

減災サステナブル技術協会
シンポジウム2024秋
2024/10/25 14:35-15:05

地中からの隠れた火種： 首都圏直下地震で起きうるメタン火災のリスク

榎本祐嗣（信州大学）

2024年1月1日、能登半島地震 輪島市河井町朝市通りで起きた大規模火災：メタン・火災の実像

地震から約50分後におきた火災：焼失面積約49,000m²,焼失家屋約240棟におよぶ大規模災害に至った(総務省消防庁)



火元とされた建物近くの焼失地（4月6日撮影）



熱変形を受け崩れた鉄骨構造のビル3月22日撮影)

大規模火災の原因をめぐって

総務省消防庁の見解

火元は一か所，火気器具等から出火した可能性は低い。

地震発生から50分余り経過した時点で電力会社により**火元建物がある地域へ試送電が行われた**こと，および**火元建物内の電気配線に溶けた痕跡**が認められたことを踏まえると，地震の影響により**電気に起因した火災が発生した可能性**が考えられるが…，

具体的な**発火源、出火に至る経過及び着火物の特定にはいたらない**（2024年5月28日）。

電力会社の見解

試送電の時間は0.3-0.4秒、その間に銅線が溶融したとは考えにくい。



焼け跡で見つかった電気痕

原因は別にあるのでは!?

水溶性ガス鉱床の分布と 地中天然ガス（メタン）由来の火災が起きた歴史地震



代表的な目撃事例

1828三条地震：「その内**大地の割口より火燃へ出し御坊台所辺へ移り大火に成云々**」（『越後国三條地震大變記』；武者,1932に所収）

1847善光寺地震：「善光寺又飯山杯（など）は、**家の下より火炎吹き出したり**という」（『時雨の袖』；武者,1932に所収）。

1855安政江戸地震：「地震するとき忽ち火発せしは人家の火桶くつかへりて出火する（は）かりにはあらず、**土中より自然に火発して火事と成こと有**と成人いへり」（『藤岡屋日記』57；『新収日本地震史料』第五卷別巻2-1,1985に所収）。



【石川・能登で震度7】輪島市河井町付近で火事～輪島消防署 石川



後で見る

共有

地震発生時刻：16:10

火災覚知時刻：17:23

撮影時刻：17:45少し前



おおつなみ
大津波にげる!



