



今回の災害で亡くなられた方々のご冥福をお祈り申し上げます。
また、被災者の皆様に心からお見舞い申し上げます。

2024年能登半島地震に伴う 地震火災・津波火災について (速報)

2024.02.09

西野智研 (京都大学防災研究所)

本速報は報告者の調査や分析を基に現時点で推定される内容をまとめたものであり、今後変わる可能性があります。また、消防本部からご提供いただいた情報が一部含まれますが、調査中または未着手にもかかわらずご協力いただいたものであり、消防本部の公式見解ではありません。ご対応くださりました消防本部の皆様には感謝申し上げます。なお、2024.01.22に作成した初版に内容を追加しました。

本速報の目的

1

能登半島地震に伴う火災の広域的な発生状況を整理する

2

延焼拡大した火災（輪島市の地震火災・珠洲市および能登町の津波火災）の特徴を探る

3

過去の大震災を踏まえた今回の火災の捉え方および火災リスクの軽減策を考える

実施した調査

■ 現地火災被害調査

- 1/13 輪島市朝市通り周辺
- 1/14 七尾市白馬町、氷見市中央町、高岡市守護町、
金沢市二日市町、金沢市湊
- 2/4 珠洲市宝立町鶉飼*、能登町白丸*

■ 消防本部への電話ヒアリング

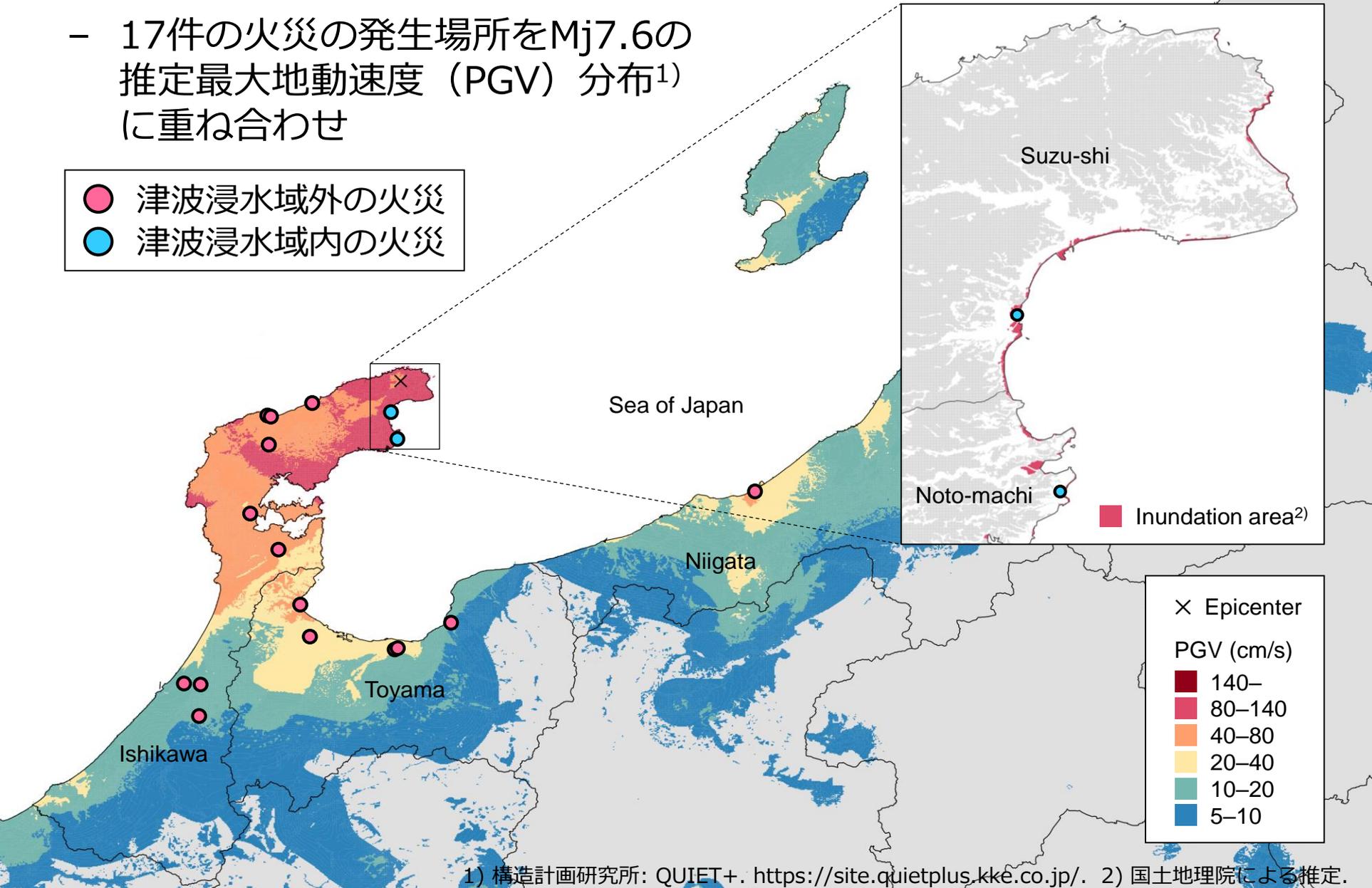
- 1/14 高岡市消防本部
- 1/15 富山県東部消防組合消防本部、七尾鹿島消防本部
- 1/17 金沢市消防局、富山市消防局、上越地域消防局、
奥能登広域圏事務組合消防本部

