

令和6年能登半島地震調査・支援活動報告会

令和6年2月3日（土）@金沢大学

**A I と空中写真を用いた被災建物の
損傷程度の自動判定システムの開発と
避難所の開設状況の分析**

金沢大学 融合研究域 融合科学系

准教授 藤生 慎

助教 森崎裕磨

はじめに

令和6年能登半島地震により、亡くなられた方々に哀悼の意を表するとともに、被災された全ての方々に、心よりお見舞いを申し上げます。

被災された皆様が一日も早く元の生活に戻ることができるようお祈り申し上げます。

被災地での、調査・研究・実践を通じて、令和6年能登半島地震からの復旧・復興の全力を尽くします。

地震後に実施される調査

(各調査の実施時期・目的・主体・調査員などの比較)

	応急危険度判定	建物被害認定	地震保険の 損害査定	被災度区分判定
実施時期	地震直後～1週間程度 (応急対応期)	地震後数日～数週間 (復旧開始期)	地震後3か月～半年 (本格復旧期)	地震後3か月～半年 (本格復旧期)
実施目的	余震等による二次災害 の防止	住宅の罹災証明の発行	地震保険の支払に係る 住宅の損害算定	被災建築物の適切かつ 速やかな復旧
実施主体	市町村(応急危険度判 定協議会が支援)	市町村	保険会社	建物所有者
判定調査員	応急危険度判定士	主として行政職員 (罹災証明の発行は行 政職員に限る)	地震保険の調査員	民間建築士
判定内容	当面の使用の可否	住宅の損害割合(経済 的被害の算出)	住宅の損害割合(地震 保険の支払に係る経済 的被害の算出)	再使用のための復旧の 要否
判定結果	危険・要注意・調査済	全壊・大規模半壊等	全壊・半壊・一部損・被 害なし	要復旧・復旧不可能等
判定結果の 表示	建物に判定結果を示し たステッカーを貼付	罹災証明書に判定結果 を記載	保険会社の規定による	判定結果を依頼主に通 知

建物被害認定フロー ～内閣府による仕組み(地震)～

被災した住宅の持ち主からの申請

<第1次調査>

- (1) 外観目視判定
- (2) 傾斜による判定
- (3) 部位(外観)による判定

↓ 調査結果に非合意

<第2次調査>

- (1) 外観目判定
- (2) 傾斜による判定
- (3) 部位(外観・内観)による判定

↓ 調査結果に非合意

<再調査>

被災者の不服の内容を精査した上で再調査を実施

調査結果に合意

調査結果に合意

調査結果に合意

調査終了
罹災証明書の発行

調査終了
罹災証明書の発行

調査終了
罹災証明書の発行

建物被害認定調査(東北地方太平洋沖地震時の例)

宮城県仙台市宮城野区における建物被害認定(第1次調査)の様子

被害建物数 : 約5万棟 調査員数 : 8400 (人・日) 3月31日現在
調査時間 : 2名1組で約15分/棟 (仙台市宮城野区の事例では)



建物被害認定調査の実施日程に関する分析

岩手県の調査実施状況(一部抜粋)

都道府県	市町村名	津波浸水面積割合	被害建物数	調査期間		
				3月	4月	それ以降
岩手県	岩泉町	-	208	3/29		
	釜石市	2%	5417	3/21		
	紫波町	-	125	3/18		
	住田町	-	15			5/30~2012/3/8
	滝沢村	-	208		3/31	
	田野畑村	1%	281	3/16~4/10		
	遠野市	-	831	3/29~		
	二戸市	-	25	3/14~		
	野田村	2%	514	3/15~		
	八幡平市	-	25			6/21~
	花巻市	-	1021	3/11		
	洋野町	1%	188	3/		
	普代村	1%	99	3/12~26		
	山田町	2%	3367	3/19~30	4/1~20	
	陸前高田市	6%	4800	3/22~7/25	4/18~	
	金ヶ崎町	-	201	3/12~7/30		
	矢巾町	-	119		4/8~	

宮城県への調査実施状況(一部抜粋)