その他の動画



0:05 / 1:12

0テレNEWS

【石川・能登で震度7】輪島市河井町付近で火事～輪島消防署

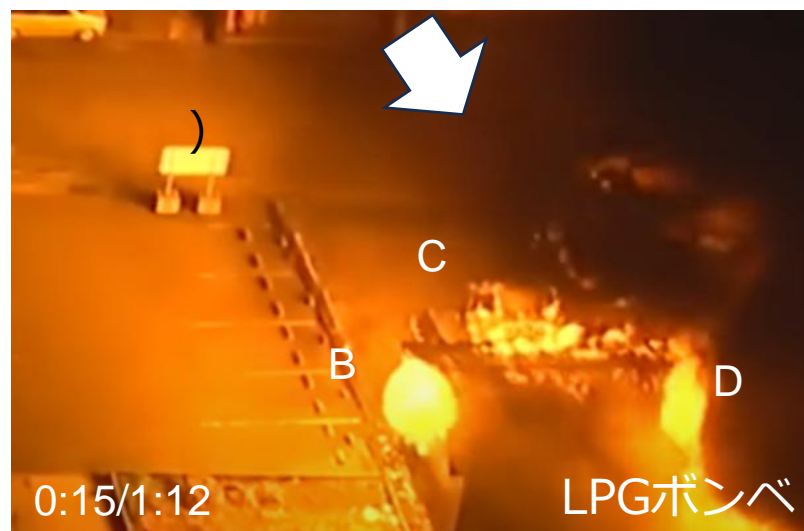
石川

YouTube



プロパンボンベからの火炎

Google Street View (次

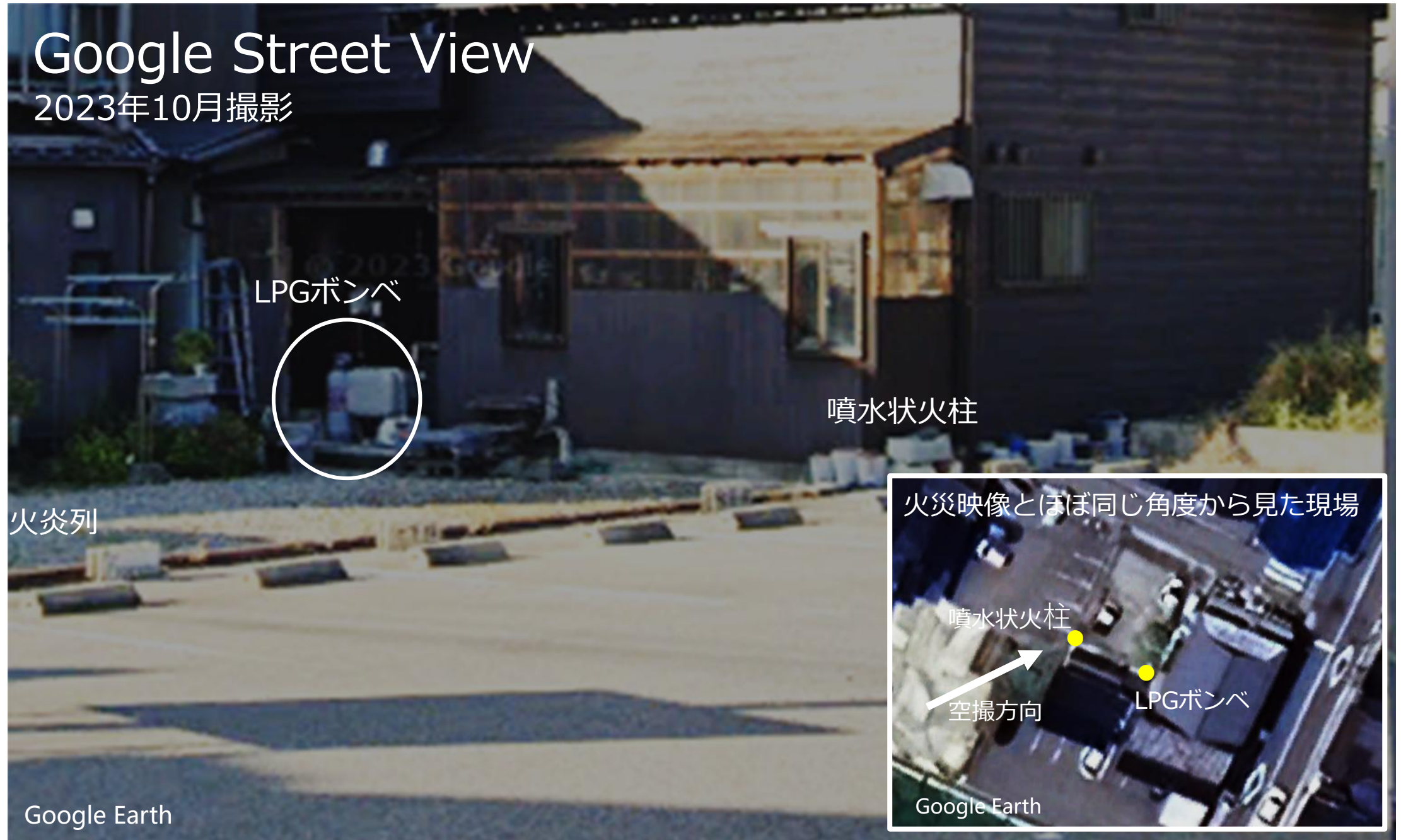


自動車（2台）からのガソリン爆発



Google Street View

2023年10月撮影



歴史地震における噴水型火柱の目撃証言と類似

1855年安政江戸地震:地震直前では:

「(牛込山伏町)辰の方に当たって畳二帖計りと見る火気, 空中に上がりたりとぞ, 又. の時妻木氏某厠へ赴れしに, 窓の障子の赤きに駭(おどろき)て, 明て見るに, 南の方にて, しかも程近きあたりに, **太さ俗にいう中竹の位にて数丈の火気赤く見え鍋つるの如く曲りて折れたるを看たり**是や世にいう火柱というものにやあらんと思ひ, 怪しみ折から俄に震出しりとなん。」『武江地動の記』[武者,1932に所収].