* 2月4日より前に焼失範囲の瓦礫が動かされた可能性があるため、1月2日の朝に撮影された火災が終わった頃の映像もエビデンスとする。

火災の発生場所

- 17件の火災の発生場所をMj7.6の推定最大地動速度 (PGV) 分布¹⁾に重ね合わせ

- 津波浸水域外の火災
- 津波浸水域内の火災



1) 構造計画研究所: QUIET+. <https://site.quietplus.kke.co.jp/>. 2) 国土地理院による推定.

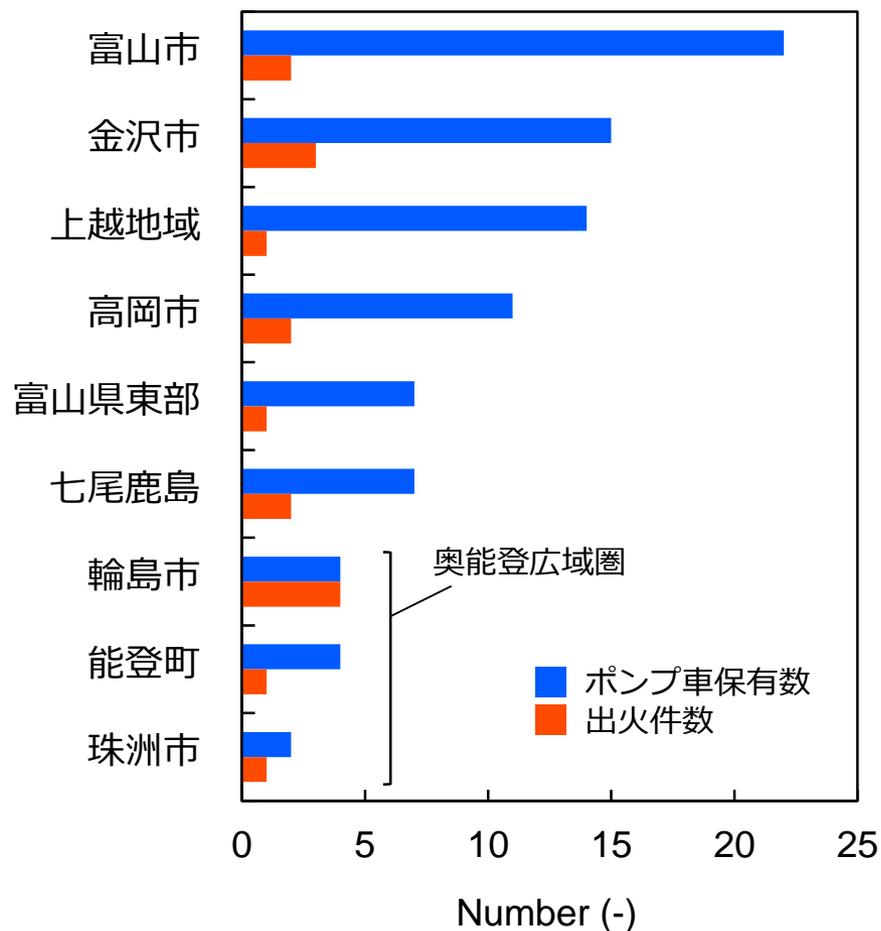
火災の状況

No.	市町村	場所	発生日	種類	概要
1	金沢市	二日市町	1/1	建物火災	平屋の防火木造の店舗1棟が全焼 ¹⁾ .
2		湊	1/1	建物火災	工場内の高温溶融物のあふれ. 建物焼損なし.
3		角間町	1/1	建物火災	無人の部屋の散乱物品の下から出火. ぼや.
4	七尾市	中島町	1/1	建物火災	
5		白馬町	1/2	建物火災	
6	輪島市	河井町	1/1		市街地延焼火災. 朝市通り周辺5ha ¹⁾ が焼失.
7		河井町	1/1		大規模な火災にはなっていない.
8		三井町	1/1		大規模な火災にはなっていない.
9		名舟町	1/1		大規模な火災にはなっていない.
10	珠洲市	宝立町	1/1		津波浸水域 ²⁾ での延焼火災 ¹⁾³⁾ . 0.14ha焼失 ¹⁾³⁾ .
11	能登町	白丸	1/1		津波浸水域 ²⁾ での延焼火災 ¹⁾³⁾ . 0.24ha焼失 ¹⁾³⁾ .
12	富山市	楠木	1/1	建物火災	部分焼.
13		下飯野	1/2	建物火災	ぼや.
