

委員の被災地調査結果

消防庁検討会

輪島市河井町朝市通り付近で発生した
地震火災に関する調査について

東京大学教授 廣井 悠

2024年3月18日(月)



2030年に向けて
世界が合意した
「持続可能な開発目標」です

調査の概要(今回の報告は下記メンバーとの協働の成果)

- 調査日時：2024年1月6日 9:10-12:43
- 調査者：廣井悠（東京大学教授），大津山堅介（同・特任講師），苜米地毅大（同・研究生）
- 調査目的：①空撮ではわからない詳細な延焼範囲の確定，②焼け止まりの記録，③周辺の火の粉の飛散記録，④焼失区域周辺の住民ヒアリング

- 調査日時：2024年2月10日-13日
- 調査者：北後明彦（神戸大名誉教授），大津暢人（消防研究センター），村田明子（清水建設），山下平祐（清水建設），花井英枝（竹中工務店），ピニエイロ アベウ（東京大学・助教），苜米地毅大（東京大学・研究生），廣井悠（東京大学・教授）
- 調査目的：①詳細な延焼範囲の確定，②焼け止まりの記録，③焼失建物＋焼けどまり建物の写真撮影とデータベース作成，④焼失区域周辺の住民ヒアリング，⑤消防本部ヒアリング



手分けして建物周囲の写真記録を残す

＋もう1回とりこぼしを調査 (2/22-24)

	A	B	C	D	E	F	G
街 建物	構造 (1:木造, 2:S造, 3:RC造, 4:その他, 5:不明)			構造備考	耐火	焼, 2:半焼, 3:部分焼	被害備考
1 区 番号	1	2	3	4	5	6	7
2 A	1			1			1
3 A	2			1			1
4 A	3			1			1
5 A	4			1			1
6 A	5			1			1
7 A	6			1			1
8 A	7			1			1
9 A	8			1			1
10 A	9			1			1
11 A	10			1			1
12 A	11			1			1
13 A	12			1			1
14 A	13		2	耐火被覆していない	5		1
15 A	14			1			1
16 A	15			1			1
17 A	16			1			1
18 A	17			1			1
19 A	18			1			1
20 A	19		2		4		1
21 A	20			1			1
22 B	1			1			1

