜の考え方

建物の傾斜とは、建物の傾きの角度 (θ) のことです。この角度は、傾きが一定ならば、測定するひもの長さに関係なく一定です。角度の単位は「度」ではなく「ラジアン」が使われます。この角度を直接測定することが難しいのため、この角度を d と h の長さの比で求めます。

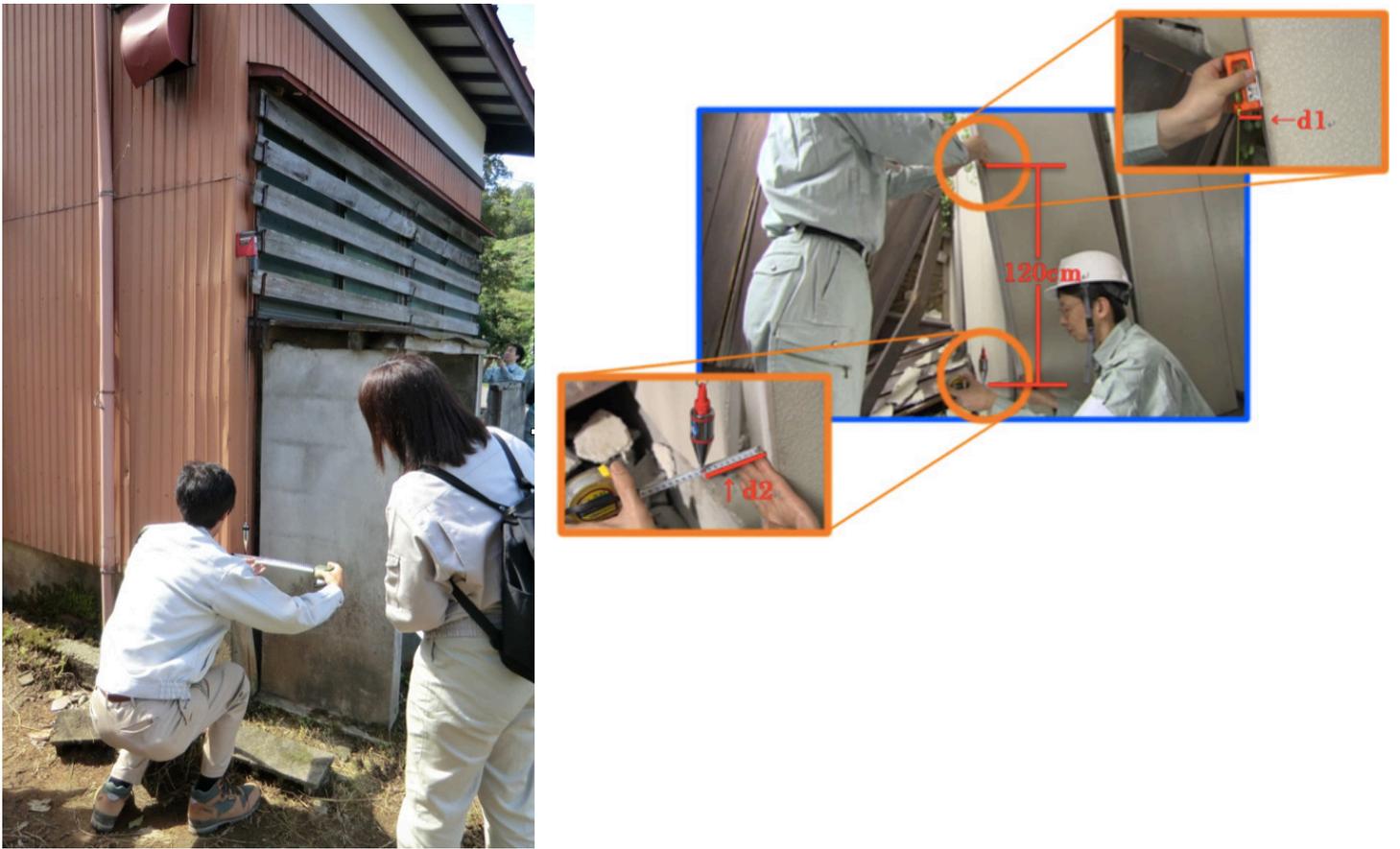


図7 傾斜の測定の様子

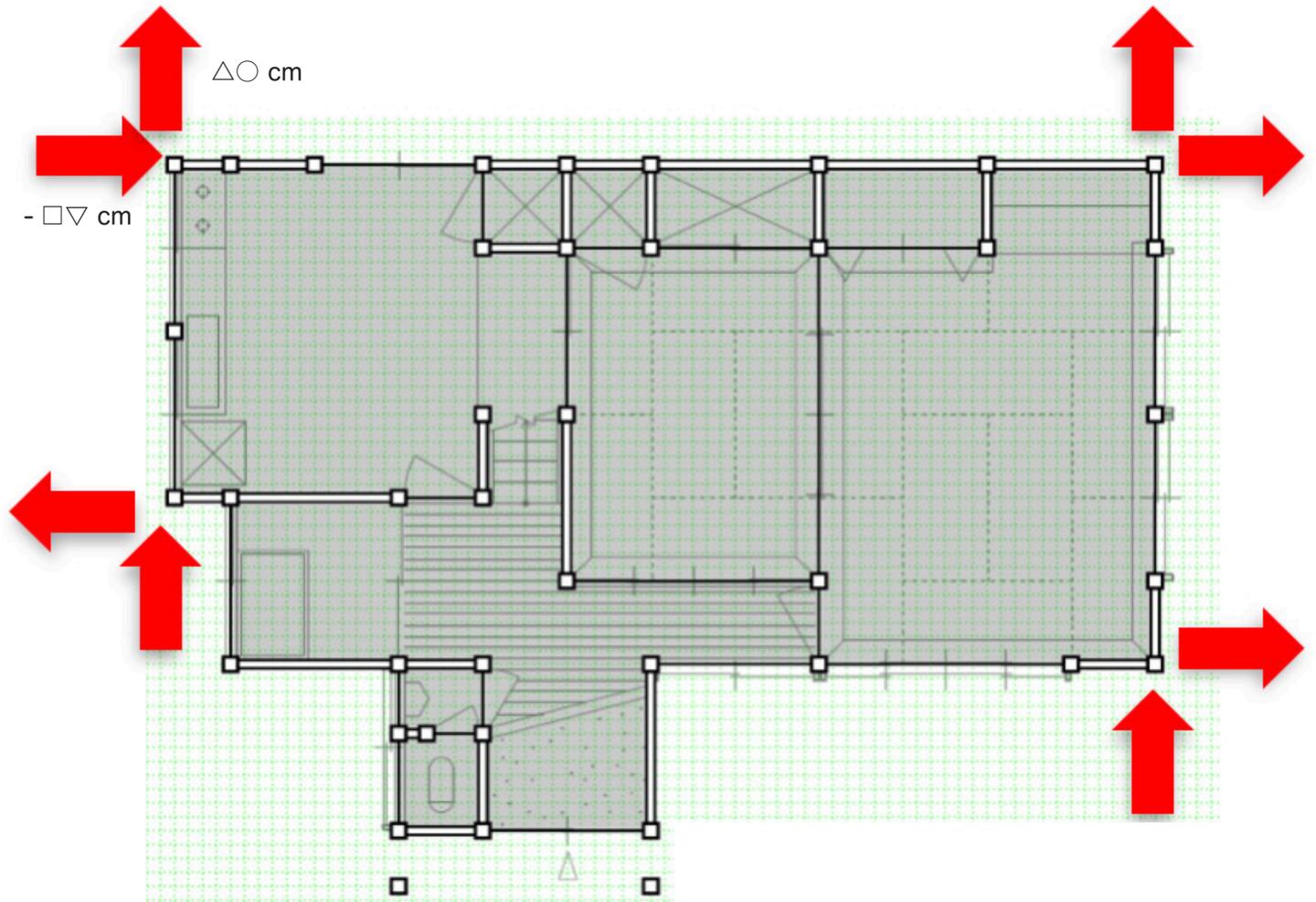


図8 平面図への傾斜方向の記入例

02 屋根の被害の調査

屋根の被害は、屋根を真上から見た図面（屋根伏図）を作成し、瓦のずれや屋根の損壊状況を記入する。

屋根の被害が見えない場合は、ある程度想像で記入してもかまわない。また見える範囲内で屋根の写真を撮影し、撮影した被害のある場所を図面に記入する。

写真を撮影する時には、瓦の損傷箇所を拡大して撮影するのではなく「屋根全体のうちのどのくらいの範囲」かがわかるような一歩引いた構図で撮影することが望ましい。

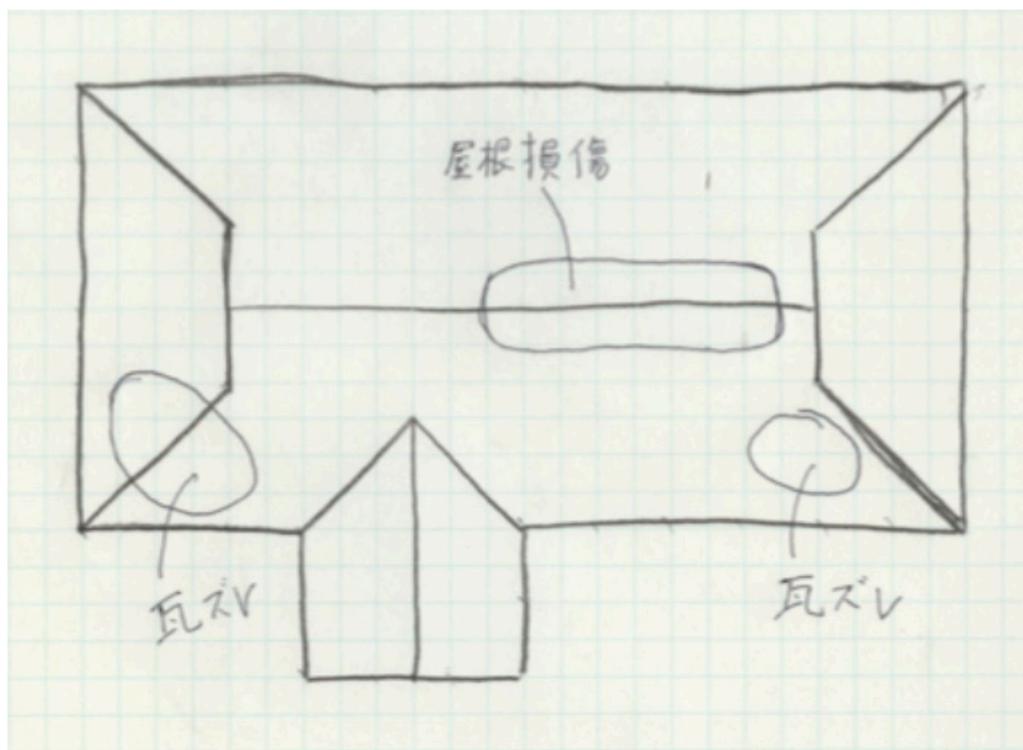
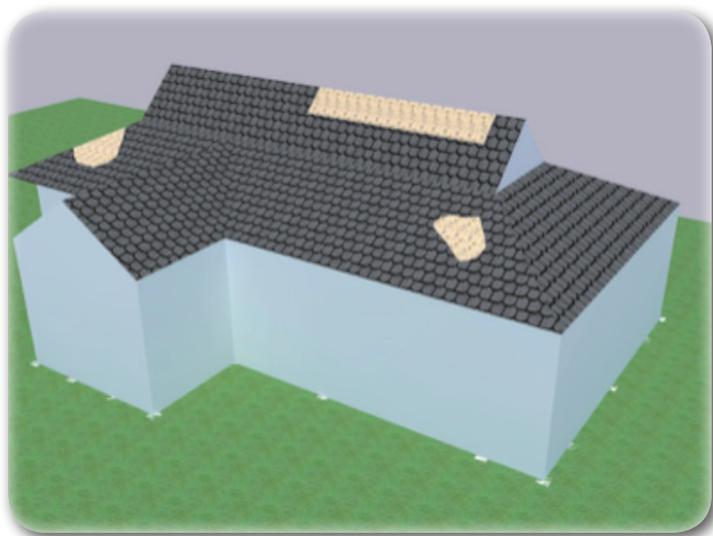


図9 屋根被害記入例



図 10 屋根被害写真の例*注

注：写真は全て参考文献 5 より著者が加筆

03 外壁の被害の調査

外壁の被害は、建物の四面について正面から見た図面（立面図）を作成し、被害を記入する。ただし、立面図の作成は簡単ではないため、この立面図と同様に、建物の四面について、できるだけ正面から写真を撮影する。

スマートフォンで撮影する場合には、そのまま撮影した写真とは別に、被害が発生した場所を書き込んだ写真もあると、後で確認しやすくなる。手順は以下のとおりである。

- ① スマートフォンで建物の写真を撮影する
- ② 写真加工アプリを立ち上げ、損壊が発生している部分（ヒビ、はく落など）をなぞる、囲む

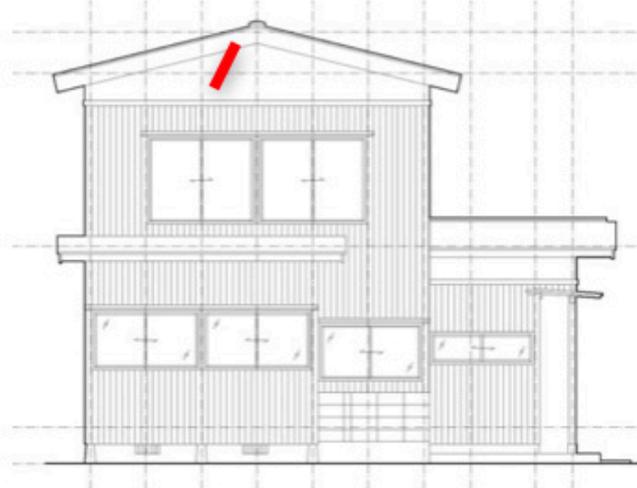
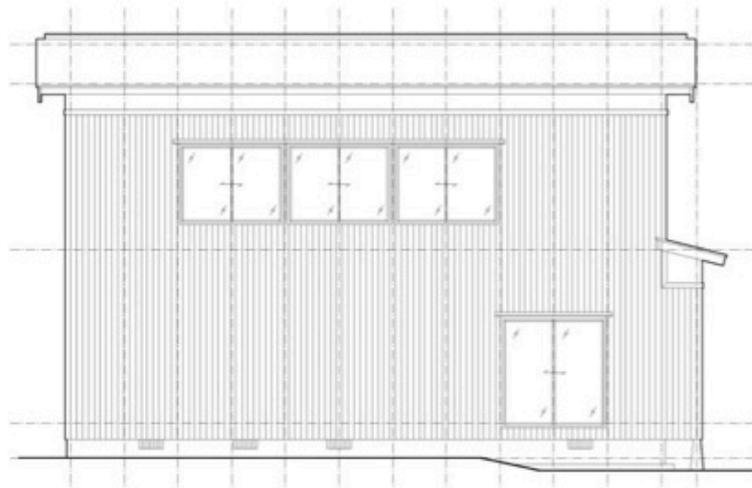
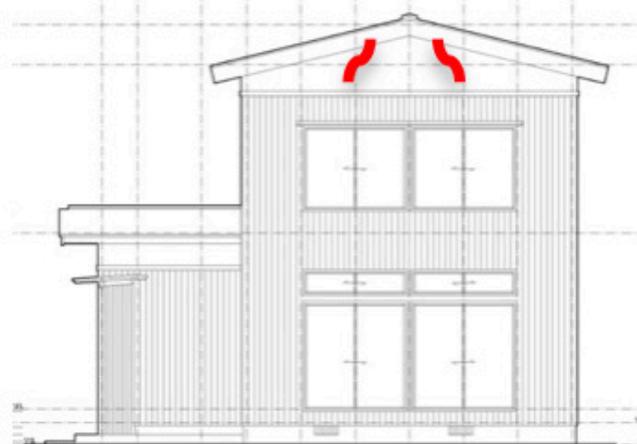
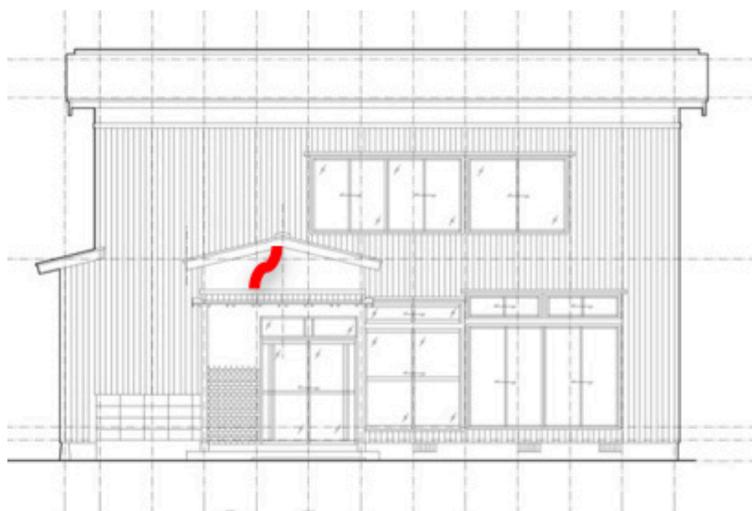