14	高岡市	守護町	1/1	建物火災	工場内の高温溶融物のあふれ. 部分焼.
15	氷見市	中央町	1/1	その他火災	無壁倉庫の電信柱の分電盤が燃えた.
16	魚津市	大光寺	1/1	建物火災	部分焼.
17	上越市		1/1	建物火災	石油コンビナート（直江津地区）での火災.

1) 現地調査から推定. 2) 国土地理院による. 3) 放送局撮影の映像を基に推定. その他は消防本部への電話ヒアリングによる.

出火件数 vs ポンプ車保有数（消防本部別）

- 消防本部ごとのポンプ車保有数¹⁾²⁾（水槽付きポンプ車を含む、消防団のポンプ車を除く）と出火件数のマクロな優劣関係
- 輪島市で火災1件あたり1台、能登町で火災1件あたり4台、珠洲市で火災1件あたり2台
- 地震後に出動可能であったポンプ車数は不明であるが、出火件数 > ポンプ車保有数にはなっておらず、数だけを見れば、マクロには全ての火災に対応可能

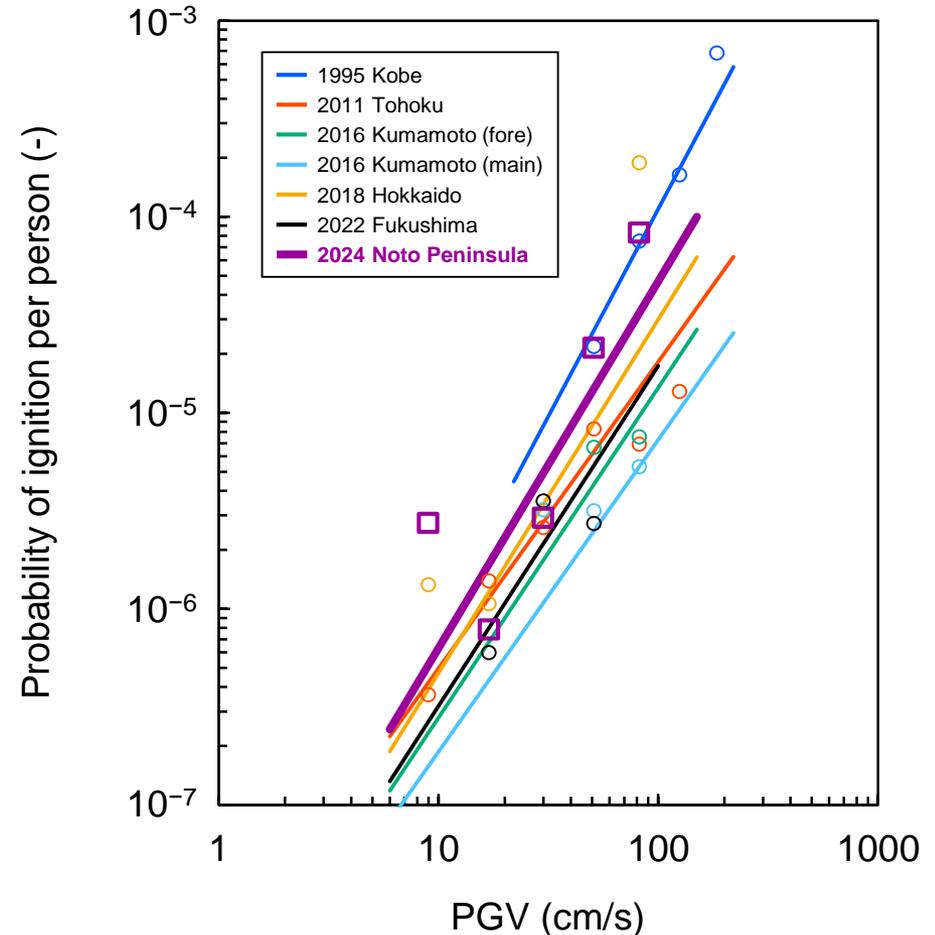


人口一人あたり出火確率 vs 最大地動速度

- 人口一人あたりの出火確率 p の対数を最大地動速度 x の対数の関数としてモデル化¹⁾

$$\ln p = a + b \ln x$$

- 最大地動速度 x に曝露された人口 n の地域で y 件の火災が発生する確率をポアソン分布で近似¹⁾
- 津波火災2件、その他火災1件を除いた14件を地震動に起因する建物火災と仮定し、最尤法で未知パラメータを推定
- 今回の出火モデル（紫）は2011東北（赤）より大きく、1995兵庫（青）より小さい