データベース化

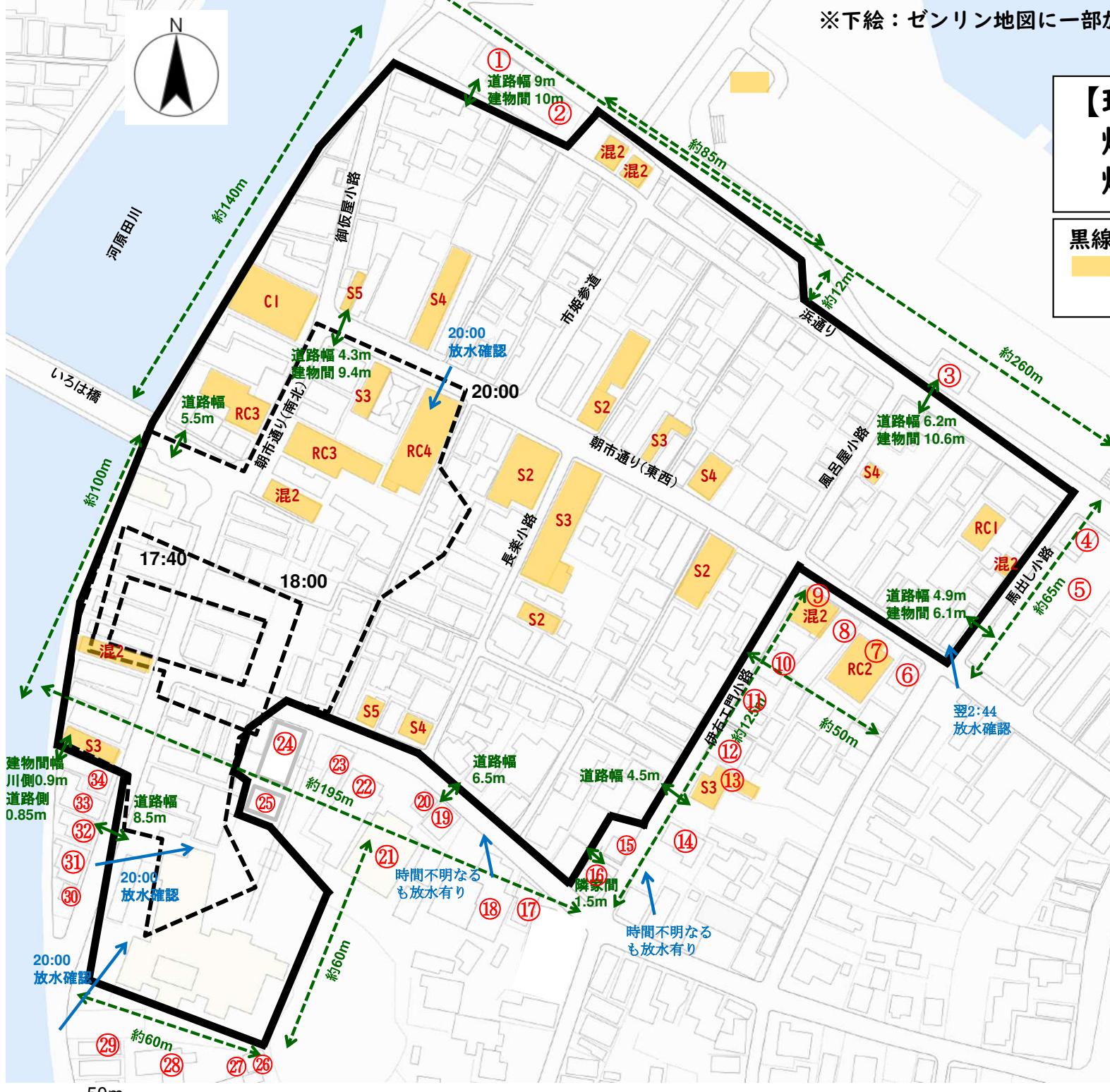
【現地調査から推定】

焼失面積：52,000㎡

焼失棟数：256棟

黒線：焼失範囲（廣井研調査）
 ■：非木造建物（地震火災専門委員会調査）

建物番号	建物構造	建物階数	火災被害	道路・隣棟幅	放水有無
1	不明	2	部分焼	9m	不明
2	不明	2	部分焼	9m	不明
3	不明	1	なし	6.2m	不明
4	木造	2	なし	4.9m	有り
5	木造	2	なし	4.9m	有り
6	不明	2	なし	4.3m	有り
7	RC造	2	なし	4.3m	有り
8	木造	2	なし	4.3m	有り
9	木造	2	部分焼	4.3m	有り
10	木造	2	なし	4.5m	有り
11	木造	2	なし	4.5m	有り
12	木造	2	部分焼	4.5m	有り
13	S造	3	部分焼	4.5m	有り
14	木造	2	なし	4.5m	有り
15	木造	2	部分焼	1.5m	有り
16	木造	2	部分焼	1.5m	有り
17	不明	2	なし	6.5m	有り
18	木造	2	なし	6.5m	有り
19	木造	2	なし	6.5m	有り
20	木造	1	なし	6.5m	有り
21	木造	1	なし	6.5m	有り
22	木造	2	なし	6.5m	有り
23	木造	3	なし	6.5m	有り
24	木造	不明	なし	6.5m	不明
25	木造	不明	なし	6.5m	不明
26	木造		なし	空地	有り
27	木造		なし	空地	有り
28	木造		なし	空地	有り
29	木造		なし	空地	有り
30	木造	2	なし	約8.5m	有り
31	木造	不明	なし	約8.5m	有り
32	混構造	2	なし	約8.5m	有り
33	木造	2	なし	約8.5m	有り
34	不明	2	なし	約8.5m	有り