図 11 立面図への外壁被害記入例



平面図に外壁の被害をマークする際には、被害の発生している部分に沿って実線で引くとわかりやすくなる。ただし、内壁の被害と混同しないように必ず平面図の外側に記入する。

図 12 屋根被害写真の例*注

注：写真は全て参考文献 5 より著者が加筆

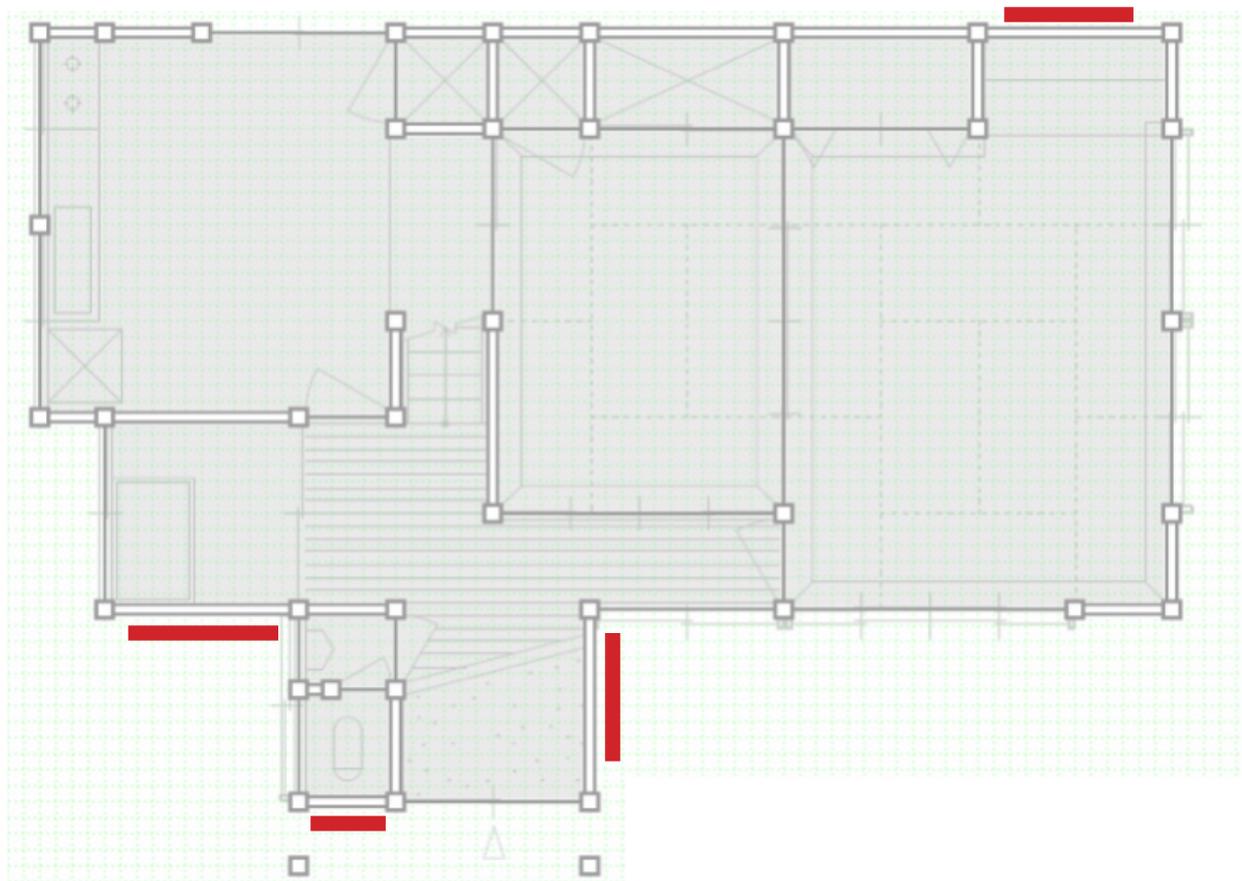


図 13 平面図への外壁被害記入例

04 基礎の被害の調査

基礎の被害とは、建物の基礎にひび割れ、はく落、破断、不陸、局部破壊、移動、流出・転倒、地盤の流出・陥没・液状化などが発生することである。

建物をぐるりと一回りし、これらの被害を基礎に見つけた場合には、その場所を平面図に×印で記入し、写真を撮影する。スマートフォンで撮影した場合には、外壁の調査と同じく、被害の状況を写真に書き込むとよい。

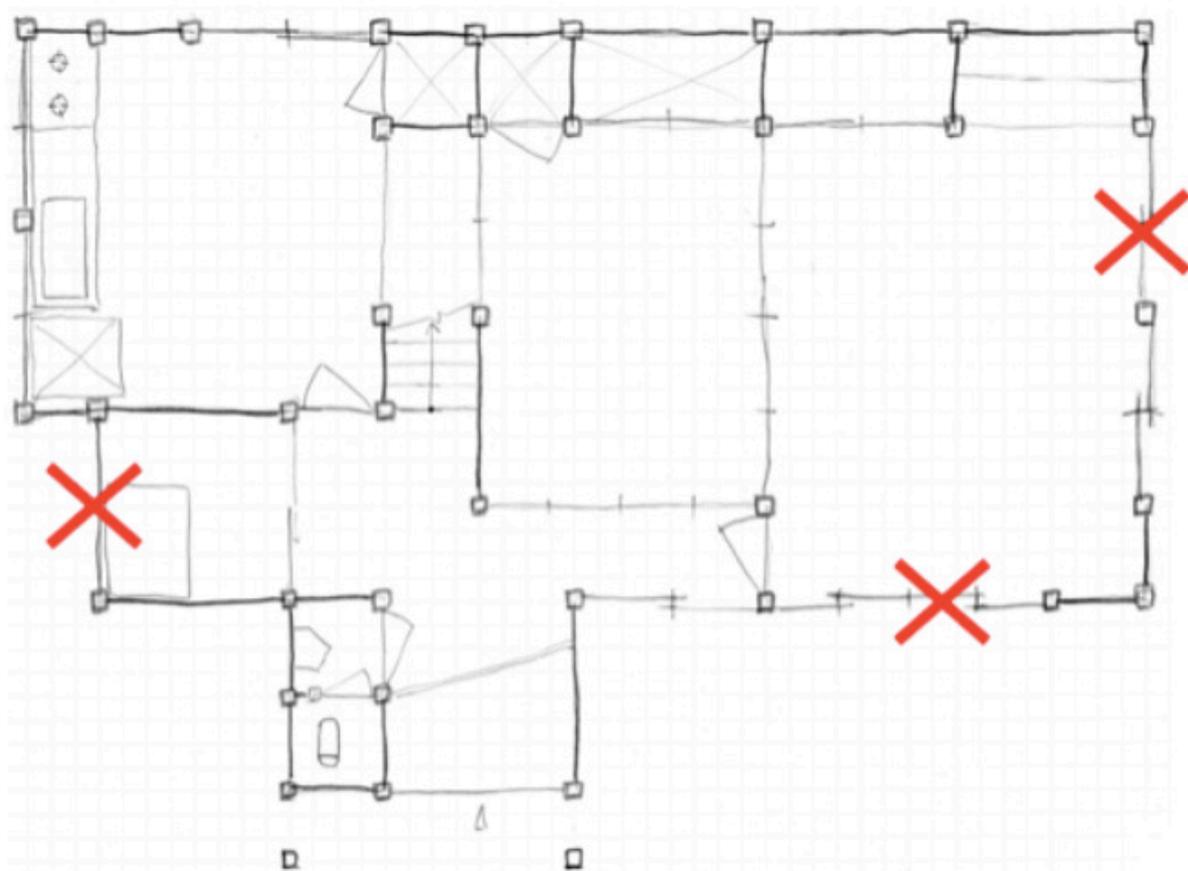


図 14 平面図への基礎被害記入例



図 15 基礎被害写真の例 *注

注：写真は全て参考文献 5 より著者が加筆

05 天井の被害の調査

天井の被害とは、天井板の隙間、浮き、不陸、垂れ下がり、ひずみ、脱落などが発生することである。室内をみてまわり、これら被害を発見した場合には、平面図に損傷位置をマークするとともに、写真を撮影し、そこに損傷状況を記入すると状況がわかりやすくなる。また天井が張っていない部屋がある場合には、平面図にその旨を記入するとともに、その様子の写真も撮影しておく。

天井の被害を平面図に記入する際には、とくに床の被害と混同しないように注意が必要である。床の被害の凡例と異なる凡例を使うようにする。一緒にすると、天井の被害なのか、床の被害なのかわからなくなってしまいう可能性がある。この例では凡例を点線にして表記する。

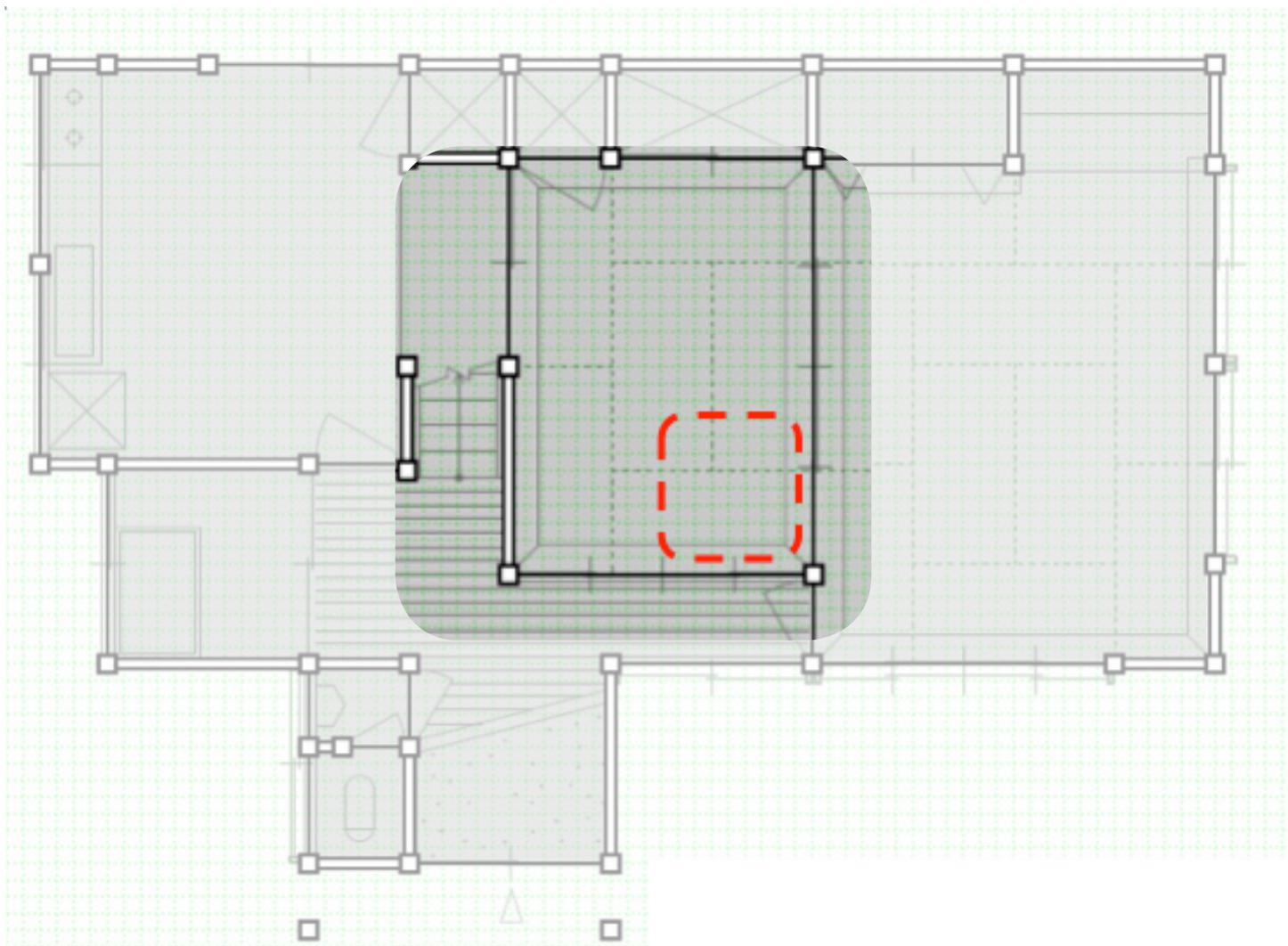


図 16 平面図への天井被害記入例



図 17 天井被害写真の例*注

注：写真は全て参考文献 5 より著者が加筆

06 内壁の被害の調査

内壁の被害とは、壁の目地の切れ、ずれ、ひび割れ、脱落、浮き、などが発生することである。

室内をみてまわり、これら被害を発見した場合には、平面図に損傷位置をマークするとともに、写真を撮影し、そこに損傷状況を記入すると状況がわかりやすくなる。平面図に内壁の被害をマークする際には、被害が発生している部分に沿って実線で線を引くとわかりやすくなる。