輪島市朝市通り周辺の状況（1月13日）



焼失範囲南西側：右奥の鉄骨造から左は火災被害なし



複数の電柱の倒壊による道路閉塞



河原田川沿いの道路の隆起と護岸外壁の傾斜



加熱で変形・亀裂の生じた家庭用プロパンガスボンベ

輪島市朝市通り周辺の様相 (1月13日)



朝市通り：幅8m程度。火災は通りを越えて拡大



開口部材が脱落した不燃構造の建物（右奥RC造、左S造）



伊右工門小路（手前から右奥）付近の燃え止まり



馬出し小路付近の燃え止まり（焼失範囲は右側）

輪島市朝市通り 周辺の被害



・焼失範囲は1月13日に実施した現地調査に基づく
・18:11および19:24の延焼範囲は新聞社撮影の写真に基づく
・0:00および2:10の延焼範囲はライブカメラの映像に基づく

推測される特徴

- 津波の影響を受ける危険性が高かった、主に裸木造の建物で構成される沿岸市街地での火災で、地震動⇒大津波警報⇒出火⇒延焼拡大⇒津波警報⇒津波注意報⇒鎮圧、のシーケンス。最終的に浸水なし
- ほぼ無風（弱い南風）時の火災で、延焼方向（川のある西を除く全方向への拡大）や延焼速度（約30m/h）に特異な点はない。不燃構造（RCやS）の建物であっても外壁開口部が延焼経路となって延焼を阻止できていない可能性や、加熱により家庭用のLPGボンベから噴出したプロパンガスが延焼を助長していた可能性がある
- 大津波警報の発令下であり住民・消防隊とも津波への対応が必要であったことが、火災覚知の遅延要因となった可能性がある。また、沿岸部での消防活動の実施判断も難しく、津波の影響で川や海などの自然水利からの取水も難しかったと推測される
- これらの要因に加え、道路の隆起等の被害によりポンプ車が限られた（20時15分時点でポンプ車3台が現場に到着¹⁾）ことで劣勢ではあったが、大津波警報（や津波警報）の発令下という難しい状況にもかかわらず消防活動を展開したことは、伊右工門小路や馬出し小路での延焼阻止につながっており、最終的な被害規模の抑制に貢献した可能性がある