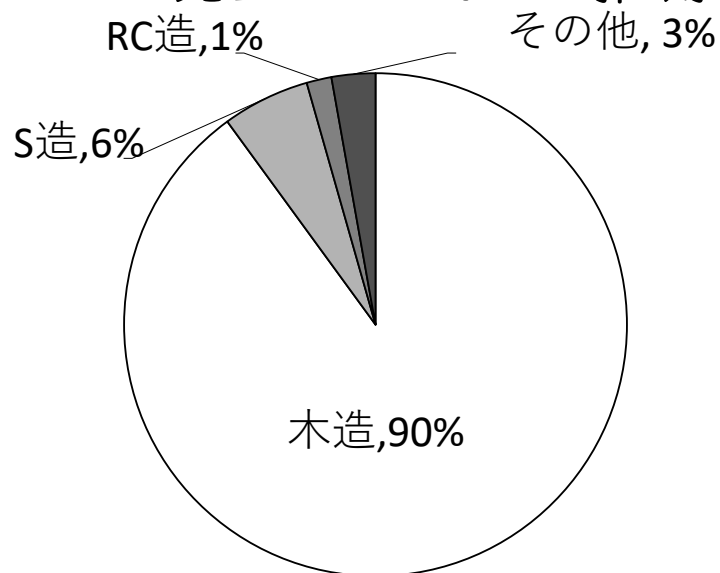


50m

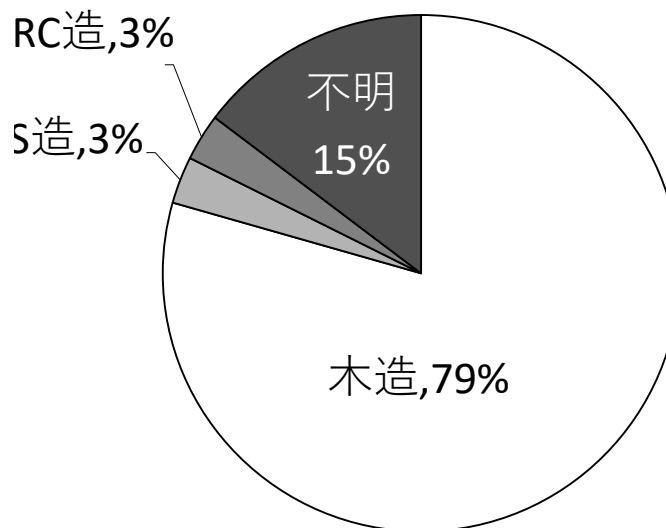
焼失区域近辺の被害について

- 延焼棟数：256棟（全焼249棟、部分焼7棟）
- 焼失範囲の面積（道路や空地含む）：約52,000㎡（推定）
- 焼失面積（空地含む）：42,652㎡（推定）

- 現地調査の結果、延焼棟数は256棟と推定。うち、全焼が249棟、部分焼7棟（外壁加熱含む）。「全焼建物」および「焼けどまり建物」の建物構造は下記の通り（先ほど説明したデータベースによる）。
- 一方で、焼失範囲の面積は、焼失範囲内の空地や道路も含めて約52,000㎡と推定。また、焼失範囲内の道路を除いて計測すると、42,652㎡と推定。※消防によれば、焼損棟数240棟、焼損床面積は49,000㎡とのこと。
- （調査した限りにおいては）飛び火のような現象は、糸魚川市大規模火災ほどは発生していないと推測できる。