特に、壁の四隅の角にひび割れや、ボードのずれなどは見落としやすいため注意する必要がある。また外壁と接していない内壁は、一つの壁の両面を別々に調査する。

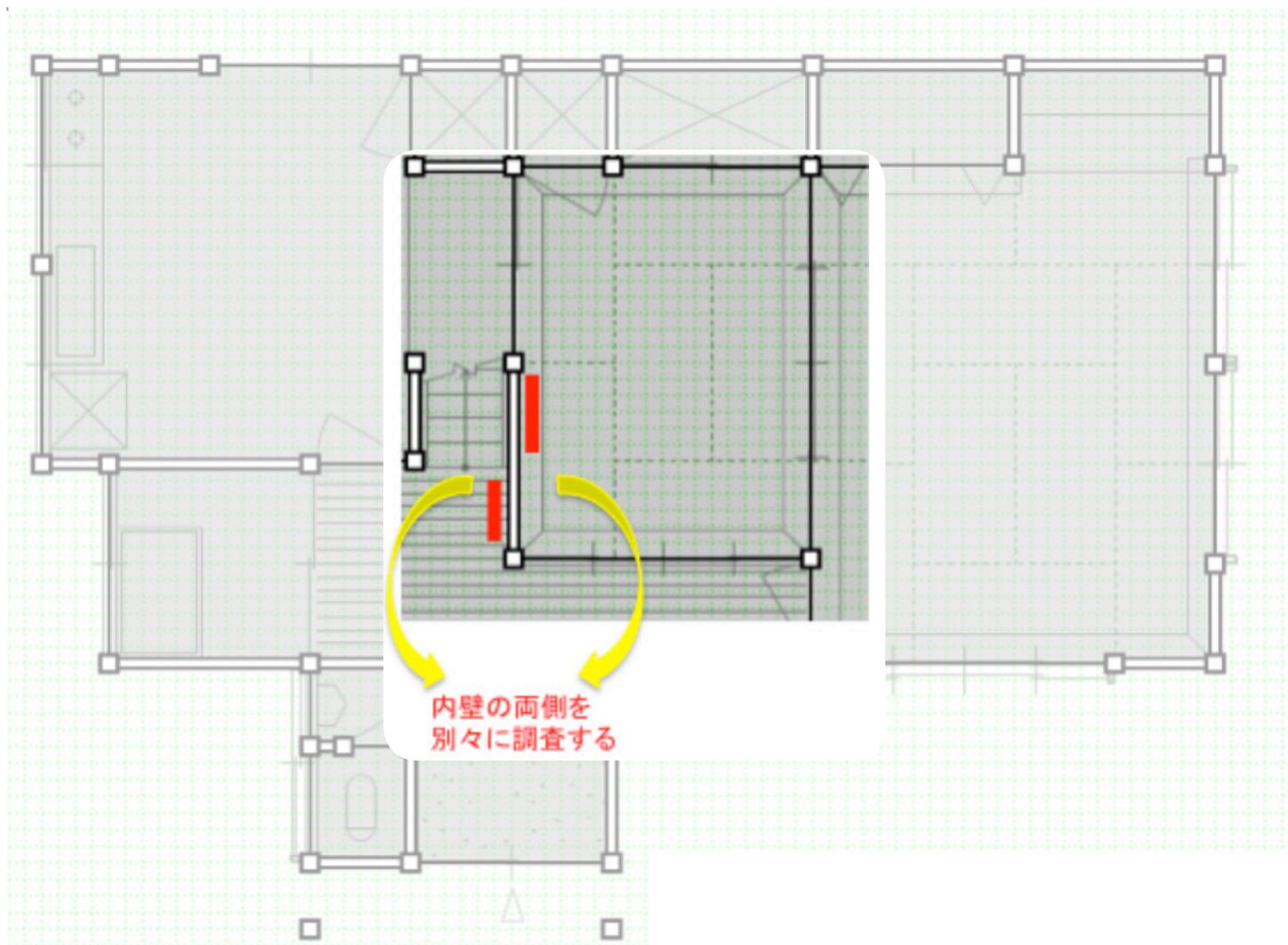


図 18 平面図への内壁被害記入例



図 19 内壁被害写真の例 *注

注：写真は全て参考文献 5 より著者が加筆

07 柱の調査

柱の被害とは、柱の折れ、欠損、上下端の割り裂け、柱梁仕口のずれ、曲がり、移動などが発生することである。

室内をみてまわり、これら被害を発見した場合には、平面図に損傷位置をマークするとともに、写真を撮影し、そこに損傷状況を記入すると状況がわかりやすくなる。平面図に柱の被害をマークする場合には柱の位置の上から点のマーカをプロットするとよい。

また、大壁構造の建物でほとんどの柱が確認できない場合がある。そのような建物の場合には、見える柱だけの被害を記録する。

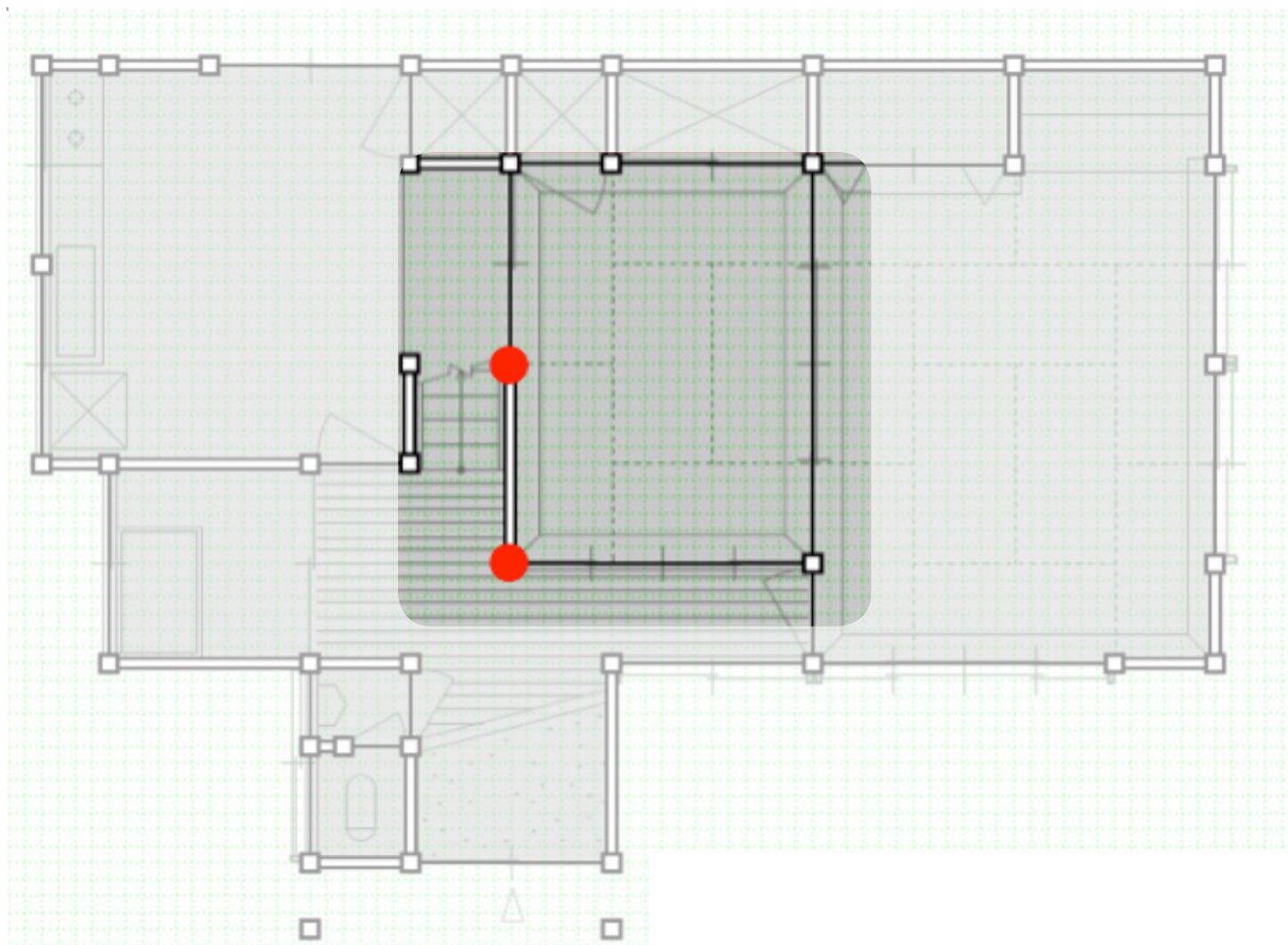


図 20 平面図への柱被害記入例



図 21 柱被害写真の例 *注

注：写真は全て参考文献 5 より著者が加筆

08 床の被害の調査

床の被害とは、床板の損傷、柱と基礎または土台と基礎のずれ・脱落、束と束石のずれ、大引きおよび根太の落下、壁と床の隙間の発生、床の不陸（浮き上がり、沈下）などが発生することである。

室内をみてまわり、これら被害を発見した場合には、平面図に損傷位置をマークするとともに、写真を撮影し、そこに損傷状況を記入すると状況がわかりやすくなる。

床の被害を平面図に記入する際には、とくに天井の被害と混同しないように注意が必要である。天井の被害の凡例と異なる凡例を使うようにする。一緒にすると、床の被害なのか、天井の被害なのかわからなくなってしまう可能性がある。この例では凡例を塗りつぶし四角形にして表記する。

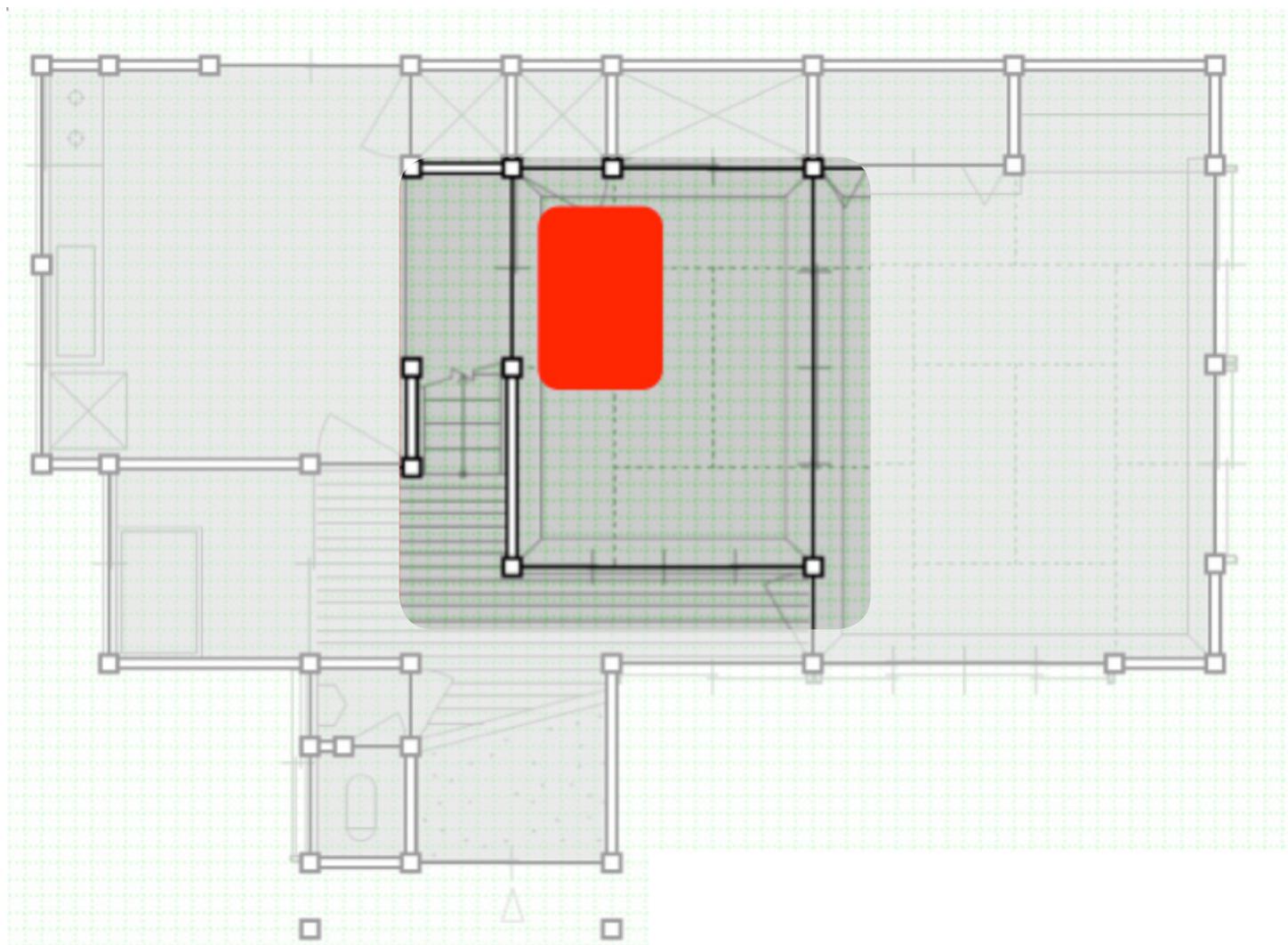


図 22 平面図への床被害記入例



図 23 床被害写真の例*注

注：写真は全て参考文献 5 より著者が加筆

09 建具の調査

建具とは、窓、出入り口などの開口部あるいは各部屋の間仕切り（サッシ、板戸、かまち戸、ふすま、障子など）を指す。これらの被害とは、開閉困難・不能、変形、破損、ガラスの破損、かまち^注の破損などが発生することである。

室内をみてまわり、これら被害を発見した場合には、平面図に損傷位置をマークするとともに、写真を撮影し、そこに損傷状況を記入すると状況がわかりやすくなる。平面図に建具の被害をマークする際には、内壁の被害と混同しないように、被害が発生している部分に沿って破線で線を引くとわかりやすくなる。建具は一組を単位としてマークする。