都道府県	市町村名	津波浸水面積割合	被害建物数	調査期間		
				3月	4月	それ以降
宮城県	色麻町	-	230	3/22~		
	岩沼市	48%	5393		3/28~	
	大崎市	-	11998	3/12~	3/21~	
	女川町	5%	5556		3/31~	
	角田市	-	1296		4/5~12/28	
	加美町	-	750		3/30~12/21	4/20~12/7
	気仙沼市	5%	25815		3/28~4/12	
	蔵王町	-	1278		4/5~4/	
	柴田町	-	1859		4/6~12/31	
	白石市	-	2733		3/28~	
	仙台市	16%	251306		4/5~7/17	8/1~
	多賀城市	30%	11382		3/19~12/28	4/4~
	登米市	-	5102		3/22~3/30	
	松島町	4%	488		4/6~	
	南三陸町	6%	4525		4/1~	
	村田町	-	764		4/4~	
	亶理町	48%	6144		4/6~	
	塩竈市	33%	13100		4/8~	
	七ヶ宿町	-	9		4/1~9/30	

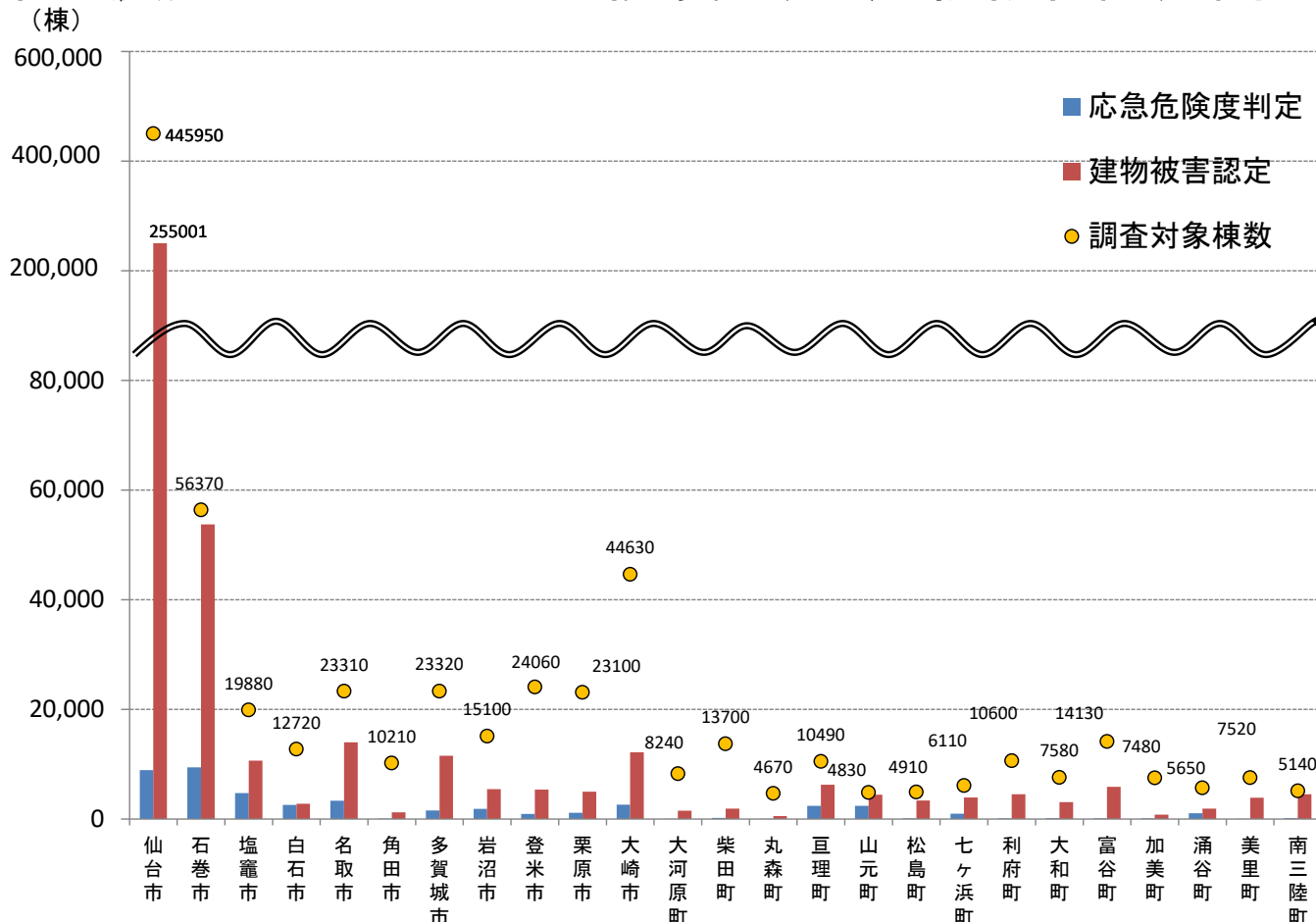
1次判定
 2次判定

多くの自治体で発災から1ヶ月以内に調査を開始

2次調査を行わず、内閣府の指針通りに調査を行っていない

地震後に実施される調査の関連性分析

(東日本大震災における応急危険度判定・建物被害認定調査の実施実態)