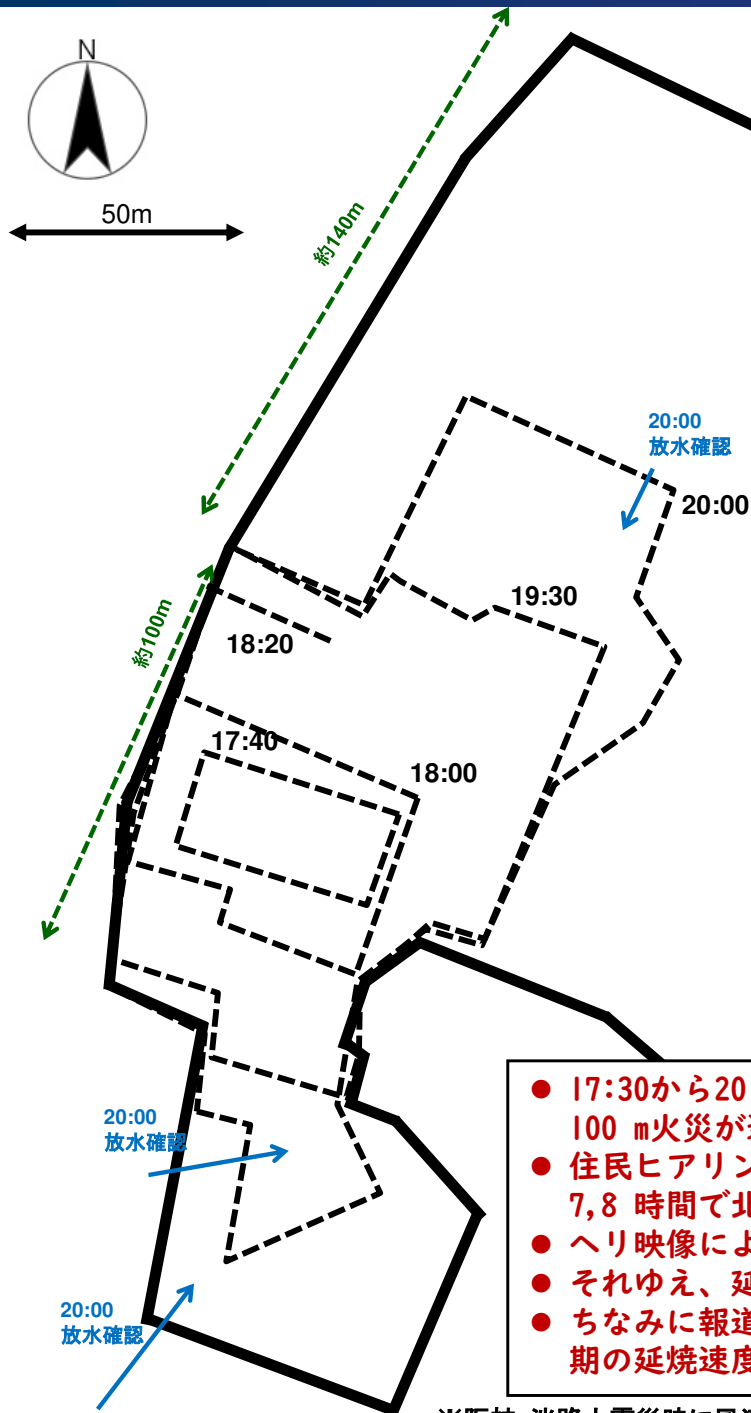
全焼建物の建物構造（推定、N=249）



焼け止まり建物の建物構造（推定、N=249）

焼失範囲の全周長は約1,210mであり、西側の約280m（全周長の約23%）が河川、北部と南西部の一部の約555m（全周長の約46%）が駐車場や更地といった空地。また、残りの部分の約375m（全周長の約31%）が道路幅もしくは建物、または常備消防などによる放水活動などが要因となっている。

延焼速度について



- 17:40 日本テレビヘリ映像
- 18:00 テレビ朝日ヘリ映像
- 19:30 共同通信写真画像
- 20:00 日本テレビヘリ映像

アメダスより(輪島、2024/1/1)⁶

	風向・風速(m/s)			
	平均	風向	最大瞬間	風向
16:10	1.3	北北西	2.3	北西
16:20	1.4	西	2.6	西南西
16:30	1.6	西北西	2.9	北西
16:40	1.4	南	2.7	南南東
16:50	2.1	南	3.1	南
17:00	2.1	南西	2.7	南西
17:10	1.4	南南西	2.8	南南西
17:20	2.6	南南西	3.5	南
17:30	2.7	南西	3.7	南西
17:40	2.4	南西	3.7	南西
17:50	2.2	南南西	3.3	南西
18:00	1.3	南	2.5	南西
18:10	1.6	南南西	2.5	南西
18:20	2.6	南南西	3.5	南南西
18:30	2.9	南南西	3.5	南西
18:40	2.7	南南西	3.4	南南西
18:50	×	×	3.3	南南西