1) <https://news.yahoo.co.jp/articles/2007772db8cbb8ef051bf3822ade5e4f57f43f5e>

珠洲市宝立町鶉飼の状況（2月4日）



焼失範囲に残る焼けた木造家屋と自動車



焼けた家庭用プロパンガスボンベ



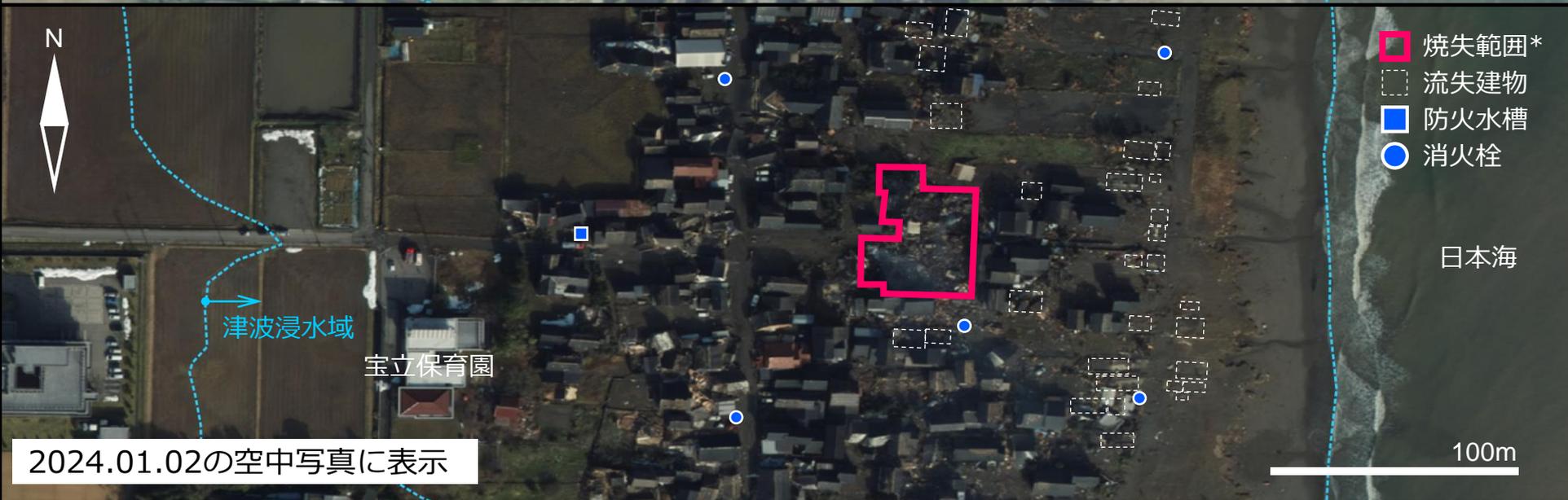
津波で流され通りに突っ込んだ建物（海側へ離れた所から）



津波で流され集積した瓦礫（焼失範囲のすぐそば）

珠洲市宝立町鵜飼の被害

* 焼失範囲は現地調査および1月2日の朝に放送局により撮影された火災が終わった頃の映像に基づく



※ 空中写真および津波浸水域は国土地理院から提供。

珠洲市宝立町鵜飼の被害イラスト



参照した映像

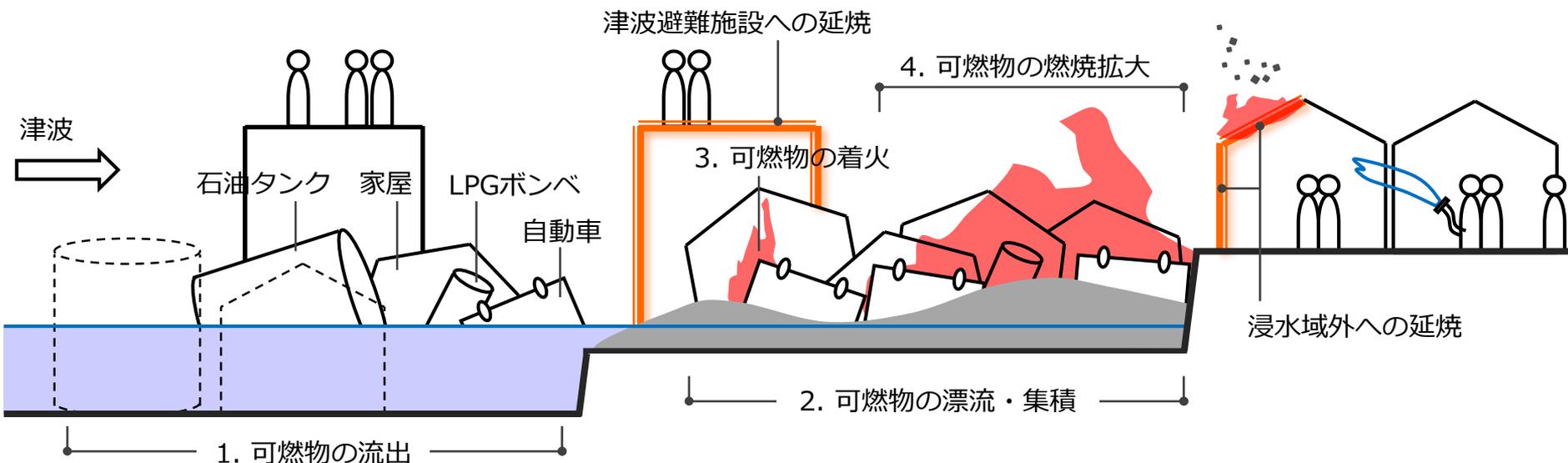
- MBS NEWS 石川・珠洲市上空 2日午前(動画内の13:22-14:27の範囲)
<https://www.youtube.com/watch?v=4k5m803ppzU>
- 朝日新聞デジタル【能登半島地震】津波が襲った海沿いの集落 2024年1月2日午前 石川県珠洲市(動画内の0:16-0:20の範囲)
<https://www.youtube.com/watch?v=-bnzUIJyfm>

海岸線

- 残存している建物
- 残存していない建物
- 映像で見える範囲
- がれきが見える範囲
- 焼け跡と思われる物が見える範囲
- 焼けた自動車

推測される特徴

- 2011東北では、津波で流された家屋や自動車などが瓦礫となって浸水域の浅い所に集積し、そこで何らかの要因で出火、周辺の瓦礫や非流失家屋に燃え移って大規模化した事例（下図）が多数発生したが、似たようなことが起きた可能性が考えられる
- 2011東北での津波火災については、出火には津波で流された家庭用LPGボンベや車のガソリンタンクなど「津波の作用で可燃性ガスが生じるもの」が関係していると考えられており（あくまで仮説）、その後の燃え広がりには集積瓦礫や非流失家屋が関係する¹⁾