すべての自治体で**応急危険度判定**よりも**建物被害認定調査**の実施数が大幅に上回る結果

→ 応急危険度判定は**被害規模に依存**・建物被害認定調査は**悉皆調査**

建物被害認定調査を取り巻く課題

■ 過去の地震災害でも挙げられた代表的な課題

- 職員の著しい不足や質
- 職員が調査に従事するため判定精度のばらつき
- 調査業務の効率性の著しい低下／地域による調査方法の混在

■ 東日本大震災で新たに挙げられた代表的な課題

- 莫大な数の建物被害認定調査への対応／調査業務の遅滞
- 行政が所有しているデジタルデータの未活用
- 調査時に収集したデータ処理量の増大（ITの進展による弊害）

■ 想定されている大規模地震災害時に発生しうる課題

- さらに莫大な数の被災建物に対する建物被害認定調査の必要性
- 地震後の劣悪な交通事情やライフラインの途絶をはじめとする悪条件の中で、被災地外から被災地内へ多数の支援要員が入ることや被災地内で活動することの困難さ

大規模地震災害時の建物被害認定に求められる性能

大規模地震災害軽減に向けて過去および東日本大震災で挙げられた課題を解決するために必要な性能

迅速性 災害後に**短期間**で調査・判定が完了できる

効率性 調査に必要な**時間の削減**が可能

正確性 被災程度が内閣府の**判定指針に通り**に判定されていること

客観性 調査員の**スキルに依存**することなく調査が実施可能

公平性 被災自治体間で調査方法や調査結果に**違いが生じない**

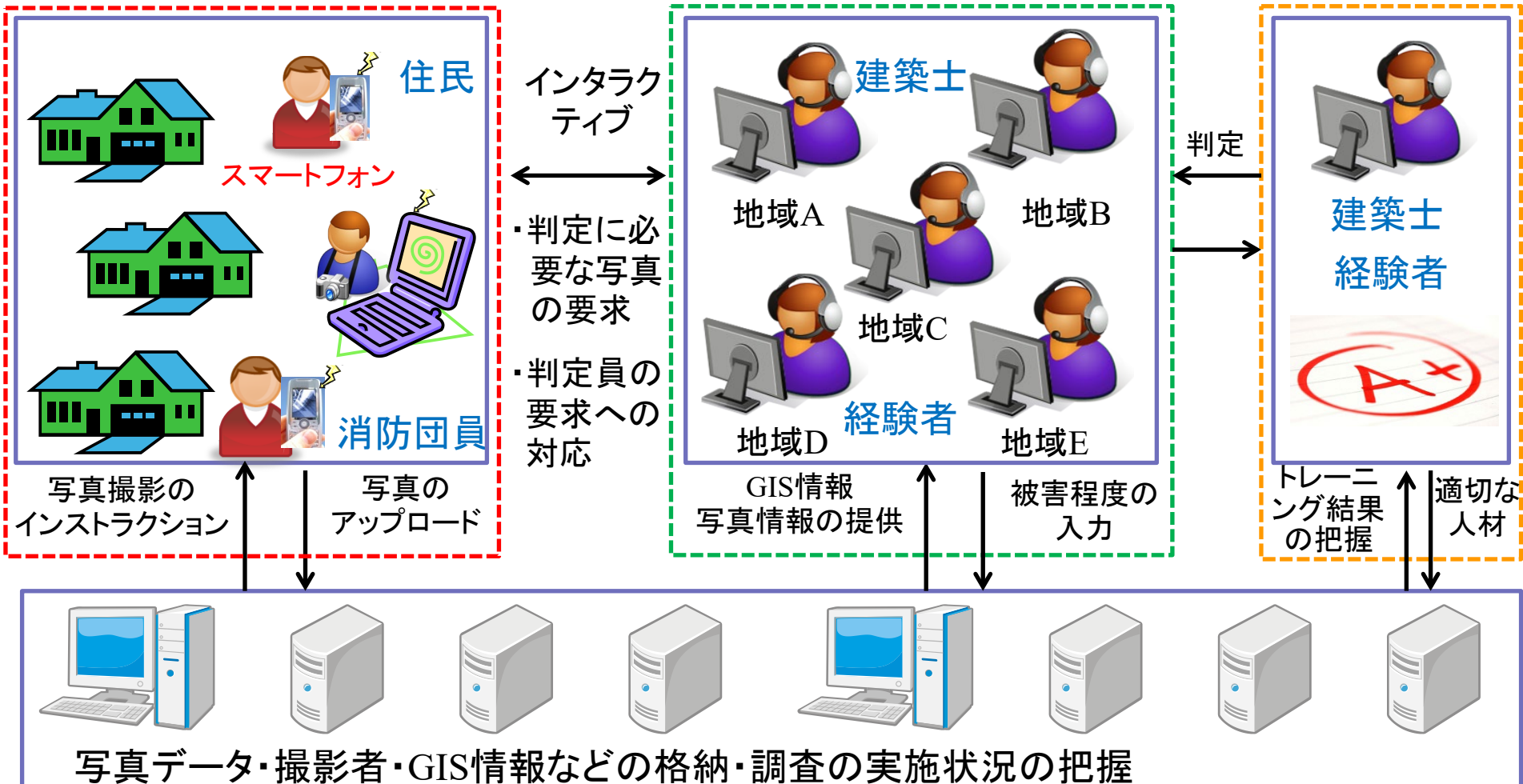
5つの性能を備えた新たな建物被害認定調査の仕組みが必要

遠隔建物被害認定システムの提案

システム1 被災地内からの建物被害写真 アップロードシステム

システム2 被災地外での 遠隔判定システム

システム4 トレーニング システム



システム3 Web・GISクラウドサーバー

写真アップロードシステムの入力画面(被災地内)

実稼働可能なスマートフォンアプリケーション

アプリの起動

調査開始の
場合には
「START」

使い方を確
認する場合には
「使い方」



データの収集と精度の担保



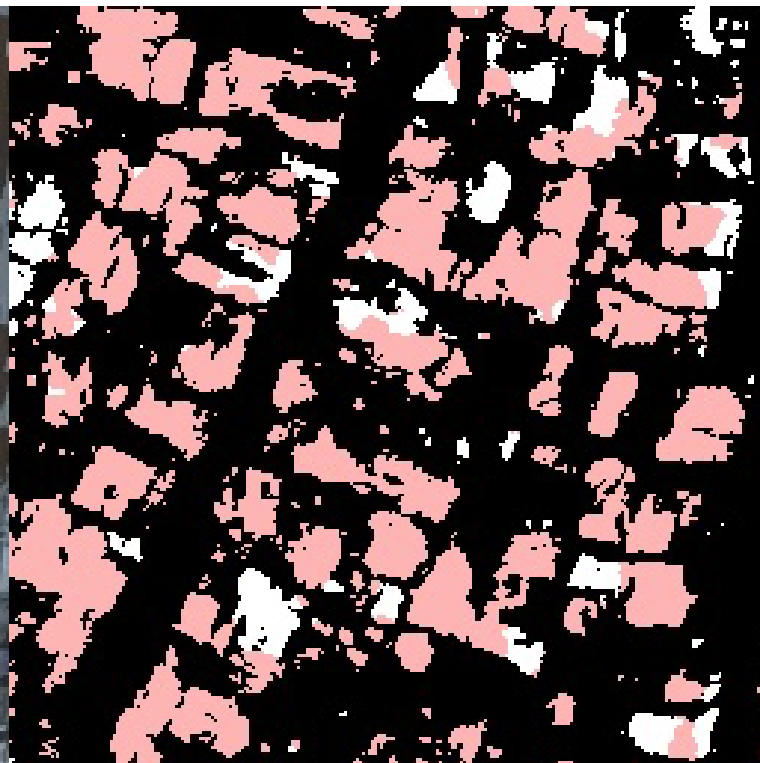
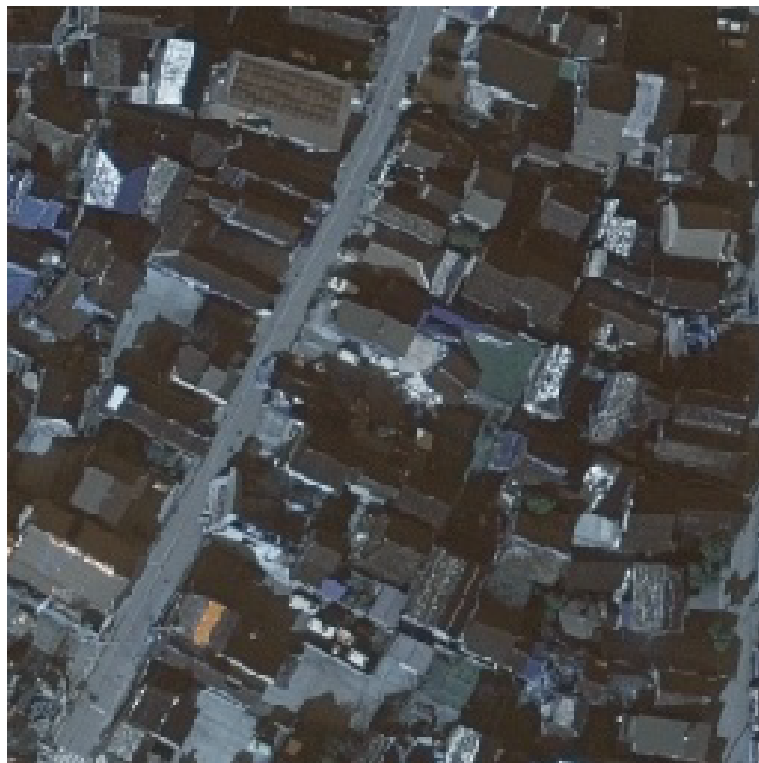
建物の倒壊状況