映像・画像・ヒアリングをもとに、衛星画像・ストリートビューと建物ひとつずつ照らし合わせることで、延焼動態を推定。その結果、

- 17:30から20:00の間に出火点付近から朝市通り(東西)手前まで100m火災が進展。
- 住民ヒアリングによれば、0時に北側に延焼したとのこと。つまり7,8時間で北側まで(約200m)燃えたことになる。
- ヘリ映像によれば20:00で放水を確認。
- それゆえ、延焼速度は40m/hから25m/h(放水の影響?)と推定。
- ちなみに報道では18時20分にいろは橋到着とのことなので、火災初期の延焼速度はやはり40m/hくらいと考えられる。

住民ヒアリングでは、1日夜の段階で、最初ほぼ無風、その後緩やかな南風(風速5m/sもいかないくらい、おそらく3-4m/sであったという聞き取り結果が得られているが、それを支持する結果が近日公開された。

※阪神・淡路大震災時に風速1 m/sで延焼速度は20 m/h、風速3.9m/sで73m/hだから、同程度と考えられる。なお、糸魚川市大規模火災は60m/h-100m/hと言われているため、それよりは遅い。

まとめ：大規模火災に至った要因（推測含む）

① 燃えやすい市街地だったこと

- 古い木造密集市街地における市街地火災であったこと
- 建物倒壊などによる影響で、燃えやすい市街地になった可能性があること

② 消火活動が難しかったこと

- 地震・津波による覚知の遅れ
- 道路被害などによる消防車の到着遅延
- 断水による消火栓の機能不全
- 揺れ被害による（一部の？）防火水槽利用不可
- （地震・津波の影響？）川の水の利用が難しかった
- 自然水利として海水を使うのも、初期は難しかった
- 初期消火などができなかつた可能性もあるかも
- 広域火災進展後は、小規模消防本部の限界と道路途絶に伴う応援の困難



「水利」は地震火災被害の運命を握るとも言うべき、非常に重要な問題であることが顕在化した災害と言える。

糸魚川市大規模火災でみられた「強風」「飛び火」などは今回は主要因ではないと推測される。

① これまでの対策をより促進する方向性

- 木造密集市街地の改善
 - ✓ 開発圧力が高くない地域で「そこそこ木密」の火災安全性能をどう向上?
- 地震災害時における消防活動の阻害要因の改善
 - ✓ 火災の覚知、断水に関する問題(浄水場、管路の耐震性向上(ダウンサイジング対応含む)、自然水利の利用方策検討等)

② 改めて検討が必要(そうな)方向性

- 道路被害に伴う近隣からの応援の機能不全問題
 - ✓ 小規模消防本部における広域火災進展後の対応力強化と消防戦術
- マルチハザードエリアにおける消防活動のありかたに関する内容(常備や団)
 - ✓ 津波浸水予想地域における火災の覚知、出動、取水等の消防活動検討
- マルチハザードエリアにおける災害対応(住民) ※要検証
 - ✓ 初期消火or飛び火警戒or助け合いor避難の最適解をどう実現するか?
- マルチハザードエリアにおける事前対策
 - ✓ 災害対応の困難性が顕在化したことによる「ハード整備」の再評価
 - ✓ 地域特性に応じた地震火災対策の取捨選択(を促す仕組み)
 - ✓ 地震による揺れの被害を受けても火災安全性能を維持する方法の提案

※本報告は、多くの推測を含むため、今後見解が変わる可能性もあります。

最後になりましたが、今回の地震・津波そして火災の被害にあわれた方々には、改めて心よりお見舞いを申し上げます。



HPのQRコード

本日の内容について ご質問があれば 以下のアドレスへお寄せください

hiroi@city.t.u-tokyo.ac.jp

(本日のテーマの他、都市防災、火災、避難行動、リスクと人間、
帰宅困難者、地下街などの各テーマについてはHPもご覧ください)

<http://www.u-hiroi.net/index.html>

Yahoo ニュースでも執筆しています

<http://bylines.news.yahoo.co.jp/hiroi/>

- 1. 地震火災特有の消防活動上不利な要因の整理**
- 2. 消防防災対策のあり方を議論する上で必要と思う観点**

西野智研（京大防災研） 2024.03.18

地震火災特有の消防活動上不利な要因

■ 火災の同時多発

- 今回の地震でも同時多発火災。ただし、全ての消防本部で出火件数 \leq ポンプ車保有数

■ 水道管の損傷による消火栓の利用不可

- 地震動が強かった地域では想定通り消火栓は使えなかった（という認識）

■ 道路閉塞や地盤変状による防火水槽へのアクセス不可

- 一部発生した（という認識）
- 朝市通りに近い地震観測点（JMA輪島やK-NET輪島）周辺の木造建物全壊率は約30%（境有紀、京大防災研1/28報告会）、1995当時の震度7相当
- 1995神戸の灘区六甲地区の幅員4~8mの道路の約50%が車両通行不能、約30%が歩行でも通行不能（塚口他、1997）