1) Hokugo, Nishino, Inada (2011) Fire Science and Technology. <https://doi.org/10.3210/fst.30.117>

能登町白丸の状況（2月4日）



焼失範囲に残る焼けた木造家屋と自動車



焼失範囲西側の燃え止まり



1階の窓ガラスや室内に残る浸水の痕跡（焼失範囲そば）



消火活動に使用したと思われるホース

能登町白丸の被害

* 焼失範囲は現地調査および1月2日の朝に放送局により撮影された火災が終わった頃の映像に基づく



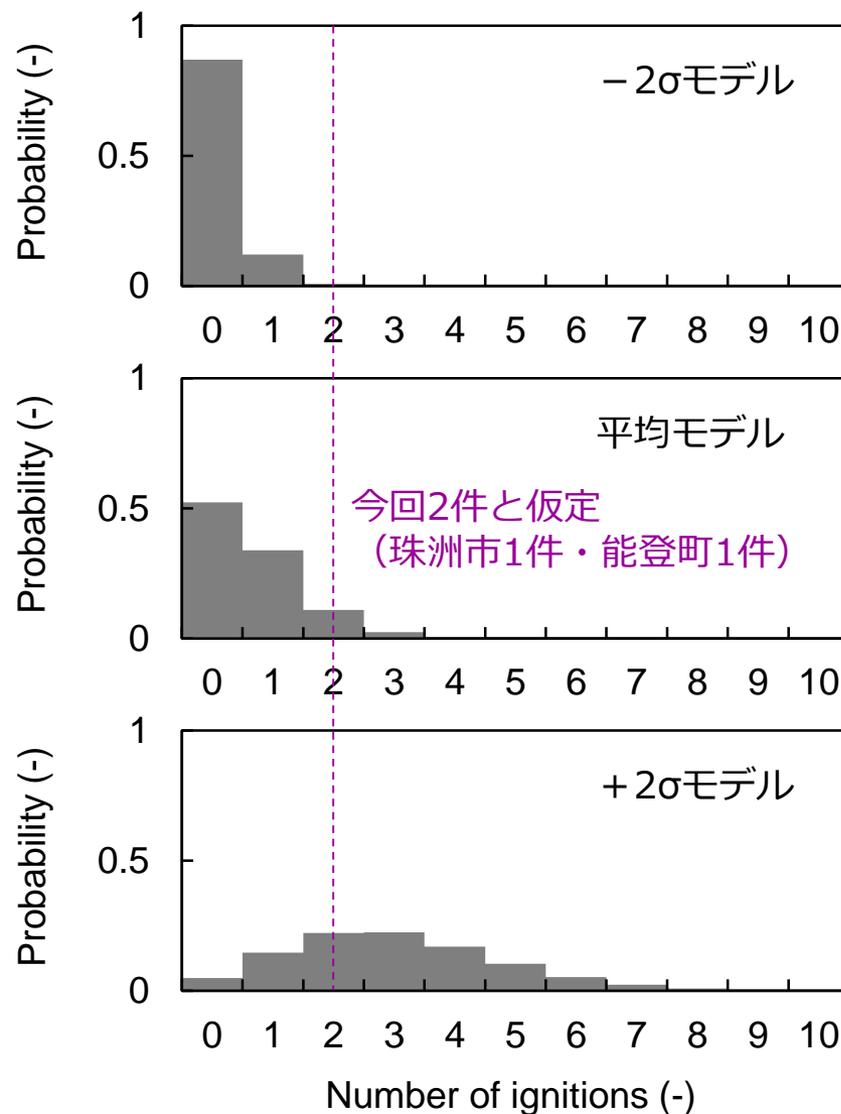
※ 空中写真および津波浸水域は国土地理院から提供.

推測される特徴

- 焼失範囲から少し離れた、海や川に近い所では建物が津波で流されているが、焼失範囲とその近隣は床上浸水であったと思われ、焼失範囲に元々あった建物は流されずに残存していた可能性が高い
- 出火が浸水や漂流物と関連しているかは分からない。焼失範囲にあった建物は主に裸木造であり、漂流物の集積やその影響がなかったとは言えないが、火災の性状は通常の延焼火災に近かったと思われ、10～20棟を焼いたと推定される
- 1月2日の朝に撮影された映像によると、焼失範囲の北、遍照寺の横に消防車両が部署し、水桶のようなもので水を確保し、ホースを延長して消火活動を行っていた様子が確認できる

津波火災の出火モデルの適用

- 2011東北の出火記録を基に作成された津波火災の発生件数予測モデル¹⁾を今回の津波に適用
- 「津波の作用で可燃性ガスが生じるものを着火物として発生する火災」の数を流失車両数とLPガスボンベ流失世帯数で説明するポアソン回帰の一般化線形混合モデル（ランダム効果考慮）
- 今回の津波の浸水域内世帯数（概算で約780世帯）から、世帯あたり乗用車台数・都市ガス普及率・浸水域内建物流失率（10%と仮定）を考慮して算定
- 今回の件数（2件と仮定）を概ね説明できる