AIによる検出精度の検証

- 珠洲市・輪島市で現地の建物被害状況とAIが検出した結果を比較し、精度を検証
- 現地の被害状況とAIの精度を検証したところ、90%の割合で実被害と合致

航空写真・AIを用いた被害状況判定結果(輪島市)



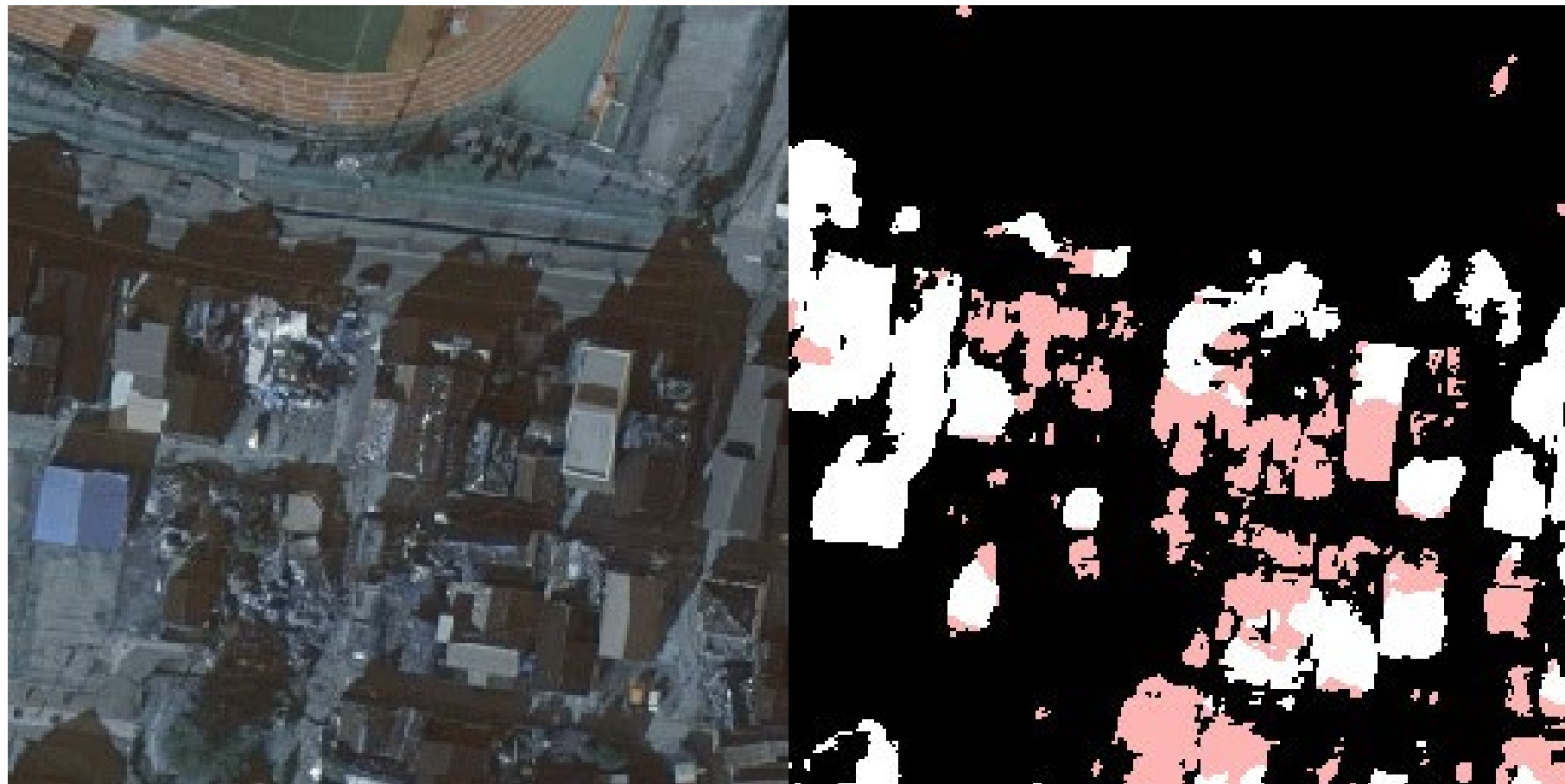
損傷小



損傷:大

- ・国土地理院が撮影した航空写真を用いて、損傷判定AIで損傷程度を判定した結果、高精度で損傷程度の判別が可能
- ・判定結果は、白色から赤色で示され、赤色が濃いほど損傷程度が大きいことが分かる

航空写真・AIを用いた被害状況判定結果(珠洲市)

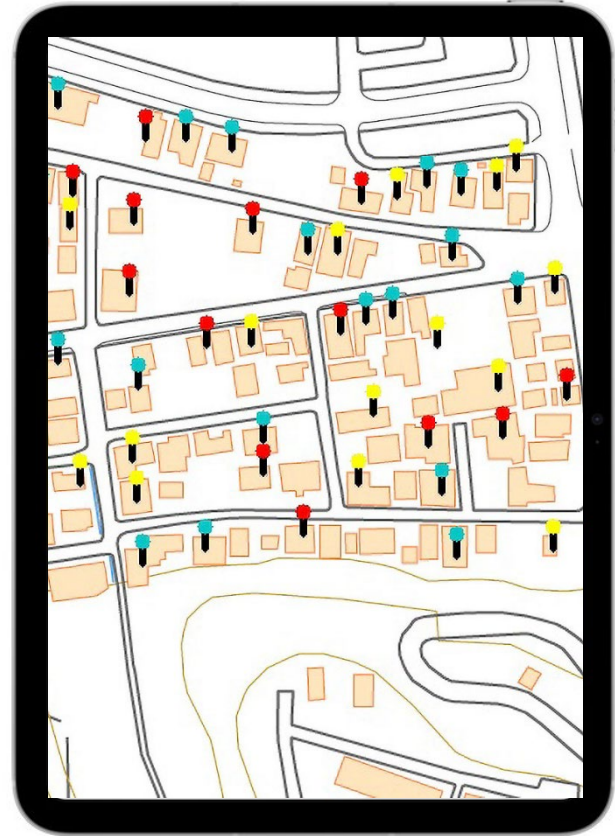


- ・国土地理院が撮影した航空写真を用いて、損傷判定AIで損傷程度を判定した結果、高精度で損傷程度の判別が可能
- ・判定結果は、白色から赤色で示され、赤色が濃いほど損傷程度が大きいことが分かる

AIが検出した結果の実際の運用方法



AIの検出結果



Googleマップへの展開

- AIによる建物被害の解析の結果をGoogleマップに展開
- 建物被害認定調査を実施する人員投入量の決定支援
- 全壊建物の事前判定による調査の迅速化・効率化

発災直後の避難場所の分類（1/3夕時点）

■ 避難場所として公開されていた地点を類型別に集計

	合計	指定避難所	指定避難所以外				指定避難所 非開設(参考)
			指定緊急避難場所	公共施設	集会所等 ^{*1}	その他	
輪島市	146(100.0%)	31(21.2%)	8(5.5%)	6(4.1%)	21(14.4%)	80 ^{*2} (54.8%)	16
珠洲市	21(100.0%)	15(71.4%)	3(14.3%)	2(9.5%)	0(0.0%)	1(4.8%)	18
鳳珠郡 穴水町	61(100.0%)	34(55.7%)	6(9.8%)	8(13.1%)	1(1.6%)	12(19.7%)	19
鳳珠郡 能登町	38(100.0%)	38(100.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	33