■ 津波の襲来可能性への対応（沿岸の場合）

- 住民は津波避難行動をとる、火災の早期発見や初期消火は期待できない
- 消防も津波への対応（情報共有、隊員の安全管理、退避）を迫られる

議論する上で必要と思う観点

- 非常に強い地震動を受けた地域での地震火災に対する消防活動の円滑な実施と確実な小規模化は現実的には難しいと思われる。今回は出火件数がポンプ車保有数を上回ることはなかったが、地震動の影響で消防活動に必要な水を確保しにくいこと、沿岸市街地では津波への対応が必要になること、自然水利に頼る場合に津波の影響があることが改めて表れた。輪島市朝市通り周辺では大規模な火災に発展してしまっただが、難しい状況にもかかわらず消防活動が展開され、最終的な火災被害規模の抑制に貢献された可能性があることを、まず初めに認識しておく必要があるのではないか
- その上で、南海トラフ地震などを考えると、今回と同様、津波の襲来の可能性がある中で消防活動の必要に迫られる可能性がある。2011東北の後に整理された津波災害に対する消防活動のあり方を、今回の火災を契機に再確認する必要があるのではないか
- さらに、消防活動にとって不利な要因を減らしていくためには、事前の対策が重要と思われる。このうち、出火防止対策の重要性は引き続き普及・啓発していく必要があるが、火災の数を減らせても、覚知の遅れや頼りとなる防火水槽へのアクセスの問題で大規模火災の発生可能性は残る。後者については、防火水槽の配置の見直し、道路の拡幅、木造家屋の耐震補強など複数の選択肢が考えられるが、地震災害は複合災害であることに注意すると、消防活動のためだけの対策ももちろん重要であるが、木造家屋の耐震補強のように、地震に伴う人的被害の防止、家屋という財産の保護、さらには、道路閉塞の可能性の低減による消防活動への良い効果、それにより地震火災の被害も軽減できる可能性が高まるという、一つの対策でマルチハザードリスクへの多様な効果があるものが特に重要で、その重要性を消防活動上のメリットも含めて指摘するべきではないか。なお、耐震補強による倒壊防止は出火防止への良い影響もあるかもしれない