注：かまち：戸・窓・障子などの周囲の枠

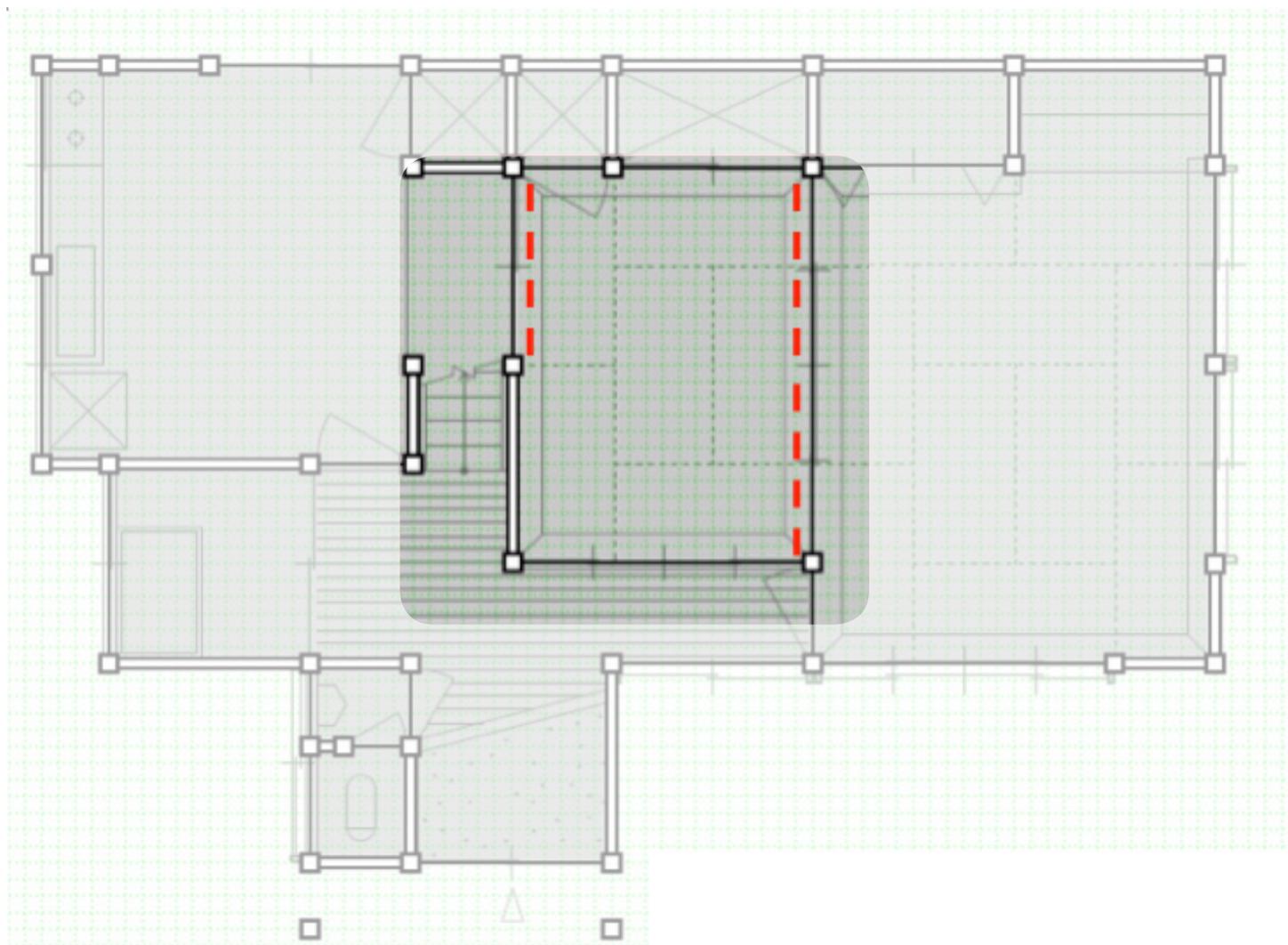


図 24 平面図への建具被害記入例



図 25 建具被害写真の例*注

注：写真は全て参考文献 5 より著者が加筆

10 設備の調査

設備の被害とは、水回りの衛生設備、システムキッチン、便器、ユニットバス、配管などに、損壊や折れ、はずれなどが発生することである。

室内をみてまわり、これら被害を発見した場合には、平面図に損傷位置をマークするとともに、写真を撮影し、そこに損傷状況を記入すると状況がわかりやすくなる。

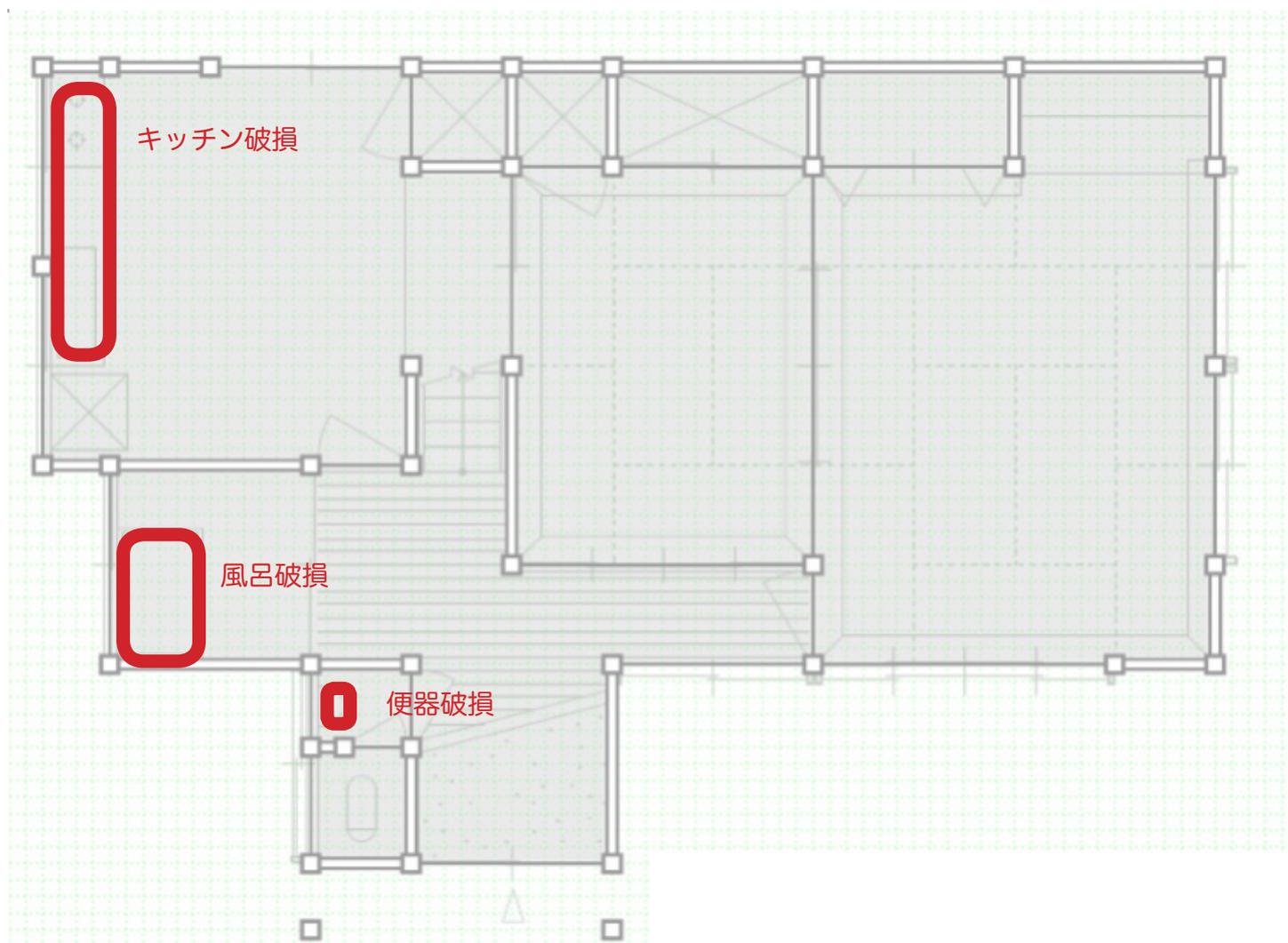


図 26 平面図への設備被害記入例



図 27 設備被害写真の例*注

注：写真は全て参考文献 5 より著者が加筆

1 建物被害認定のレシピ

これまでの建物被害調査の手順をまとめたレシピを公開した。

検索 建物被害認定のレシピ http://sdrc.fj.tokoha-u.ac.jp/kumamoto_eq/docs/recipe/

建物被害認定のレシピ
-自宅できる建物被害認定-

木造・プレファブ建物用

常葉大学附属社会災害研究センター

ホーム
はじめに
1.材料
2.下準備
3.被害の調査
4.被害の評価
5.判定以来
お問い合わせ
リンク

建物被害認定のレシピ
-自宅できる建物被害認定-

5.判定依頼

常葉大学附属社会災害研究センターでは、このレシピにそって調査していただき、図面や写真の調査データをお送りいただければ、アプリを使って判定し、その結果をお返りするプロジェクトを開始いたしました。以下の手順で、データを送付してください。

1.以下の形式でメールをお送りください

宛先：sdrc@fj.tokoha-u.ac.jp

件名：建物被害評価依頼

本文：以下のように記入し写真を添付してください。

1) 氏名：
2) 住所：
3) 連絡先（メールアドレス）：

建物被害認定のレシピ
-自宅できる建物被害認定-

4.被害の評価

ここでは、iPadを使って被害の評価を行います。

建物被害調査アプリを使った被害評価

1 被害図面の写真を撮影しiPadに取り込む

2 記録した被害をなぞり、マーカーをプロット

床被害の入力方法を説明している動画です。

その他、各部位の被害の入力方法を説明している動画です。

図 28 建物被害認定のレシピ概要

建物被害認定のレシピ
-自宅できる建物被害認定-

1.材料

以下のようなものをご用意ください。

被害の調査

- 方眼紙：薄い青の5mm方眼用紙を推奨
- 赤ペン、青ペン
- 下げ振り（ない場合は、重り、120cm以上のひも）

被害の評価

- iPhone または iPad（Android版は準備中）

準備するアプリ

- iPhone版：建物被害調査アプリ



建物被害認定のレシピ
-自宅できる建物被害認定-

2.下準備

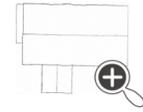
1) 平面図の作成

- 自宅の見取り図を作成します。右図を参考に、方眼紙に1階と2階の平面図を描いてください。なお設計図がある方は、そのコピーを使ってください。



2) 屋根の図面の作成

- 右図のように、屋根を真上から見た図面を作成してください。

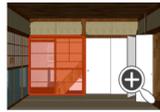


3) 下げ振りの作成

- 120cmの長さのひもにおもり



1 発生した被害を確認する（今回は例として赤枠内の内壁被害を扱います）



2 損傷した位置を図面にマークします（図面内の赤線）



3 内閣府の損傷程度の例示を参考にしながら、損傷程度（IからV）を図面に記入します（写真例は損傷程度Vです）

左：被害状況
右：損傷程度の例示



4 全体像（例：この壁のうち、どのくらい面積が被害を受けている）がわかるように写真を撮影し、写真番号を図面に記入します。写真番号は通し番号をふります。



建物被害認定のレシピ
-自宅できる建物被害認定-

3. 被害の調査

被害の調査とは、建物に発生した被害を探し、その位置と損傷の程度を記録する作業です。調査する建物部位は、以下の9点です。各部位をクリックすると、損傷程度の例示がPDFファイルが別タブで開きます(写真は、「災害に係る住家の被害基準運用指針 参考資料」より引用)。

- 建物の外側から、
 - 屋根
 - 外壁
 - 基礎
- 建物の内側から、
 - 天井
 - 柱・耐力壁
 - 内壁
 - 床
 - 建具
 - 設備

まず凡例を書きましょう

- どの部位の被害なのかを分か

01 建物被害認定の評価方法

a) 建物被害認定における評価基準の概要

建物被害認定は、災害発生後の被災者の支援を目的として、災害発生時に居住・所有していた建物の被害の程度を評価するものである。内閣府防災担当が被害認定基準の運用指針を示している。内閣府の指針は、災害救助法や被災者生活再建支援法など、国が所管している法律への適用を念頭においているため、評価対象を「住家」に限定し、その判定する被害の程度は、「全壊・大規模半壊・半壊・半壊に至らず」の4区分としている。しかし実際には、自治体や民間団体の被災者支援にも適用されるため、「全壊・大規模半壊・半壊・一部損壊・無被害」の5区分が一般的である。

さらに、この評価結果は、自治体の税の減免や民間の融資の基準としても利用されるため、評価対象は「住家」だけでなく商店、事務所、工場など「すべての建物」が対象となる。

内閣府の通知に示されている被害認定基準は以下のとおりである。

表1 内閣府通知による被害認定基準

被害の程度	認定基準
住家全壊 (全焼・全流出) ^{*1}	住家その居住のための基本的機能を喪失したもの、すなわち、住家全部が倒壊、流出、埋没、焼失したもの、または住家の損壊が甚だしく、補修により元通りに再使用することが困難なもので、具体的には、住家の損壊、焼失もしくは流失した部分の床面積がその住家の延床面積の70%以上に達した程度のもまたは住家の主要な構成要素の経済的被害を住家全体に占める損害割合で表し、その住家の損害割合が50%以上に達した程度のもとする。
大規模半壊 ^{*2}	居住する住宅が半壊し、構造耐力上主要な部分の補修を含む大規模な補修を行わなければ当該住宅に居住することが困難なもの。具体的には、損壊部分がその住家の延床面積の50%以上70%未満のもの、または住家の主要な構成要素の経済的被害を住家全体に占める損害割合で表し、その住家の損害割合が40%以上50%未満のものとする。
住家半壊 (半焼) ^{*1}	住家その居住のための基本的機能の一部を喪失したもの、すなわち、住家の損壊が甚だしいが、補修すれば元通りに再使用できる程度のもので、具体的には、損壊部分がその住家の延床面積の20%以上70%未満のもの、または住家の主要な構成要素の経済的被害住家全体に占める損害割合で表し、その住家の損害割合が20%以上50%未満のものとする。

*1 内閣府政策統括官(防災担当)通知「災害の被害認定基準について(平成13年6月28日府政防第518号。警察庁、消防庁、厚生労働省、中小企業庁及び国土交通省あて)

*2 内閣府政策統括官(防災担当)通知「被災者生活再建支援法の一部を改正する法律の施行について」(平成19年12月14日付府政防第880号)

この認定基準では、評価の方法は、損傷部分の床面積の割合または経済的被害の割合の二通りが示されているが、内閣府の住家に係る建物被害認定基準運用指針には、経済的被害の割合での計算方法が示されており、過去の災害においても経済的被害で評価されてきた。

経済的被害による評価では、損害割合を点数化する。被害の程度と損害割合と被災者支援策の関係を図に示す。

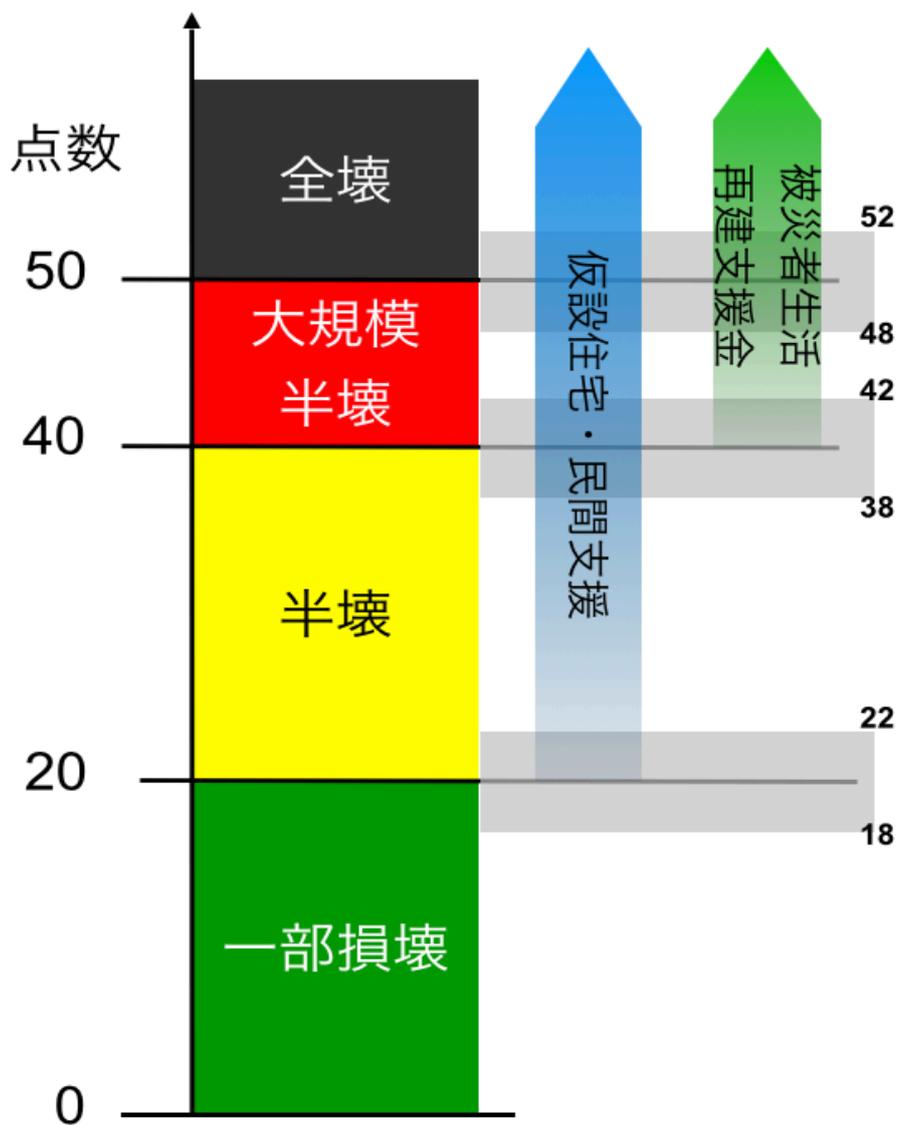


図 29 被害の程度と被災者支援策の関係

図に示すように、それぞれの被害の程度は 20、40、50 点で区分されているが、たとえば ± 2 点の違いに明確な被害量の差として説明することは難しい。これらの差は、点数計算の結果としてはじめて得られるものである。そのためこれら判断境界点付近の取り扱いは、きわめて難しい。