出典：各市町ホームページの避難場所情報と指定避難所・指定緊急避難場所・公共施設一覧を名寄せし当研究室にて集計

※各市町とも速報として公開されていた情報のため、今後の精査によって件数は変動の可能性あり

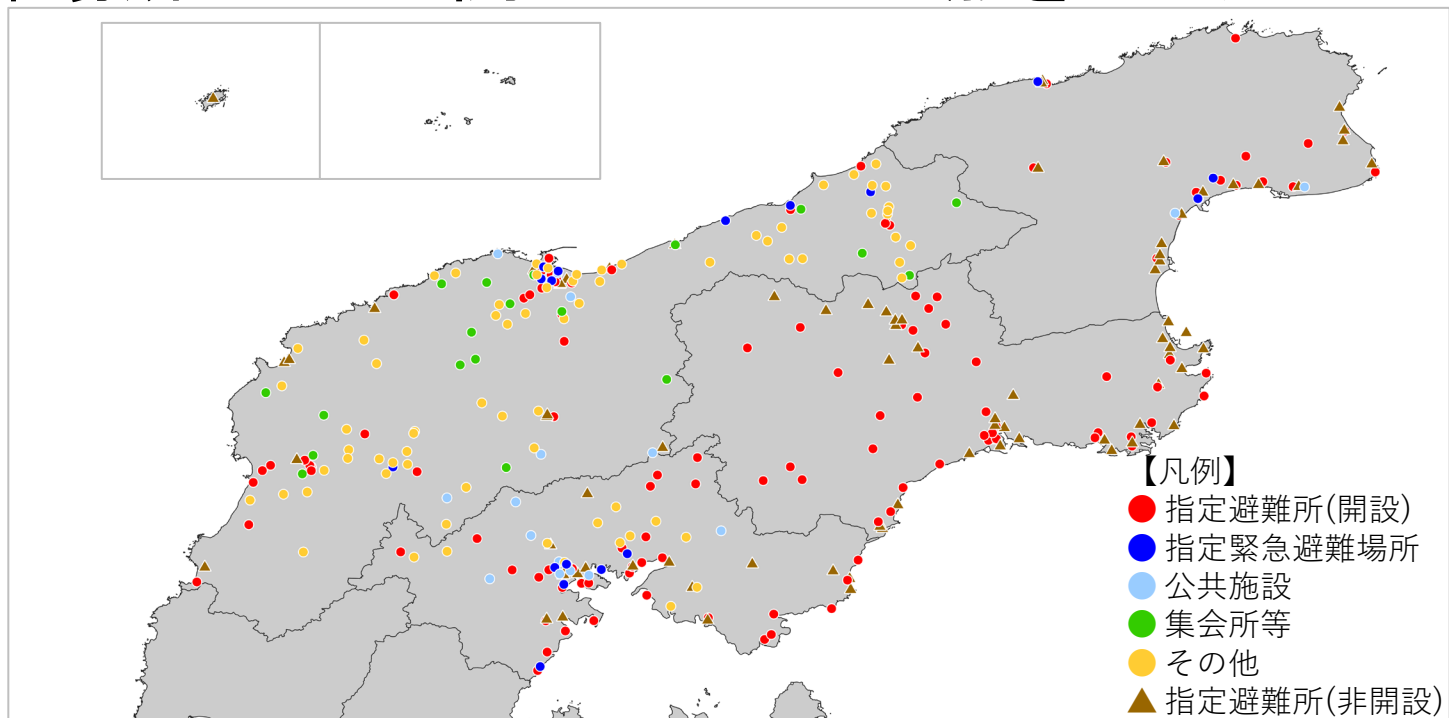
*1 名称から集会所と判定されたもののうち、指定緊急避難場所・公共施設一覧のいずれにも含まれていないもの

*2 名称のみでは地点を特定できなかった避難場所(17件)を含む

- 輪島市においては指定避難所以外への避難が大勢を占めていた。中でも集会所やその他など区内での避難が多く見受けられた
→道路閉塞による孤立や指定避難所自体の被災など様々な要因が背景か
- (能登町を除く)各市町とも、指定緊急避難場所が避難所に移行したもののや、指定の有無を問わず近隣の公共施設に逃げ込んだ場所など、地域防災計画で想定しきれていない避難パターンの存在が示唆される