参考資料（京大防災研HPで公開の速報から抜粋）

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

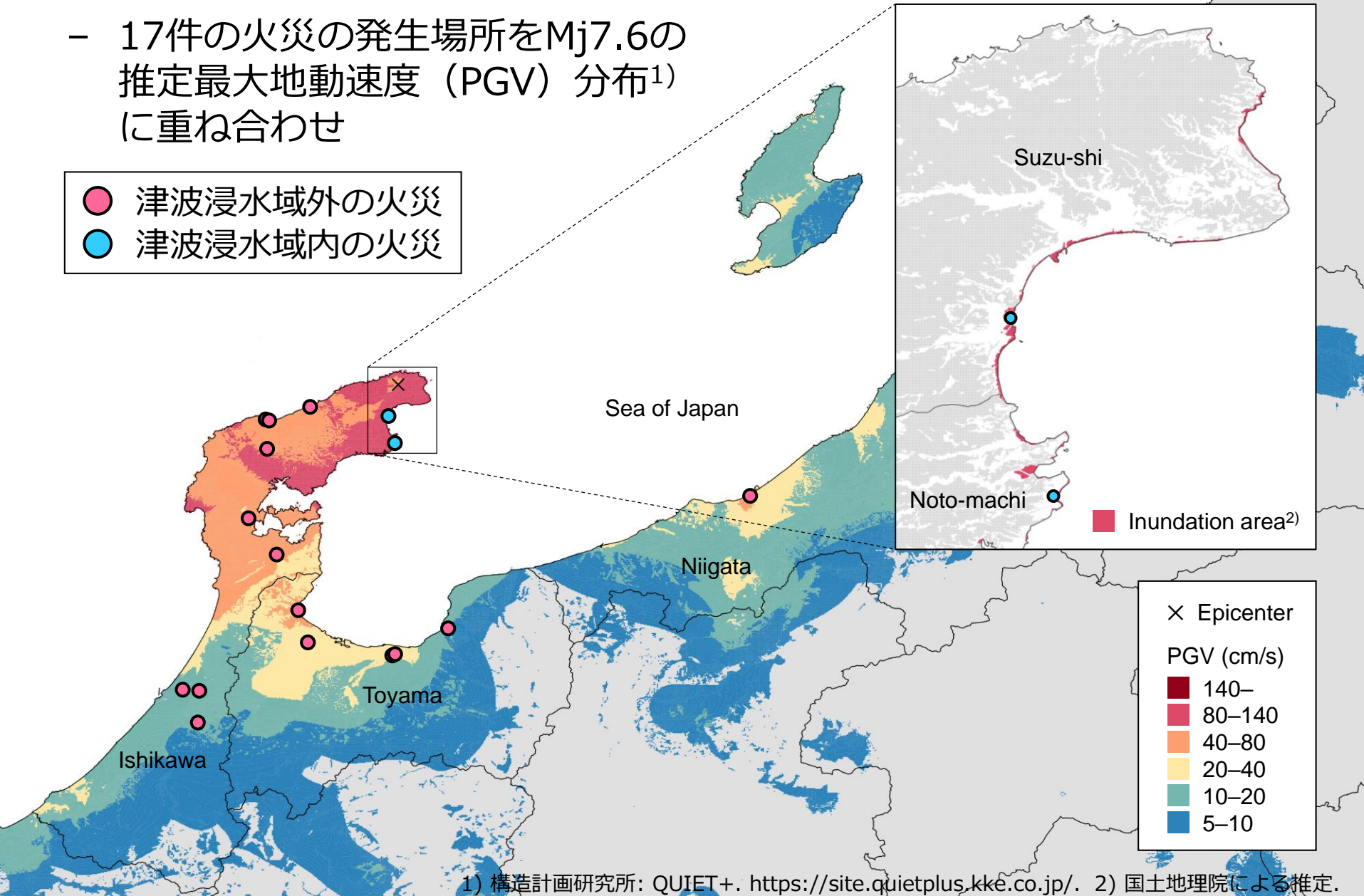
西野智研（京都大学防災研究所）

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。

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.