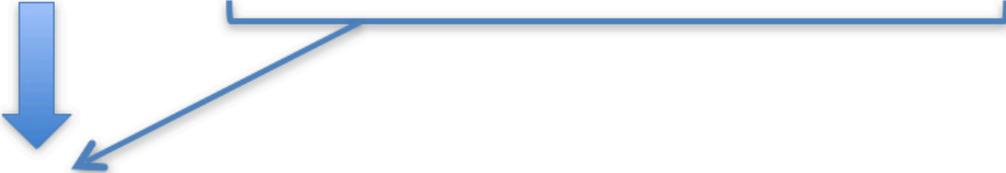
b) 被害の点数化の方法

被害の点数化には、固定資産税の家屋評価の考え方が流用されている。

まず、一般的な住宅の再建築費用を算出し、この費用を 100 とした場合の、それぞれの部位の費用の割合を計算し、この比を「部位別構成比」と呼ぶ。部位別構成比は、建築費用が変化するため、数年に一度見直される。木造住宅の場合（平成 30 年 3 月現在）の建物構成比を表 2 に示す。

表 2 木造建物の建物構成比（平成 30 年 3 月現在）

建物部位	屋根	外壁	基礎	天井	柱	内壁	床	建具	設備
構成比(%)	15	10	10	5	15	10	10	15	10



建物部位	屋根	外壁	基礎
構成比(%)	15	75	10

外観からの調査のみの場合（一次調査）
の建物構成比

ただし、建物被害認定調査では、外観からの観察による調査のみでも被害を評価してよいという規定がある（一次調査による評価）。この場合には、外観から見える部位だけで全体を構成する必要があるため、建物内部の部位の割合をすべて外壁の割合とする。各部位の建物構成比の数値は、いわばそれぞれの部位の損害割合の上限値を示す。たとえば、竜巻で屋根が完全になくなってしまった場合、屋根の損傷程度は 100% であり、この部位の損害割合は 15%（点）となる。非木造建物の建物構成比は表 3 の通りである。

表 3 非木造建物の建物構成比（平成 30 年 3 月現在）

建物部位	柱又は耐力壁	床・梁	外部仕上・ 雑壁・屋根	内部仕上・ 天井	建具	設備等（外部階段を含む）	
						住宅外	住宅内
構成比	50	10	10	10	5	5	10

c) 部位の損傷の判断とその程度

それぞれの被害は、ⅠからⅤまでの損傷の程度に分類される。例えば床の被害の場合、損傷の程度とそれぞれの損傷状況の説明は表 4 の通りである。

表 4 床の損傷の程度

損傷の程度	損傷の例示
I	<ul style="list-style-type: none"> 床と壁との間にわずかなずれが生じている 床仕上・畳に損傷が見られる
II	<ul style="list-style-type: none"> 床板の継目に隙間が生じている 束が束石よりわずかにずれている 床仕上・畳に著しい損傷が見られる
III	<ul style="list-style-type: none"> 床板にずれ、若干の不陸が見られる 束が束石から数cmずれている 土台が柱からわずかにずれている 土台が基礎からわずかにずれている
IV	<ul style="list-style-type: none"> 床板に著しい不陸、折損が見られる 束が束石から脱落している 土台が柱から著しくずれている 土台が基礎から著しくずれている
V	<ul style="list-style-type: none"> 全ての床板に著しい不陸が見られる 全ての土台、柱、束が基礎、束石等から脱落している 大引、根太の大部分が落下している 階段がはずれている

この記述だけでは実際には判断が難しいため、内閣府では損傷の例示を写真でも説明している⁵⁾。この写真を参考に、平面図にマークしたそれぞれの被害に対して、IからVまでの損傷の程度を付与する。



図 30 床の損傷の例示 *注

注：写真は参考文献5より抜粋

d) 各部位の損傷率の計算

被害の調査結果の平面図には、それぞれの部位について、損傷の程度ⅠからⅤまでの損傷が建物内に分布している状況が記録されている。これらの損傷を合計して、各部位の建物全体としての損傷率を計算する。

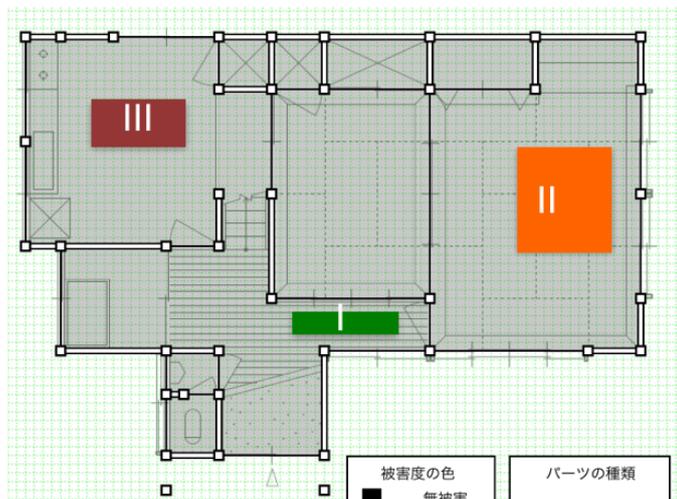
1つの平面に損傷の程度が異なる被害が存在するため、それぞれの損傷程度の加重平均を算出する。加重平均の算出のため、ⅠからⅤまでの損傷程度に以下のような重みを設定する。

表5 損傷の程度と重み

損傷の程度	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
重み	10%	25%	50%	75%	100%

床の被害を例に説明する。

程度ⅠからⅢの床の損傷が、図に示す範囲で確認されたと仮定する。この場合の床の損傷率は、それぞれの損傷程度の損傷面積の全床面積に対する割合に重みを乗じ、すべての損傷程度を足し合わせたものになる。



$$\text{損傷率} = \frac{\text{程度Ⅰ損傷床面積}}{\text{全床面積}} \times 10\% + \frac{\text{程度Ⅱ損傷床面積}}{\text{全床面積}} \times 25\% + \frac{\text{程度Ⅲ損傷床面積}}{\text{全床面積}} \times 50\%$$

図31 床の損傷率計算の例

この分母となる全床面積などの建物の基本的な数値を、基礎量とよぶ。それぞれの基礎量の取り方は以下の通りである。

【床、天井、屋根】

それぞれの全面積（床面積、天井面積、屋根面積）を基礎量とする。

【柱、建具】

それぞれの総个数（柱総数、建具総数）を基礎量とする。

【外壁、内壁】

それぞれの全長（外壁全長、内壁全長）を基礎量とする。ただし外壁と接していない内壁は、一つの壁の両面の長さを足し合わせます（図 32）。

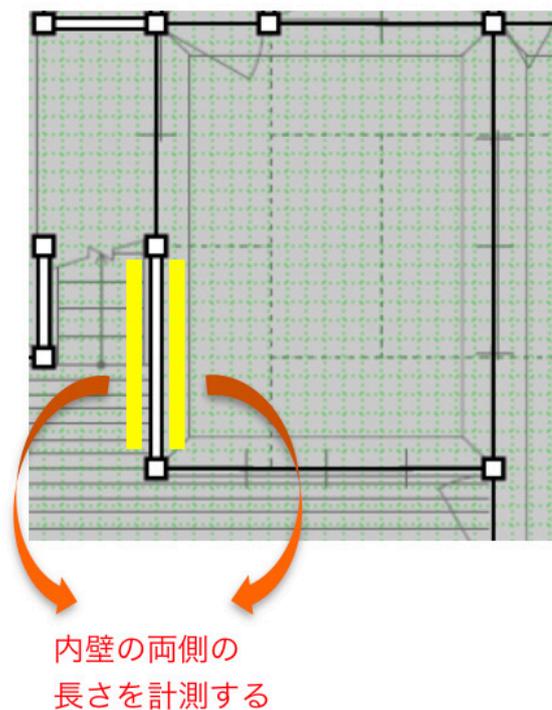


図 32 内壁の計測方法

2階建て以上の建物の場合は、各階の床面積、屋根面積の割合で比例配分する。例えば2階建て建物で、1階と2階の床面積の比が 6 : 4 (=0.6 : 0.4) の場合、1階のすべての部位（屋根を除く）の損傷率を0.6倍し、2階のすべての部位（屋根を除く）の損傷率を0.4倍し、合算する。屋根の損傷も同様に、各階の屋根面積の比を各階の屋根の損傷率に乘じ、合算する。

【基礎の損傷率の計算】

基礎には損傷の程度という概念がない。そこでひび割れ一カ所につき、損傷基礎長さを1mとする。たとえばひび割れが3カ所あれば、損傷基礎長さは3mとなる。この損傷基礎長さと建物外周の基礎の長さ（外周基礎長さ）の比が、基礎の損傷率となる。

$$\text{損傷率} = \frac{\text{損傷基礎長さ}}{\text{外周基礎長さ}} \times 100\%$$



e) 建物の損害割合の計算と被災程度の判定

各部位について算出された損傷率に建物構成比の値を乗ずると、それぞれの部位の損害割合が算出される。この各部位の損害割合を合計し、建物全体としての損害割合を算出する。ただし、建物の傾きの状況や階数など建物の状況によって計算方法が異なる。

i) 傾斜の特例

計測された傾斜の平均が $2\text{cm} \leq d < 6\text{cm}$ の場合：柱と基礎の損害割合をあわせて 15 に固定する。

計測された傾斜の平均が $6\text{cm} \leq d$ の場合：判定を「全壊」とする。

ii) 2階建ての建物の場合の階別重み付け

1階の損害割合に 1.25 を乗じ、2階の損害割合に 0.5 を乗じた場合も算出し、比較する。

iii) 大壁構造で柱または耐力壁が確認できない場合

大壁構造など柱や耐力壁が確認できない建物の場合には、内閣府の運用指針では、外壁の損傷率を柱（又は耐力壁）の損傷率として適用してよいとされている。

「プレハブ住宅等で柱又は耐力壁のいずれによる構造の住家であるかが確認できないときは、外壁が損傷を受けていれば、柱又は耐力壁も一定の損傷を受けていることが推定されるので、外壁の損傷率を柱（又は耐力壁）の損傷率として採用しても差し支えない。また、柱が確認できる場合であっても、過半の柱の本数が確認できない場合は、外壁の損傷率を柱（又は耐力壁）の損傷率として採用することとする。」
災害に係る住家の被害認定基準運用指針、H25.6、内閣府（防災担当）、p.1-22

計算された建物全体の損害割合は、以下のように判定される。

表6 建物全体の損害割合と被害程度の判定

損害割合X	判定
0	無被害
$0 < X < 20$	一部損壊
$20 \leq X < 40$	半壊
$40 \leq X < 50$	大規模半壊
$50 \leq X$	全壊

f) 内閣府調査票による計算

内閣府では、これら損傷率や損害割合の計算を省略し、各部位の損傷面積率をおおざっぱに区分し、この面積率と損傷程度の関係式からあらかじめ各部位の損害割合を計算した表を作成している⁴⁾。

住家被害認定調査票 地震 木造・スラブ 第2次-3		調査票 番号	主要階							その他階									
B	面積率	床 屋根	主要階						計	その他階						計			
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	(8)	(9)	(10)						
			面積率	～10%	～20%	～40%	～60%	～80%	～100%	計	面積率	～10%	～20%	～40%	～60%	～80%	～100%	計	
9 10 %	外壁	無被害	0	0	0	0	0	0	0	計×(1) B	無被害	0	0	0	0	0	0	0	計×(2) C
		程度Ⅰ	0	0	0	1	1	1	1		程度Ⅰ	0	0	0	1	1	1	1	
		程度Ⅱ	0	1	1	2	2	2	3		程度Ⅱ	0	1	1	2	2	2	3	
		程度Ⅲ	1	1	2	3	4	5	5		程度Ⅲ	1	1	2	3	4	5	5	
		程度Ⅳ	1	2	3	5	6	8	8		程度Ⅳ	1	2	3	5	6	8	8	
程度Ⅴ	1	2	4	6	8	10	10	程度Ⅴ	1	2	4	6	8	10	10				
10 15 %	内壁	無被害	0	0	0	0	0	0	計×(1) B	無被害	0	0	0	0	0	0	0	計×(2) C	
		程度Ⅰ	0	0	1	1	1	2		程度Ⅰ	0	0	1	1	1	2			
		程度Ⅱ	0	1	2	2	3	4		程度Ⅱ	0	1	2	2	3	4			
		程度Ⅲ	1	2	3	5	6	8		程度Ⅲ	1	2	3	5	6	8			
		程度Ⅳ	1	2	5	7	9	11		程度Ⅳ	1	2	5	7	9	11			
程度Ⅴ	2	3	6	9	12	15	程度Ⅴ	2	3	6	9	12	15						
11 10 %	床 (階段含)	無被害	0	0	0	0	0	0	計×(1) B	無被害	0	0	0	0	0	0	計×(2) C		
		程度Ⅰ	0	0	0	1	1	1		程度Ⅰ	0	0	0	1	1	1			
		程度Ⅱ	0	1	1	2	2	3		程度Ⅱ	0	1	1	2	2	3			
		程度Ⅲ	1	1	2	3	4	5		程度Ⅲ	1	1	2	3	4	5			
		程度Ⅳ	1	2	3	5	6	8		程度Ⅳ	1	2	3	5	6	8			
程度Ⅴ	1	2	4	6	8	10	程度Ⅴ	1	2	4	6	8	10						
12 15 %	柱 (又は耐力壁)	無被害	0	0	0	0	0	0	計×(1) B	無被害	0	0	0	0	0	0	計×(2) C		
		程度Ⅰ	0	0	1	1	1	2		程度Ⅰ	0	0	1	1	1	2			
		程度Ⅱ	0	1	2	2	3	4		程度Ⅱ	0	1	2	2	3	4			
		程度Ⅲ	1	2	3	5	6	8		程度Ⅲ	1	2	3	5	6	8			
		程度Ⅳ	1	2	5	7	9	11		程度Ⅳ	1	2	5	7	9	11			
程度Ⅴ	2	3	6	9	12	15	程度Ⅴ	2	3	6	9	12	15						
13 15 %	屋根	無被害	0	0	0	0	0	0	計×(3) B	無被害	0	0	0	0	0	0	計×(4) C		
		程度Ⅰ	0	0	1	1	1	2		程度Ⅰ	0	0	1	1	1	2			
		程度Ⅱ	0	1	2	2	3	4		程度Ⅱ	0	1	2	2	3	4			
		程度Ⅲ	1	2	3	5	6	8		程度Ⅲ	1	2	3	5	6	8			
		程度Ⅳ	1	2	5	7	9	11		程度Ⅳ	1	2	5	7	9	11			
程度Ⅴ	2	3	6	9	12	15	程度Ⅴ	2	3	6	9	12	15						
14 5 %	天井	無被害	0	0	0	0	0	0	計×(1) B	無被害	0	0	0	0	0	0	計×(2) C		
		程度Ⅰ	0	0	0	0	0	1		程度Ⅰ	0	0	0	0	0	1			
		程度Ⅱ	0	0	1	1	1	1		程度Ⅱ	0	0	1	1	1	1			
		程度Ⅲ	0	1	1	2	2	3		程度Ⅲ	0	1	1	2	2	3			
		程度Ⅳ	0	1	2	2	3	4		程度Ⅳ	0	1	2	2	3	4			
程度Ⅴ	1	1	2	3	4	5	程度Ⅴ	1	1	2	3	4	5						
15 10 %	建具	無被害	0	0	0	0	0	0	計×(1) B	無被害	0	0	0	0	0	0	計×(2) C		
		程度Ⅰ	0	0	0	1	1	1		程度Ⅰ	0	0	0	1	1	1			
		程度Ⅱ	0	1	1	2	2	3		程度Ⅱ	0	1	1	2	2	3			
		程度Ⅲ	1	1	2	3	4	5		程度Ⅲ	1	1	2	3	4	5			
		程度Ⅳ	1	2	3	5	6	8		程度Ⅳ	1	2	3	5	6	8			
程度Ⅴ	1	2	4	6	8	10	程度Ⅴ	1	2	4	6	8	10						
16 10 %	設備	浴室 (%)以下)	主要階 1% 配管のズレ等 2% バスタブの割れ等 3% 再使用が不可能 その他階						計 B C	主要階 その他階									
		台所 (%)以下)	主要階 1% 配管のズレ等 2% 再使用は可能だが大きく破損 3% 再使用が不可能 その他階								計 B C	主要階 その他階							