三つの延焼火災の比較

	輪島市朝一通り周辺	珠洲市宝立町鵜飼	能登町白丸
地域	観光地	漁業集落	漁業集落
主な建物構造	裸木造	裸木造	裸木造
津波情報	大津波警報	大津波警報	大津波警報
津波浸水との関係	浸水域外	浸水域内	浸水域内
出火時刻	1月1日17時23分より前 ²⁾	1月1日18時30分頃 ³⁾	
出火原因			
風速 (m/s)	1.3~2.1 ¹⁾ (欠損有)	0.3~2.2 ¹⁾	0.3~2.2 ¹⁾
出動ポンプ車数			
消火栓	使用できなかった ²⁾	使用できなかった ³⁾	
防火水槽	近づけなかった ²⁾	使用した ³⁾	
自然水利	使用した ²⁾	使用した ³⁾	
鎮圧時刻	1月2日7時30分頃 ²⁾		1月2日3時過ぎ ⁴⁾
鎮火時刻		1月2日8時30分頃 ³⁾	
焼失棟数	約300棟	5~10棟	10~20棟

1) 最寄りの気象観測地点での1月1日16時~1月2日9時の観測値。2) <https://www3.nhk.or.jp/news/html/20240201/k10014341671000.html>。

3) <https://www.hokkoku.co.jp/articles/-/1303594>。4) <https://www3.nhk.or.jp/lnews/kanazawa/20240102/3020017547.html>。

今回の地震に伴う火災をどう捉えるべきか

- 今回の地震では、輪島市の沿岸市街地で津波浸水の可能性と地震火災の発生が重なり、これが住民による初期消火や消防隊の対応を阻害する要因となった可能性が独特である。しかし、基本的には、1995年兵庫県南部地震の地震火災、2011年東北地方太平洋沖地震の津波火災と同じような現象が小さな規模（ここでは、1995兵庫の200件を超える地震火災の発生・焼失面積46ha超え、2011東北の100件を超える津波火災の発生・焼失面積61ha超えと比べて小さいという意味）で起きており、火災の現象に特異な点はあまりないと思われる