発災直後の避難場所の分布（1/3夕時点）

■ 避難場所として公開されていた地点をプロット

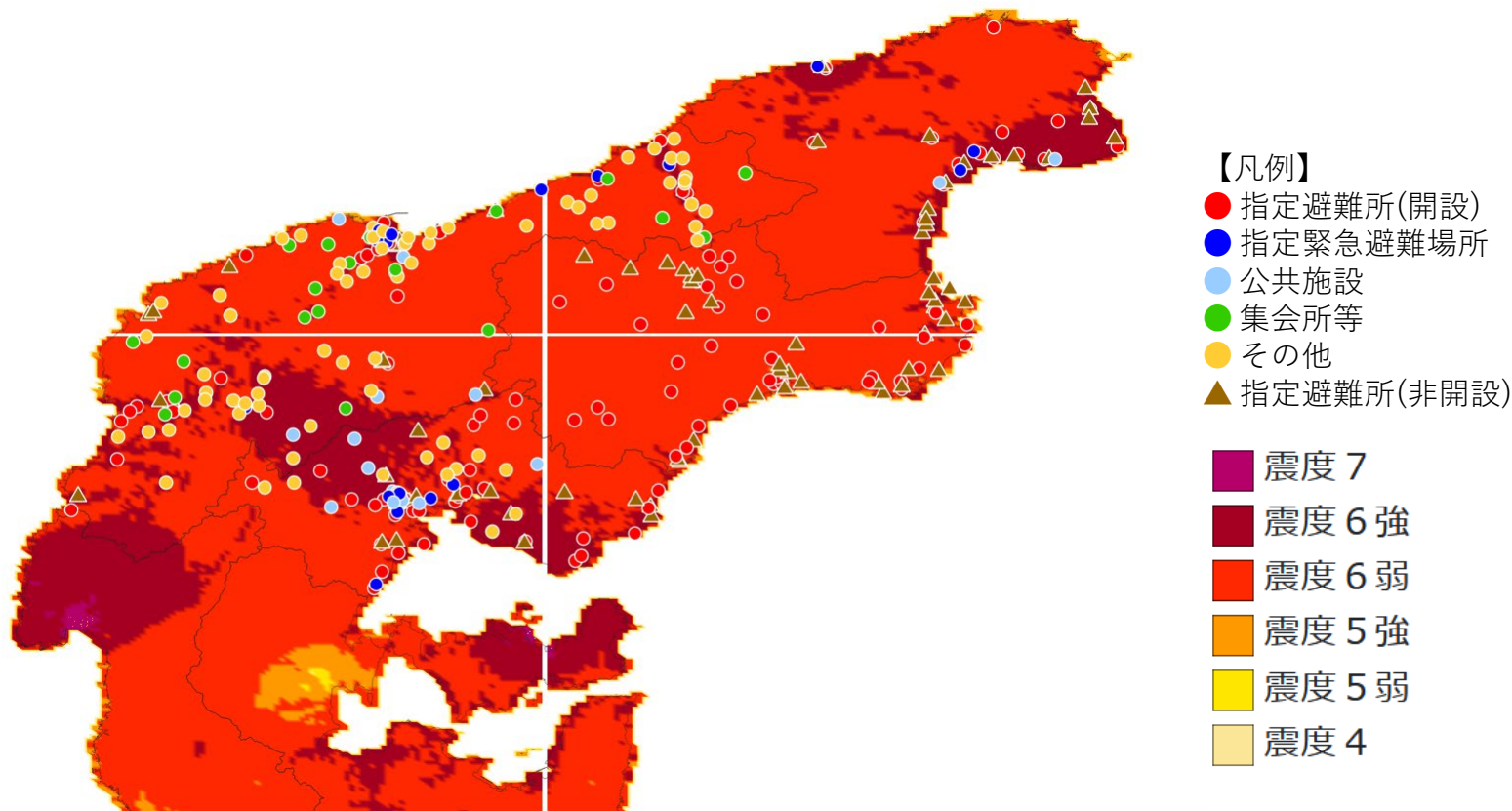


出典：各市町ホームページの避難場所情報と指定避難所・指定緊急避難場所・公共施設一覧を名寄せし当研究室にて集計
「国土数値情報（行政区域データ）」（国土交通省）（https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N03-v3_1.html）（2024年1月27日取得）
※住所表記の揺れ・番地の欠損等の要因により町域（大字）レベルの代表点を採用した地点など、位置の精度が低い場合がある

- 輪島市・穴水町においては特に指定避難所がまばらなエリアで指定外の避難場所が多く発生し、全体として避難場所の地域的偏りが抑えられている
- 珠洲市においては他の3市町と比べて避難所の数が極端に少なくなっており、調査時点(1/3夕方)で未把握の避難場所が多く存在した可能性がある

発災直後の避難場所の分布（1/3夕時点）

■ 避難場所の地点プロット×推計震度分布



出典：気象庁「推計震度分布」

https://www.jma.go.jp/bosai/map.html#12/37.137/136.997/&contents=estimated_intensity_map（1月29日取得）

■ 震度7，震度6強，震度6弱のエリアが非常に広範囲にわたる

■ 非常に強い揺れに見舞われた地域にも多様な避難場所が存在