図 33 内閣府 2 次調査票 (地震 2 次 -3)

各部位の損傷面積率の区分は

「1～10%」「11～20%」「21～40%」「41～60%」「61～80%」「81～100%」

の 6 段階である。

このような幅のある区分での評価結果は、計算による評価結果と比較すると誤差が含まれる。しかし内閣府では、これらの誤差は許容範囲内であると判断しているものと考えられる。

この表の使い方は、例えば外壁の場合、損傷程度Ⅴの被害が面積率で10%程度、損傷程度Ⅱの被害が20%程度、損傷程度Ⅲの被害が40%程度存在した場合、表中の該当する部分に○をする。これらの数値を足しあわせることによって、外壁の損傷率が計算される。

		面積率	~10%	~20%	~40%	~60%	~80%	~100%	計	面積率
9	外壁	無被害	0	0	0	0	0	0	4	→ 30% = 10% + 20%
		程度Ⅰ	0	0	0	1	1	1		
	10%	程度Ⅱ	0	1	1	2	2	3	計×(1)	→ 20%
		程度Ⅲ	1	1	2	3	4	5	B	→ 40%
		程度Ⅳ	1	2	3	5	6	8	2	→ 10%
		程度Ⅴ	1	2	4	6	8	10		
									合計：100%	

総2階建の場合1階と2階の床面積比は 1 : 1 = 0.5 : 0.5
 建物構成比を床面積で比例配分するため、4×0.5=2 となる

図 34 内閣府 2 次調査票の記入方法

ただし、マークをした面積率の合計が、100%を超えないように注意する必要がある。合計が 100%となるように、無被害にもマークをするとより明確になる。図の例では、

無被害： 10% + 20% = 30%
程度Ⅱ： 20%
程度Ⅲ： 40%
程度Ⅴ： 10%
合計： 100%

となる。

これらの部位別損害割合の値を集計表（図 35）に転記して、建物全体の被災の程度を判定する。

住家被害認定調査票		調査票番号		3 外観		判定		
地震 木造・プレハブ 第2次-1				<input type="checkbox"/> 住家全部が倒壊又は住家の一部の階が全部倒壊 <input type="checkbox"/> 地盤被害により基礎に著しい損傷		<input type="checkbox"/> 判定へ(全壊) いずれかに該当		
調査日 平成 年 月 日		1 調査時		4 傾斜 水平距離(c m)		① ② ③ ④ 平均値 <input type="checkbox"/> 判定へ(全壊) 6cm以上(下げ振り120cmの場合)		
調査員		:						
所在地		~						
世帯主		:						
2 住家		<input type="checkbox"/> 住家である(居住のために使用されている)						
5 基礎		損傷長(m)	全長(m)	$\frac{\text{損傷長}}{\text{全長}} \times 100$		損傷率 75%以上	<input type="checkbox"/> 判定へ(全壊)	
6 柱(又は耐力壁)		<input type="checkbox"/> 柱(又は耐力壁)の損傷率が75%以上				損傷率 75%以上	<input type="checkbox"/> 判定へ(全壊)	
該当しない場合は2頁「7」以降へ								
【損害割合算出表】								
(注) d・g列は、四捨五入した値を記入する。 h列は、傾斜が2cm以上の場合のみ記入する。								
部位	構成比	階別部位別損害割合		部位別損害割合	階別重み付け		重み付き損害割合	h (<input type="checkbox"/> 傾斜が2cm以上) 傾斜を考慮した損害割合 あ>い→d あ≤い→g
		主要階	その他階		主要階	その他階		
		B*	C*	b+c	b×1.25	c×0.5	e+f (e+f>a→a)	
9	外壁	10						
10	内壁	15						
11	床 (床敷含)	10						
5	基礎	10	5.基礎の損傷率×0.1					
12	柱(又は耐力壁)	15		11%以上で全壊				
13	屋根	15						
14	天井	5						
15	建具	10						
16	設備	10						
		* B及びCは、調査票3頁のB及びCの値とする。		計		あ	い	19%
						あ又は「い」傾斜が2cm以上の場合は、「あ」、「い」又は「う」の中で最大の値を住家の損害割合とする。		う
判定	損害割合		20%未満	20%以上	40%以上	50%以上		
			<input type="checkbox"/> 半壊に至らない	<input type="checkbox"/> 半壊	<input type="checkbox"/> 大規模半壊	<input type="checkbox"/> 全壊		

図 35 内閣府 2 次調査票 (地震 2 次 -1)

前述の、2階建て以上の場合に、1.25倍する重み付けや傾斜が2cm以上の場合もこの集計表で取り扱われています。以下に、総2階建て建物（1階と2階の床面積比 0.5：0.5）の外壁の記入例を示します。

		主要階							その他階								
9	外壁 10%	面積率	~10%	~20%	~40%	~60%	~80%	~100%	計	面積率	~10%	~20%	~40%	~60%	~80%	~100%	計
		無被害	0	0	0	0	0	0	0	4	無被害	0	0	0	0	0	0
程度I	0	0	0	1	1	1		計×(1) B	程度I	0	0	0	1	1	1	計×(2) C	
程度II	0	1	1	2	2	3	程度II		0	1	1	2	2	3			
程度III	1	1	2	3	4	5	2	程度III	1	1	2	3	4	5	2.5		
程度IV	1	2	3	5	6	8		程度IV	1	2	3	5	6	8			
程度V	1	2	4	6	8	10		程度V	1	2	4	6	8	10			

注) d・g列は、四捨五入した値を記入する。
h列は、傾斜が2cm以上の場合のみ記入する。

損害割合算出表]		a	b	c	d	e	f	g	h
部位	構成比	階別部位別損害割合		部位別 損害割合	階別重み付け		重み付き 損害割合	(傾斜が 2cm以上) 傾斜を考慮し た損害割合 あ>い→d あ≦い→g	
		主要階	その他階		主要階	その他階			
		B*	C*	b+c	b×1.25	c×0.5	e+f (e+f>a→a)		
9 外壁	10	2	2.5	4.5	2.5	1.25	3.75		

$\times 1.25$
 $\times 0.5$

図 36 損害割合算出の方法

01 建物被害調査の課題とその解決策

これまで説明してきたように、建物被害調査は多くの手順を正確にすすめる必要がある。しかし、これまでの経験から、従来の紙の平面図への被害の記録とデジタルカメラによる被害状況の撮影では、正しく被害の評価ができない可能性があることがあきらかになってきた。

その理由としては、

- 1) 紙の平面図へ被害の記入はできるが、記入された被害を読み取ることが難しい
- 2) 紙の図面へ被害を記入し、デジタルカメラによって被害写真を撮影しても、どの損傷の記入がどの被害写真と対応しているのか、その照合が難しい
- 3) 紙の平面図に記入された被害から、被害量や基礎量を正確に読み取ることが難しい
- 5) 紙の図面では、記入された被害状況の共有・蓄積・更新が難しい
- 6) 紙の図面では判定結果の検証ができない
- 7) 紙の被害図面では、高層住宅のように多くのフロアが存在する建物では、被害の全体像を把握することが難しい
- 8) 他の建物被害調査との情報共有・参照ができない

などの点が挙げられる。そのため、評価者によって判定結果が異なる可能性が指摘され、調査の公平性や客観性などについて被災者の理解や納得が得にくいしくみとなっている。これらの問題の多くは、被害を記入した図面、撮影された被害写真、これらの記録を使った被害の評価作業が全く独立していることにその根本的な原因がある。この問題を解決するために、携帯情報端末を活用して、これら3つのデータを統合し、誰が調査してもおなじ判定結果になるツールを開発した。

このツールでは、紙の平面図を携帯情報端末のカメラで撮影し、撮影した平面図の写真の上で、被害箇所にマーカーをプロットするしくみである。さらに被害箇所の写真を撮影し、このマーカーとリンクすることにより、被害図面と被害写真が統合される。

また被害をプロットしたマーカーは、端末上で面積や長さ、個数が自動的に計算されるため、それぞれの部位の基礎量を入力すれば、損害割合が算出される。余震などで建物の被害状況が変化した場合でも、状態が変化した部分のみを追加・更新すれば、全体の損害割合が自動的に更新されるなどの利点もある。



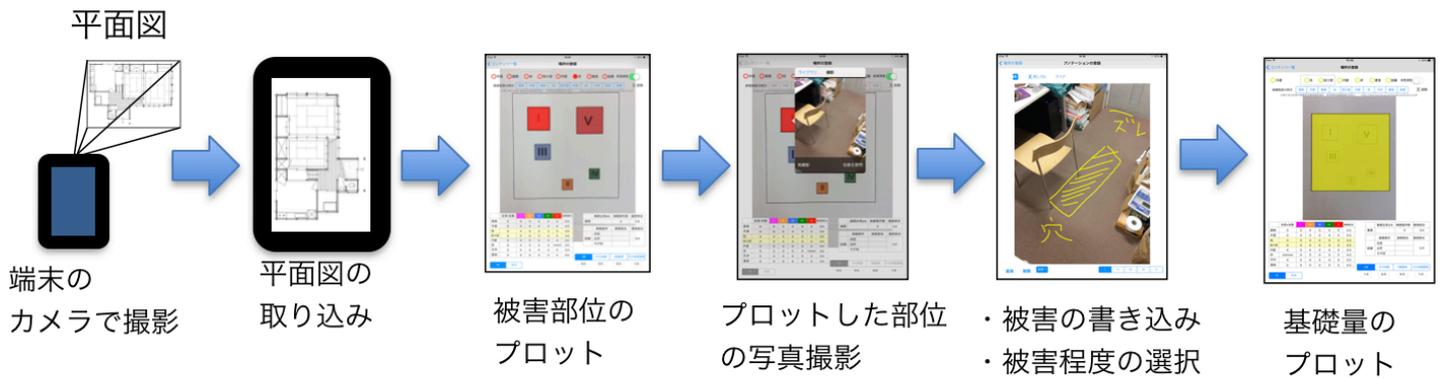


図 37 携帯端末を使った建物被害調査の手順

1) 被害の発生した場所をマーカーでプロット

2) 被害の種類

3) 被害の量 (程度)

4) 評価の自動計算

	全長・全数	I	II	III	IV	V	損害割合
屋根	0	0	0	0	0	0	0.0
外壁	2425	97	0	234	0	0	0.3
柱	41	0	1	9	0	0	0.9
耐力壁	0	0	0	0	0	0	0.0
内壁	5108	112	238	768	688	924	2.8
床	1446771	0	0	0	0	0	0.0
天井	1442461	0	0	33815	0	0	0.0
建具	23	4	2	5	0	0	0.7

図 38 携帯端末による写真と図面の統合および評価の自動化

02 建物被害調査システムの使い方 (iPad)

-iPad アプリを使って建物被害調査を試してみる -

iTunes で「建物被害調査」というアプリを検索します。以下のような画面が現れますので、このアプリをインストールします（無料です）。

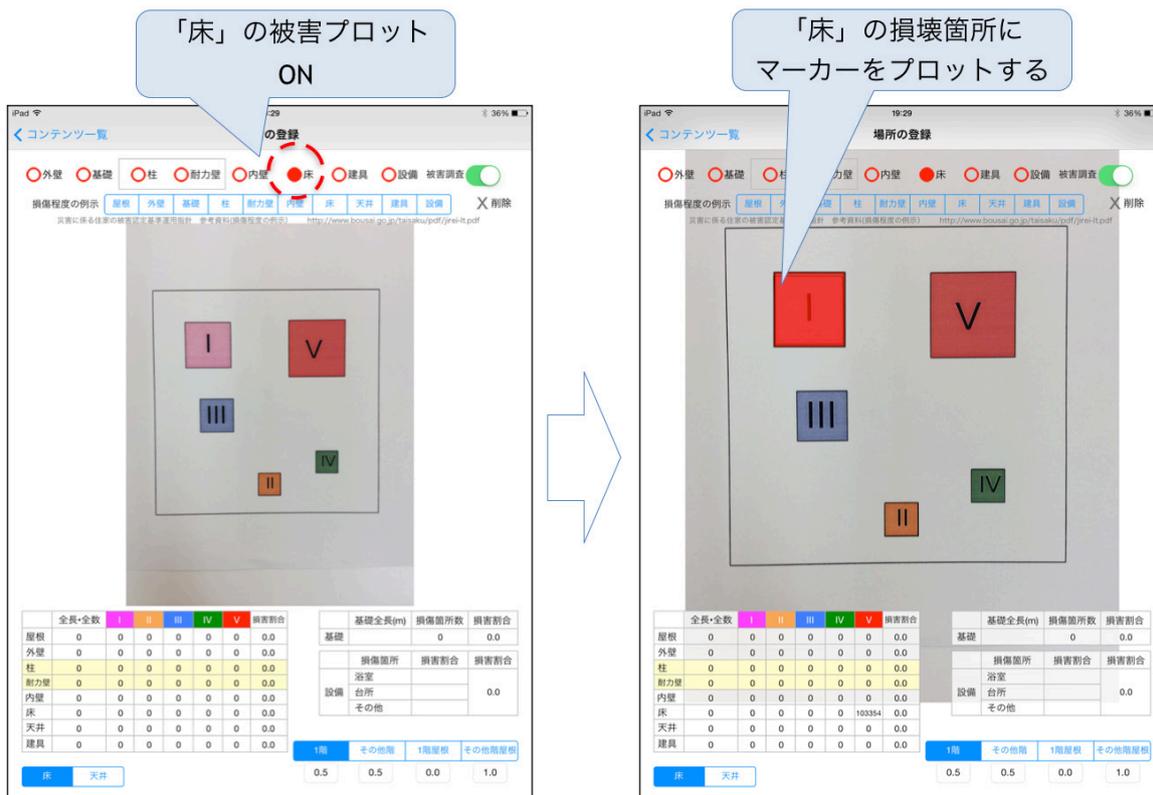


アプリの使い方は以下のとおりです。

まず、準備作業として調査対象建物の平面図の写真を撮影します。ここでは、床の被害図面例を撮影します。



次に床の損傷箇所にマーカーをプロットします。



損傷程度については事例集を参照する。



マークした損壊箇所の写真を撮影し、マーカーとリンクします。

取得先の選択
本体
キャンセル

本体カメラ
を選択

再撮影
写真を使用

被害程度を
選択

被害プロットをタップし 被害箇所のカメラで撮影
カメラを起動

写真に被害状況を記入

最後に床の全面積（基礎量）をプロットし、損害割合が計算される。

被害調査ボタン
をOFF

「床」ボタン
ON

全長-全数	I	II	III	IV	V	損害割合	基礎全長(m)	損傷箇所数	損害割合
屋根	0	0	0	0	0	0.0	基礎	0	0.0
外壁	0	0	0	0	0	0.0	損傷箇所	損害割合	損害割合
柱	0	0	0	0	0	0.0	浴室	0.0	
耐力壁	0	0	0	0	0	0.0	台所		
内壁	0	0	0	0	0	0.0	その他		
床	0	103354	23119	56482	24058	151668			
天井	0	0	0	0	0	0.0			
建具	0	0	0	0	0	0.0			