1995年兵庫県南部地震に伴う同時多発火災

写真提供：神戸市



2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波火災

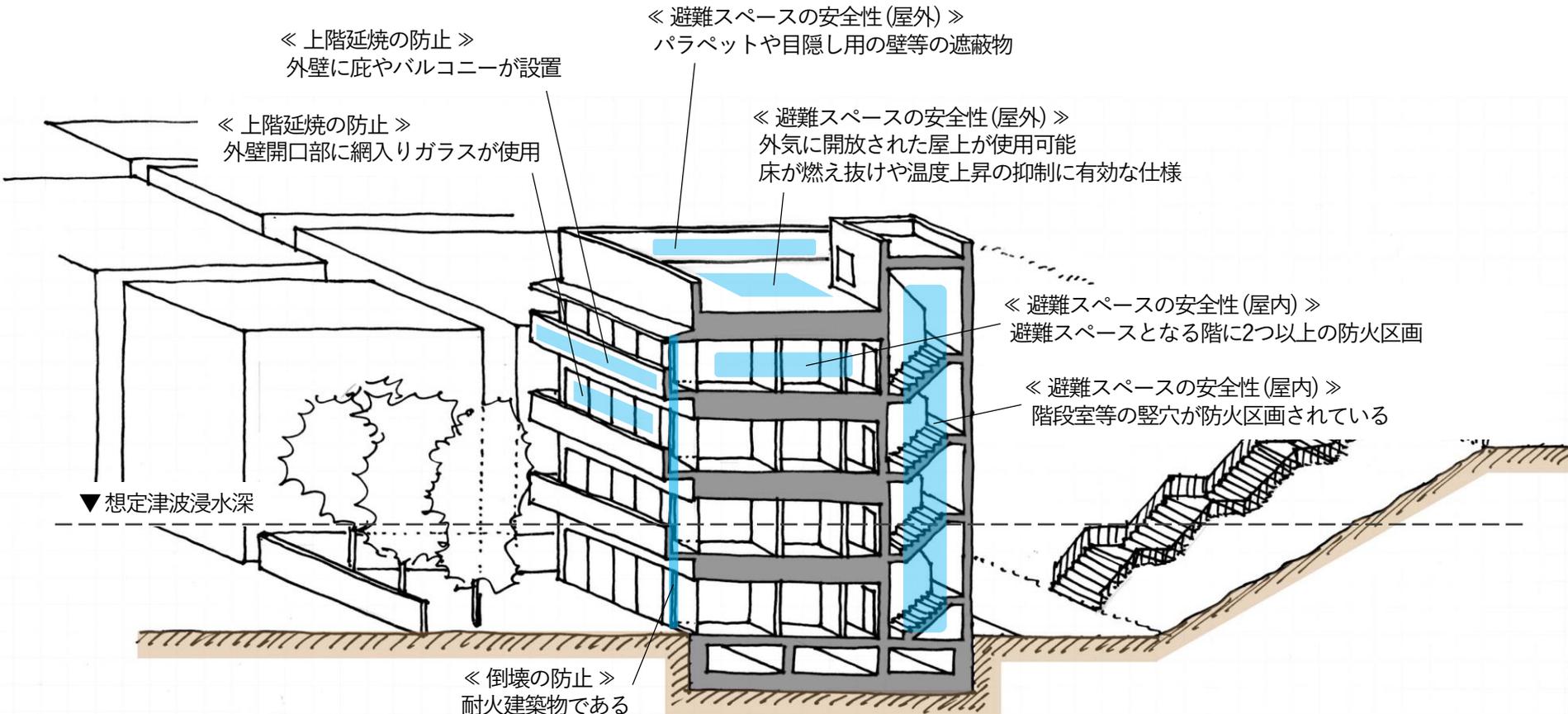
写真提供：小野寺亮介氏

続き

- すなわち、過去の大震災で経験した二種類の火災がやはり起こることを再認識させられた地震であり、今後発生する巨大地震・津波によっては、今回よりも深刻な被害が起こり得ると考える必要がある。したがって、1995兵庫・2011東北の火災被害からの教訓を今一度見直し、対策を進めていく必要がある
- 地震火災については、同時多発火災が想定されること、消防力に限界があることから、出火防止対策（電気器具・電気配線からの出火が多いことを踏まえた対策）として感震ブレーカーの設置・普及率向上の重要性が指摘されており、住民による初期消火の重要性の啓発や火災に対して脆弱な構造の市街地の改善とともに、引き続き普及啓発を進めていく必要がある
- 一方、津波火災については、防災計画から対策が抜け落ちている。特に、2011東北では津波火災が津波避難ビルに影響した事例が複数確認されており（例えば、門脇小学校、気仙沼市鹿折地区老人ホーム、気仙沼中央公民館、大槌小学校）、その中には火災が建物内に延焼したにもかかわらず津波避難者らは一室で籠城せざるを得なかった事例もある。現在指定されている津波避難ビルの火災安全対策の充実度や火災に対して脆弱な構造となっていないかを確認する必要がある

津波避難ビルの対津波火災の考え方

2011東北の事例から、通常の建築火災を想定した従来の火災安全対策を適切に講じることで、津波火災に対しても避難者の安全を確保できる可能性が示唆されている¹⁾。津波避難ビルの内部に津波火災が侵入した場合でも、津波避難者が安全に待機できるかについて検討する必要がある。これは、津波避難ビルの指定を検討する建物に、火災安全を確保するために必要な機能がどの程度備わっているのか（=火災安全対策がどの程度なされているのか）の充実度を確認することに等しい。



1) 日本建築学会 (2016) 津波火災対応型津波避難ビルの火災安全計画[若手奨励]特別研究委員会 報告書。 ※ 上図も同報告書から引用。

参考

■ 輪島市朝市通り周辺の延焼動態の推定で参照した写真・映像

- 激しく燃える住宅街=2024年1月1日午後6時11分、石川県輪島市、朝日新聞社機から、小玉重隆撮影
<https://www.asahi.com/articles/ASS115SQ9S11DIFI008.html>
- 石川県輪島市で発生した火災 = 1日午後7時23分（共同通信社機から）
<https://www.chugoku-np.co.jp/articles/gallery/405165>
- 石川県輪島市で発生した火災 = 1日午後7時24分
<https://www.sankei.com/article/20240101-YZESMXRIZKH5OXLCZSFVAIWPA>
- テレビ金沢 情報カメラ 石川県輪島市
<https://www.youtube.com/watch?v=rXF9kQldlao>

■ 珠洲市宝立町鶉飼の焼失範囲の推定で参照した映像

- MBS NEWS 石川・珠洲市上空 2日午前（動画内の13:22-14:27の範囲）
<https://www.youtube.com/watch?v=4k5m8O3ppzU>

■ 能登町白丸の焼失範囲の推定で参照した映像

- MBS NEWS 石川・珠洲市上空 2日午前（動画内の0:34-1:38の範囲）
<https://www.youtube.com/watch?v=4k5m8O3ppzU>

※ 動画に挿入されているテロップには「石川・珠洲市上空」とあるが誤りと思われる