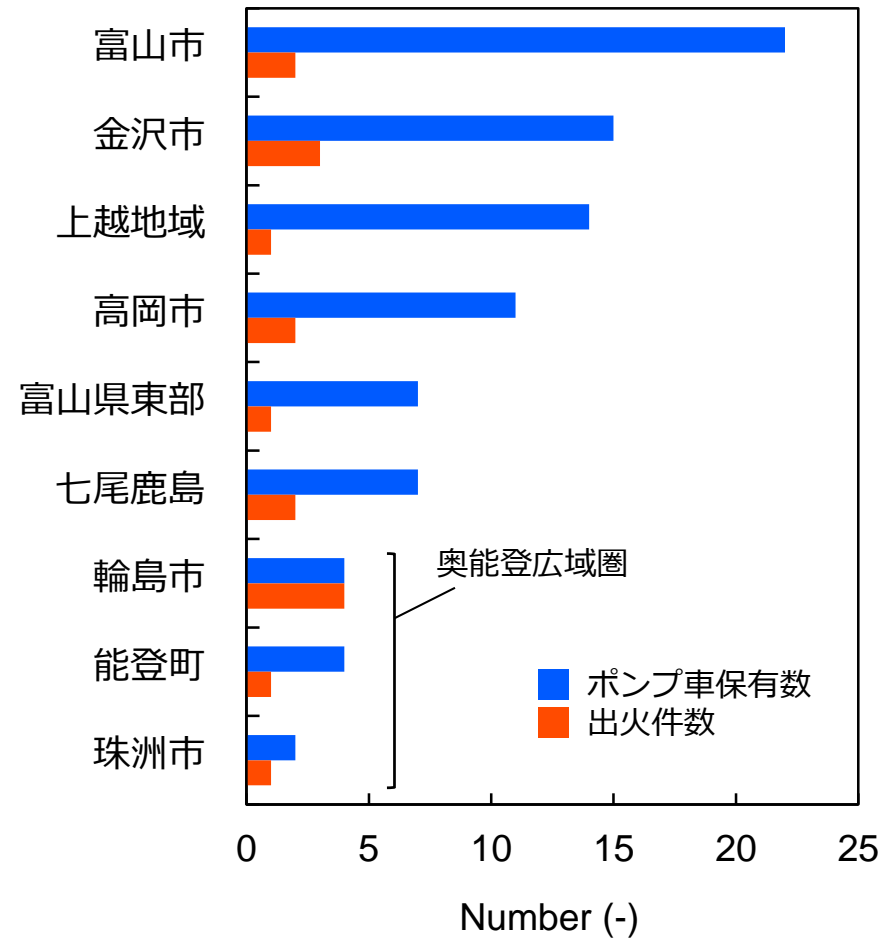
火災の状況

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

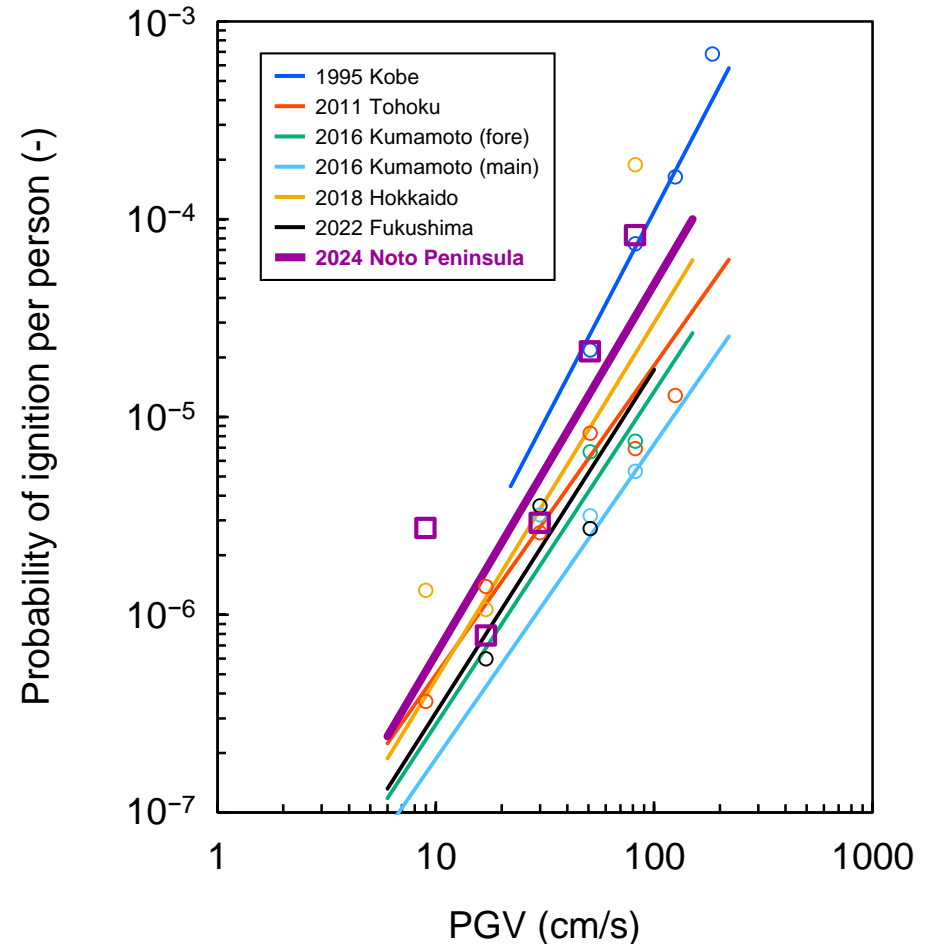


人口一人あたり出火確率 vs 最大地動速度

- 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）