03 練習用図面

アプリの練習用として以下に床・内壁・柱の被害図面例を示す。いずれも一階建ての場合の損傷率の正解が計算されている（図面下参照）。

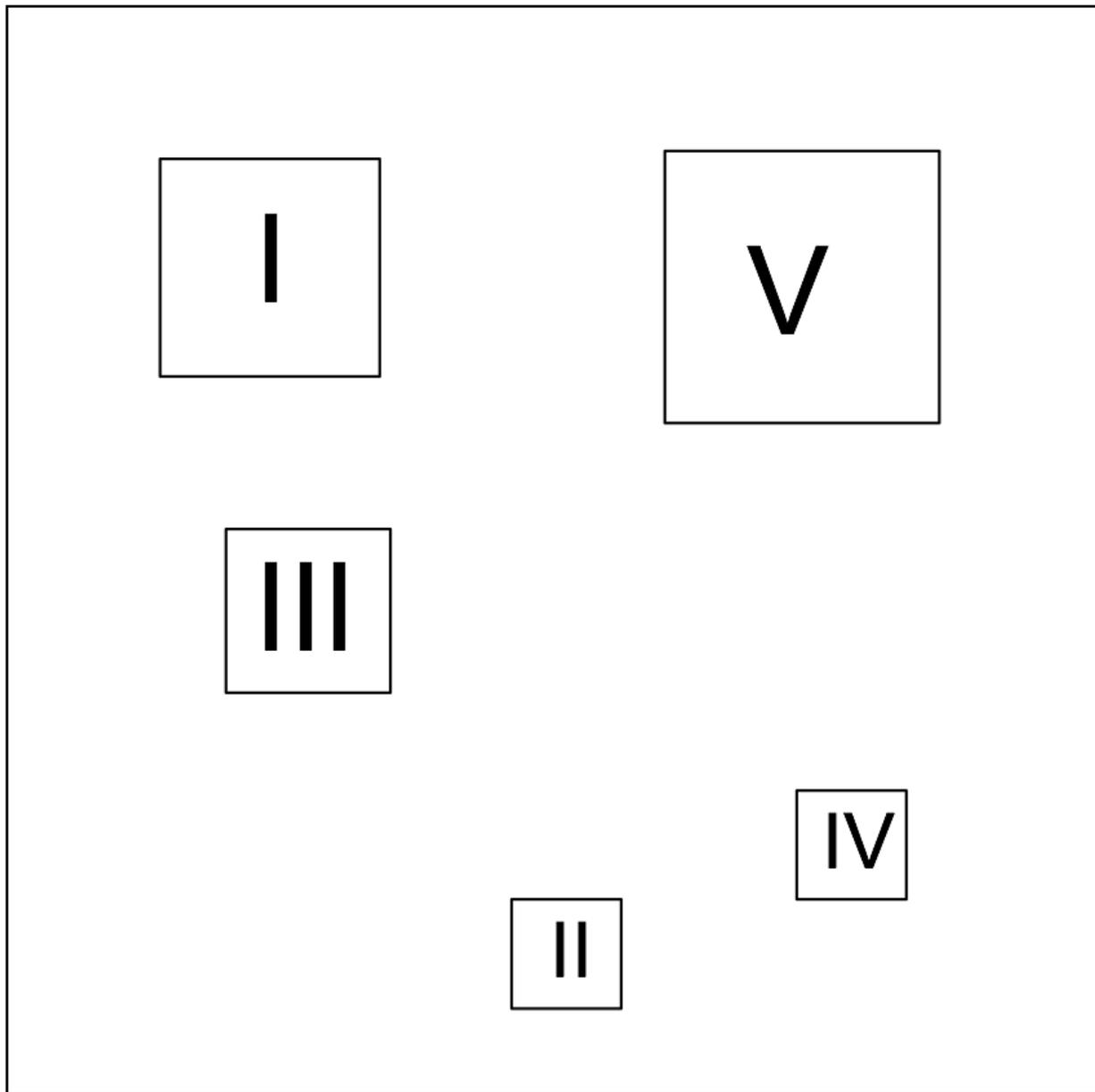


図 39 床の被害図面例

床の損傷率：8.775%（一階建の場合）

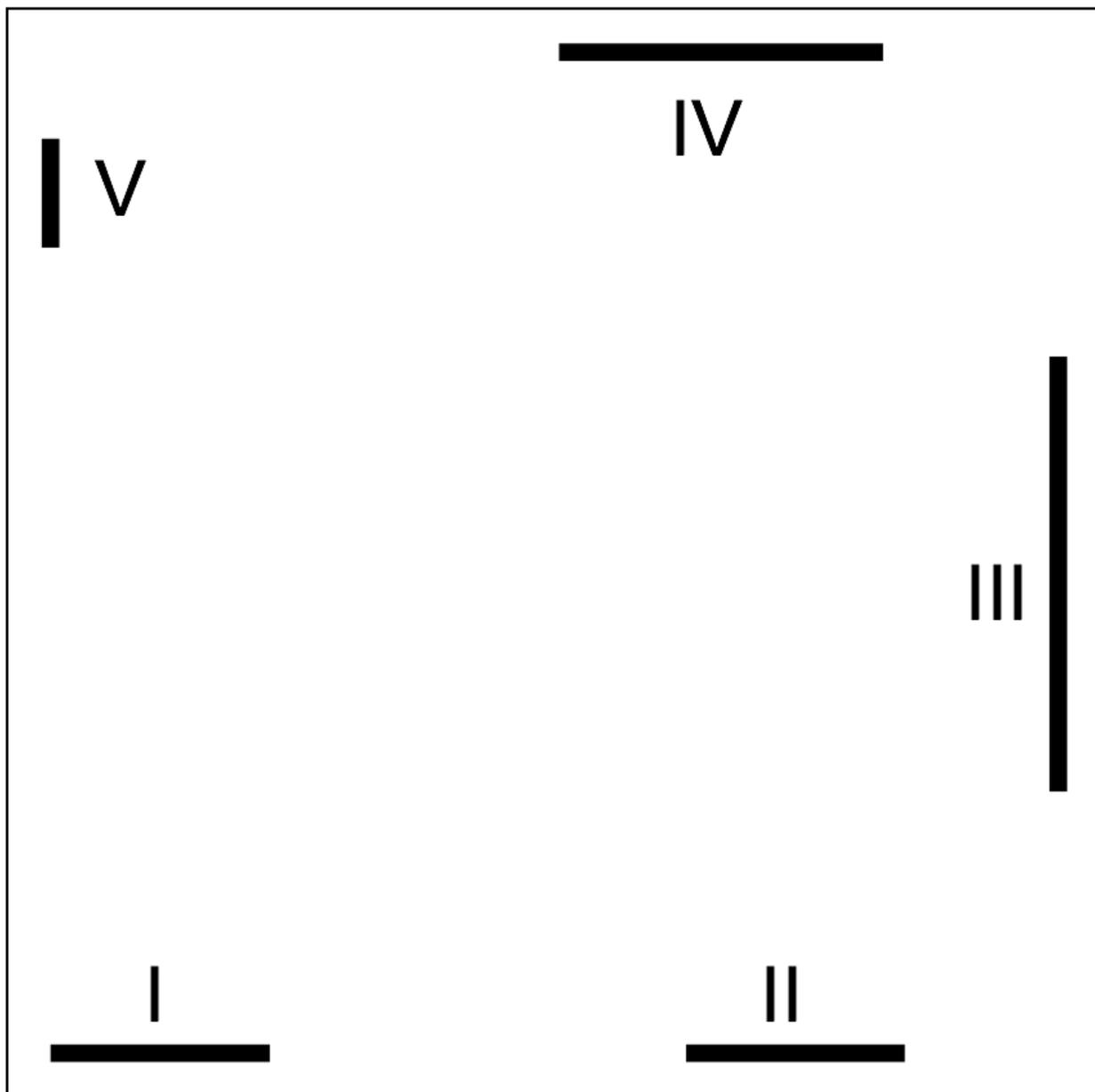


図 40 内壁の被害図面例

内壁の損傷率：14.875%（一階建の場合）

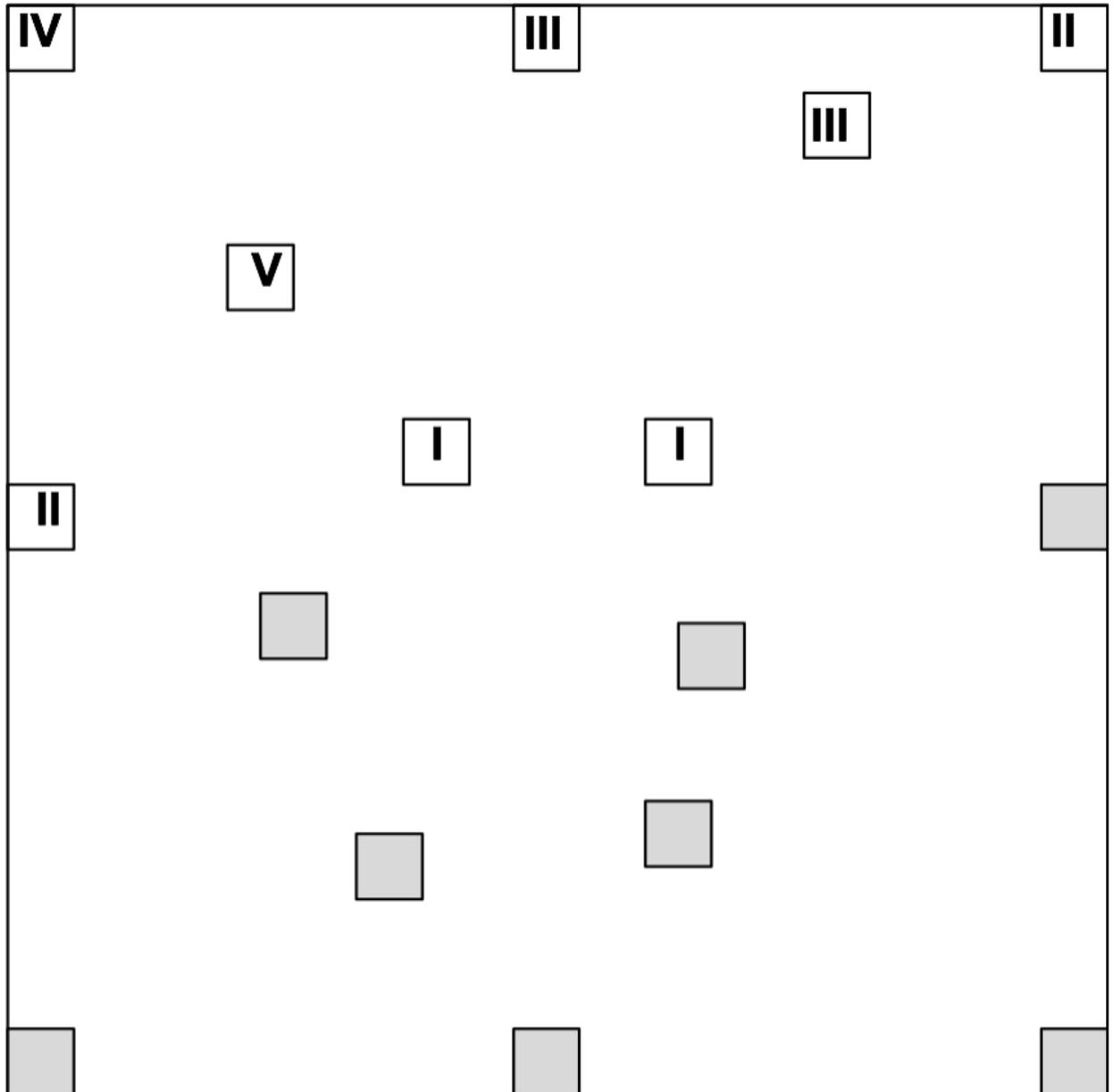


図 41 柱の被害図面例

柱の損傷率：21.56%（一階建の場合）

04 建物被害調査システムの使い方 (iPhone)

-iPhone アプリを使って建物被害調査を試してみる-

iTunes で「建物被害調査 iPhone 版」というアプリを検索して、インストールします (無料です)。

建物被害調査アプリ マニュアル

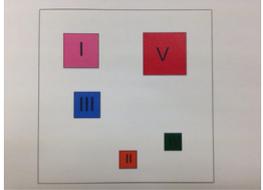
常葉大学社会災害研究センター

0. はじめに

建物被害の調査をするにあたり調査する建物の平面図を準備します。なお、本マニュアルに出てくる記号は、以下の通りです。

○ : タッチ ➡ : 次の画面に移る □ : なぞる、描く

このマニュアルでは、右の平面図を使用し、床の被害を想定しています。



1. 建物調査の準備

1. 新しく調査する建物のファイルを作成するために+をタップして下さい。



調査する建物名を記入して、できたらOKをタップして下さい。

作成した建物のファイルをタップして下さい。

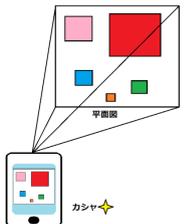


2. 場所ごとのファイルを作成するために+をタッチして下さい。

3. 場所の名前を記入して、できたらOKをタッチして下さい。



場所ごとのファイルをタップして平面図を撮影して下さい。



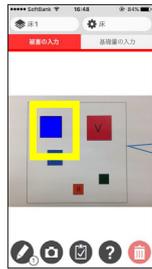
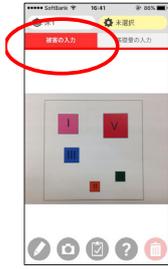
注: 画面いっぱいに紙と平行にして撮影して下さい。

これで新しく調査する建物のファイルが完成しました。

2. 被害の入力

2-1 実際に被害にあった箇所を入力します。

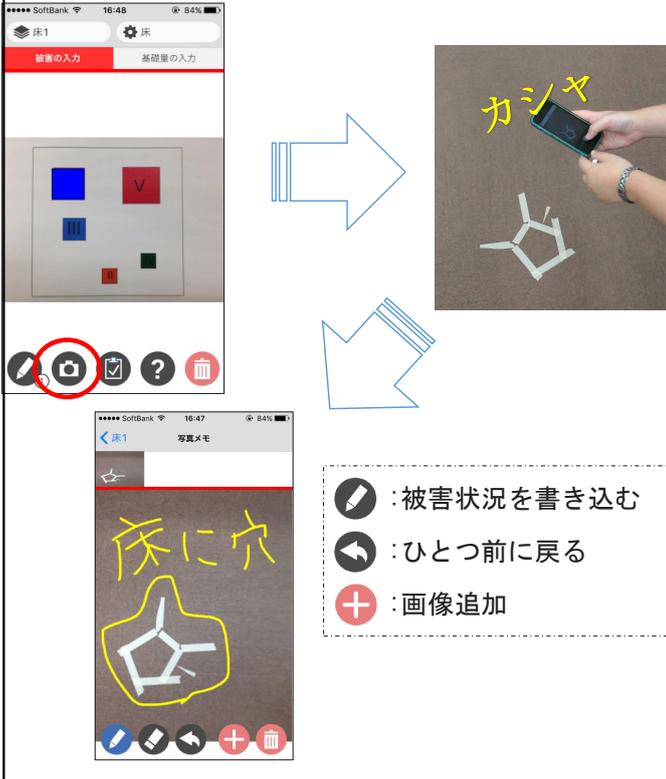
- 「被害の入力」であることを確認してください。
- 被害箇所を選択するために「未選択」をタップしてください。
- 入力する箇所を選択してください。



📍 をタップし被害と想定される部分をなぞってください。

2-2 被害状況を把握するために被害箇所の写真を挿入します。

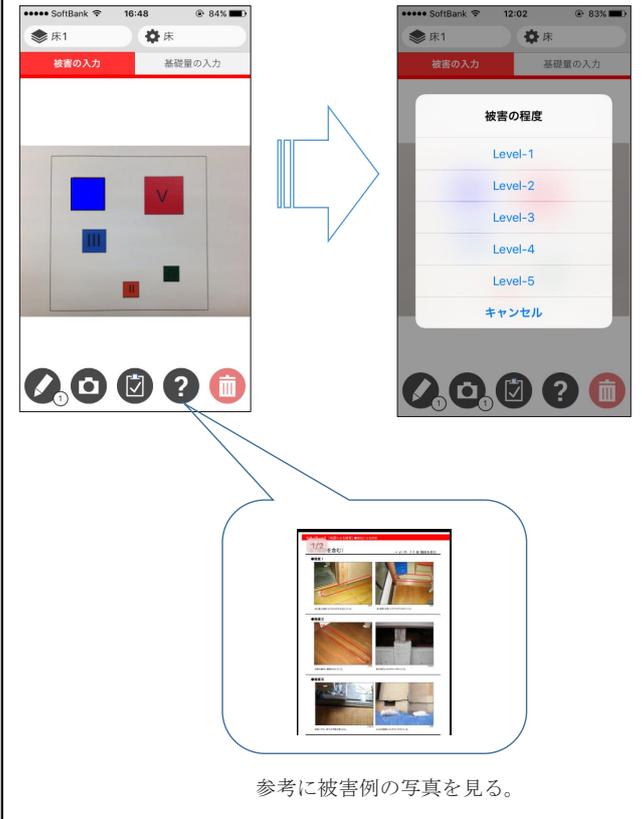
1. 写真を入れる箇所をタップし選択（青色に）して下さい。
2.  をタップし、被害箇所を撮影して下さい。
3. 撮影した写真に被害状況を書き込んで下さい。



-  :被害状況を書き込む
-  :ひとつ前に戻る
-  :画像追加

2-3 被害の判断基準のために被害の程度を入力します。

-  の実例写真をもとに、 をタップし、被害の程度を選択して下さい。

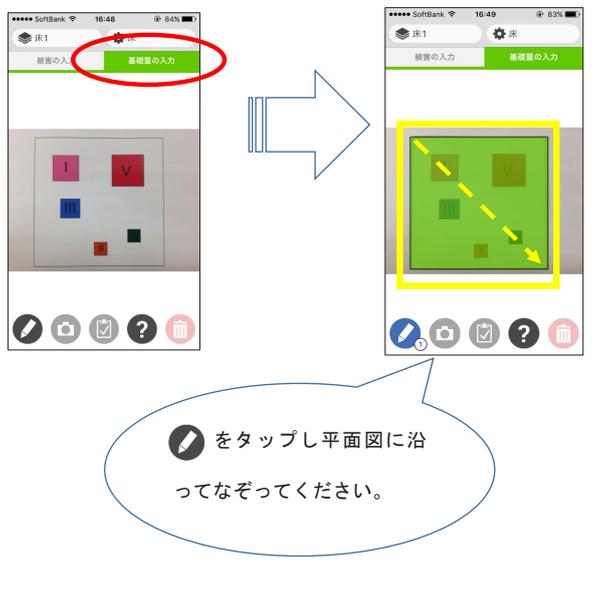


参考に被害例の写真を見る。

3. 基礎量の入力

平面図に調査箇所の全体を基礎量として入力します。

1. 「基礎量の入力」をタップし選択してください。
2. 入力する箇所を選択してください。



 をタップし平面図に沿ってなぞってください。

4. 結果の確認

建物被害の判定を見てみましょう。

1. 建物名をタップして下さい。
2. 「結果を見る」をタップして下さい。
3. 調査した建物の損害割合と被災程度が表示されます。



活断線の指定	1階	その他階
床	0.5	0.5
屋根	0.0	1.0

実被災建物を活用した建物 被害調査実地研修

01 小千谷市被災住宅の概要

新潟県小千谷市には、2004年新潟県中越地震において被災後、そのままの状態で見守られている住宅が残っている。木造二階建て、真壁構造であるため、柱の被害も観察可能である。



図 42 小千谷市に現存する被災住宅

この住宅は、2010年に建物内のすべての被害をシートに写し取り、その被害量を詳細に分析するとともに、正確な平面図・立面図・展開図を作成した。さらに、内閣府防災担当において、建物被害認定調査を担当する職員が被害を点検し、それぞれの被害について損傷程度を同定した。



図 43 被災住宅の詳細な被害調査の様子

02 CG による表現

調査結果をもとにこの建物を CG によって再現しさまざまな角度から建物の状況を把握することが可能となった。



図 44 小千谷市被災住宅の実際の外観

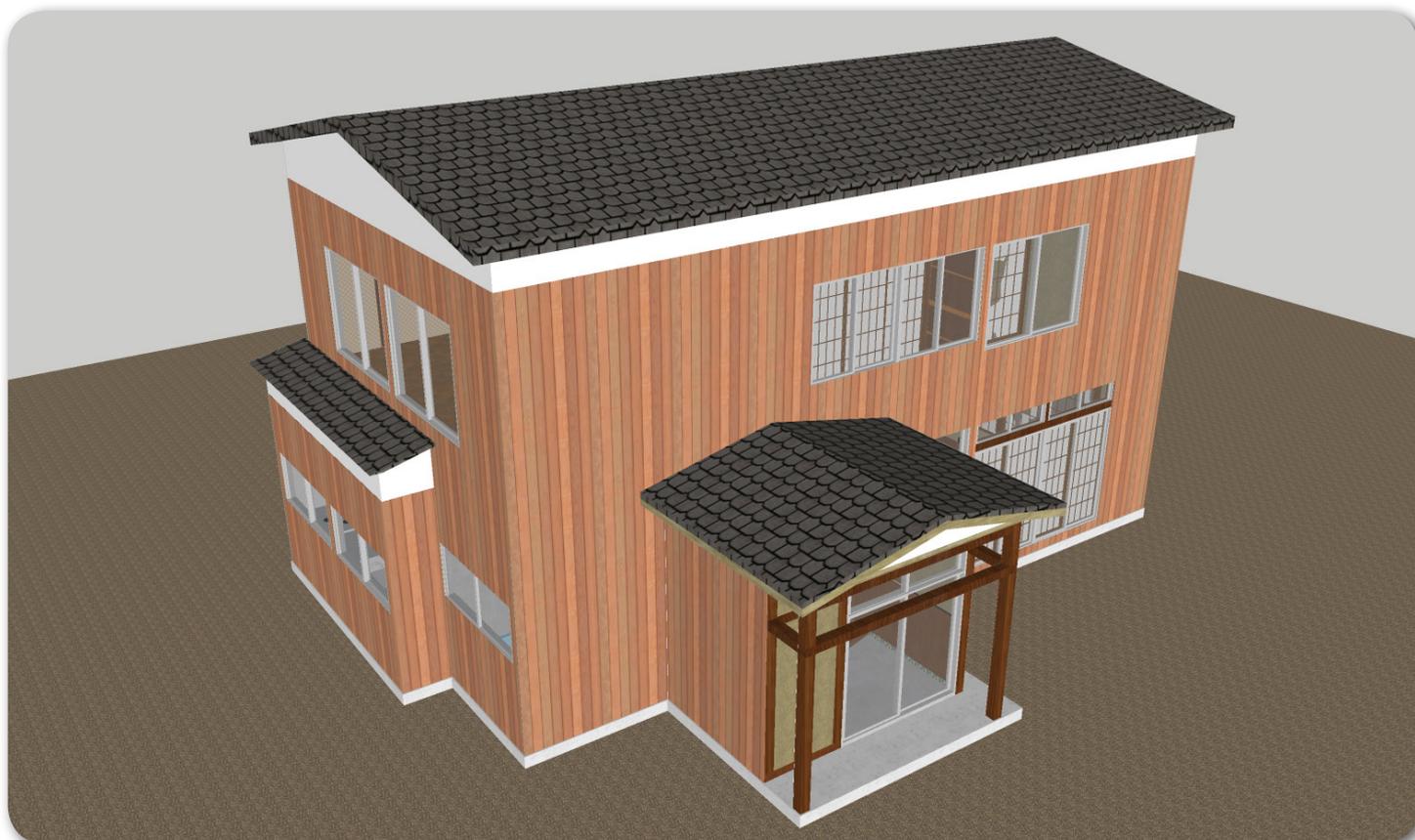


図 45 CG によって再現された外観



図 46 CG によって再現された建物内部（上：断面パース，下：1F パース）

この建物は、実被災建物で現存し、詳細な被害調査が実施され、かつ、その精解が求められているわが国で唯一の建物である。「中越大震災ネットワークおぢや」では、毎年この建物を使用して、建物被害認定調査の現地研修を実施している。



図 47 「中越大震災ネットワークおぢや」の建物被害認定現地研修の様子

SECTION 8

実建物を活用した建物被害調査研修

前節で紹介したような実被災建物で建物被害調査の研修が実施できる施設は、小千谷市にしか存在しない。しかしもっとそれぞれの自治体の近くで、より多くの職員が研修を受講できるようにするために、それぞれの自治体の近くにある実建物を使った研修を実施している。地震時発生後の損傷状況をシミュレーションし、壁面にマスキングテープなどを貼り付け、建物の損傷を再現する。損傷状況のリアリティは実被災建物にはかなわないが、建物内のすべての部位を調査し、損害割合を評価し、被災の程度を判断するという、建物被害調査の一通りの手順を経験し学ぶことができる。以下の事例は、2016年10月に実施された北九州市での研修の様子である。

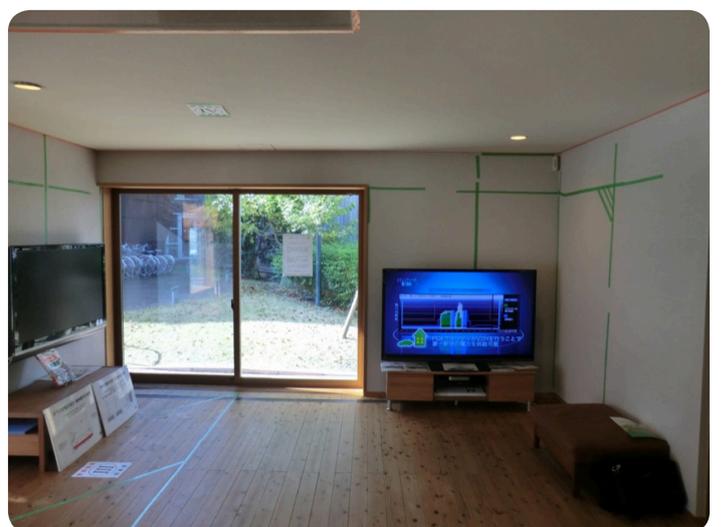
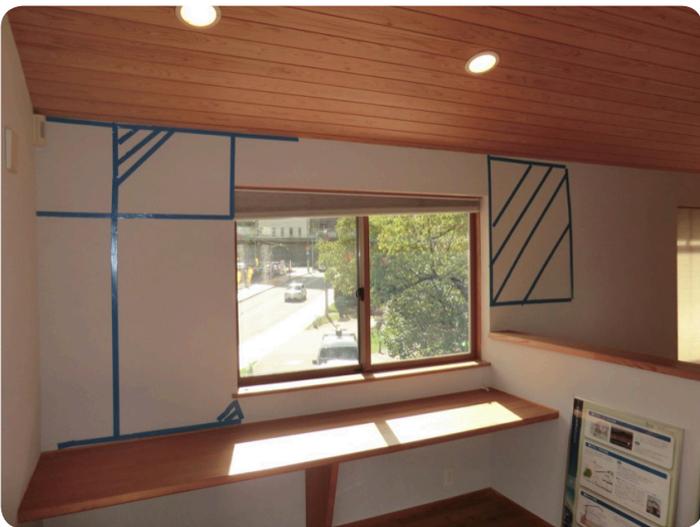


図 48 被災状況を模擬した研修建物（北九州エコハウス）



図 49 実建物を活用した研修の様子

参考文献

1. 被災建築物応急危険度判定マニュアル、(財)日本建築防災協会、全国被災建築物応急危険度判定協議会、1996年2月。
2. 震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針、(財)日本建築防災協会、国土交通省住宅局建築指導課、2005年12月。
3. 災害に係る住家の被害認定基準運用指針、内閣府(防災担当)、平成25年6月、<http://www.bousai.go.jp/taisaku/unyou.html>
4. 住家被害認定調査票、内閣府(防災担当)、<http://www.bousai.go.jp/taisaku/unyou.html>
5. 災害に係る住家の被害認定基準運用指針 参考資料(損傷程度の例示)内閣府(防災担当)、平成26年3月、<http://www.bousai.go.jp/taisaku/unyou.html>
6. "Development of Training System for Building Damage Assessment Using Actual Buildings", Satoshi Tanaka and Kishie Shigekawa, Journal of Disaster Research, Vol.9 No.2, pp.188-197, 2014.
7. "東日本大震災における津波被害の建物被害認定調査に関する考察" 田中聡、重川希志依、地域安全学会論文集, No. 18, pp.269-276, 2012.
8. "建物被害認定自己診断システムの提案ー自己診断ー自己申告モデルの構築にむけてー", 田中聡、地域安全学会論文集, No. 10, pp.233-242, 2008.
9. "Building Damage Inspection Analysis in the 2007 Niigata Chuetsu-Oki Earthquake, Kashiwazaki: Self-Inspection Analysis for Damage Evaluation", Satoshi Tanaka, Journal of Disaster Research, Vol.3, No.6, pp.372-380, 2008.

建物被害調査の テキスト

地震被害編

田中聡
Satoshi TANAKA

建物被害調査テキスト

発行日	2016年3月5日 初版第一刷 2017年1月15日 第二版第一刷
著者	田中聡
発行者	田中聡
発行所	常葉大学附属社会災害研究センター 〒417-0801 静岡県富士市大淵 325 電話：0545-37-2107(代表) http://sdrc.fj.tokoha-u.ac.jp sdrc@fj.tokoha-u.ac.jp
編集協力	馬場拓矢・重川希志依
印刷・製本	有限会社 レイ・プリンティング © Satoshi TANAKA, 2016 ISBN978-4-908792-33-5

●本書の一部は、以下の助成を得て作成されたものである。

- ・科学技術研究費補助金(基盤研究B)「災害後の住宅再建に資するスマート・インスペクション技術の開発(研究代表:常葉大学大学院環境防災研究科 教授 田中聡)」
- ・文部科学省委託研究「都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクト、サブプロジェクト③都市災害における災害対応能力の向上方策に関する調査・研究(研究代表:防災科学技術研究所 理事長 林春男)」