出典:日テレNEWS NNN

1923年関東大震災:地震発生の77-78時間前: 8月29日6-7時頃

「(本所~清澄公園)大震災の折の火柱は大正十二年八月二十八日の午後八, 九時頃から凡三十分間に渡って起ったもの(中略)此の火柱は稲妻の様な色をして, 音響は全くなく, **形状は花火のように地上から空中に立つと四方八方に倒れ**, 清澄公園の辺から本所の西方にかけて最っともよく光り, 昼の様な明るさであった」[木村清三郎氏報.武者,1932に所収](力武常次『地震前兆現象』東大出版会,1986)

噴水型火柱の何故: 高い水圧地下水のしぶきが大量のメタンバブルとともに噴き出し、バブルが弾けて発生した帯電ミストによる静電気着火, 噴水のような形状の火柱になったと推測

現地調査 (2024年6月12日)



輪島の地質環境

約1万年前：
海面が急に上昇し、入り江状
態（佐藤ほか,1994）



河原田川および鳳至川が運
んだ有機物そして貝の化石
を含む堆積層の形成
⇒嫌気性環境：メタンや硫
化水素などの発生場



6000年前以降，3度大きな
地殻変動がおきて隆起し、
陸地化した（宍倉ほ
か,2020）。

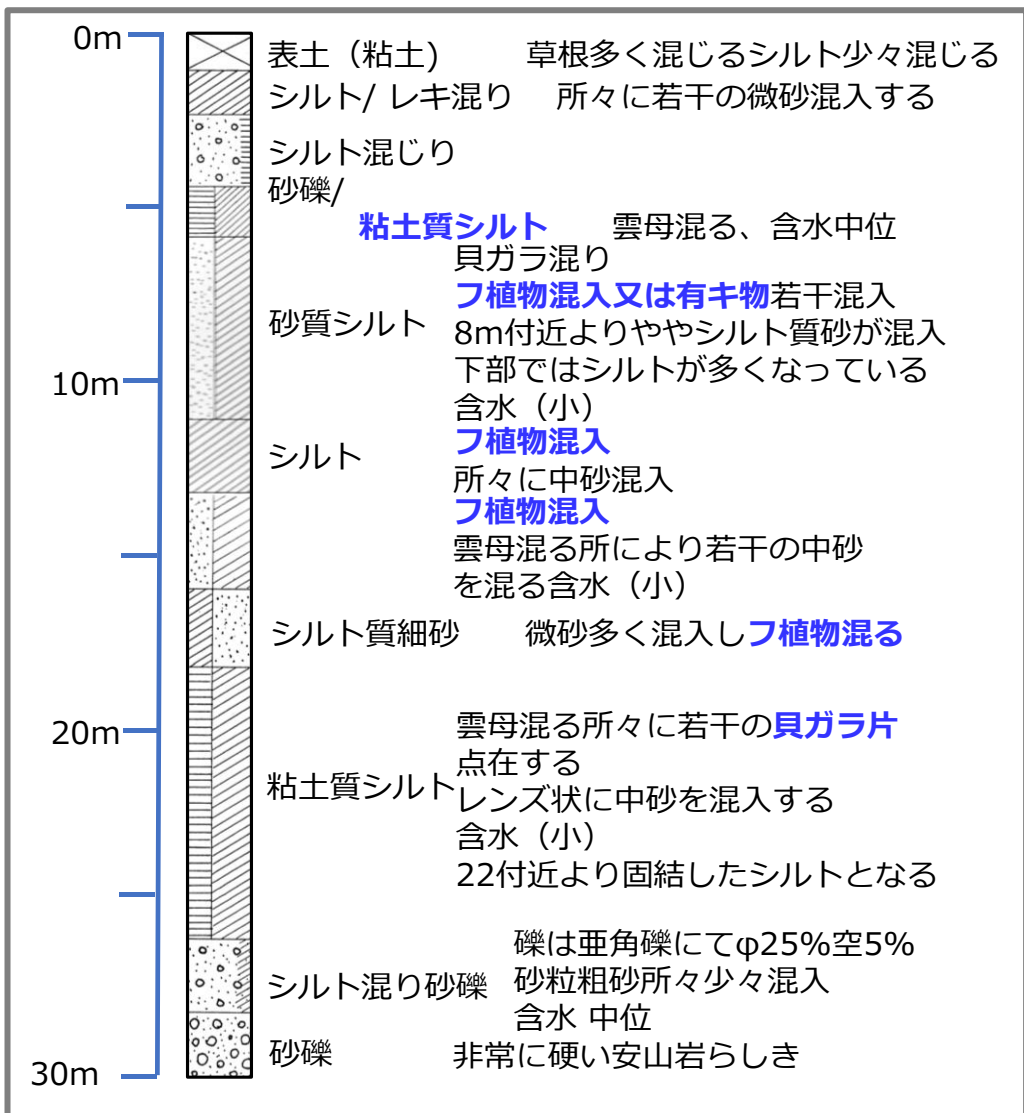


鳳至川

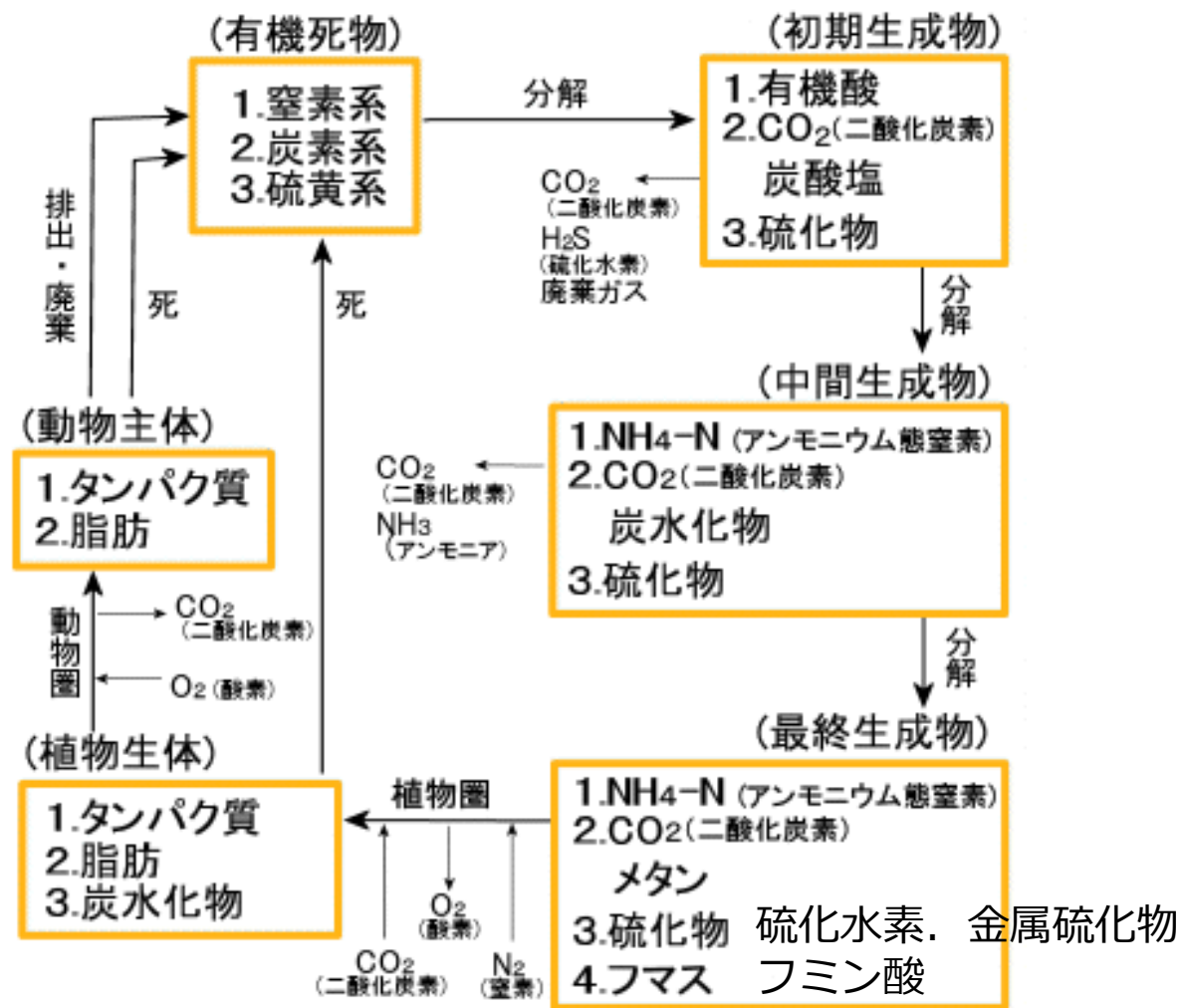
河原田川

輪島市役所地下の地質柱状図

(輪島市史,1993)



嫌気性環境での有機物分解 サイクル

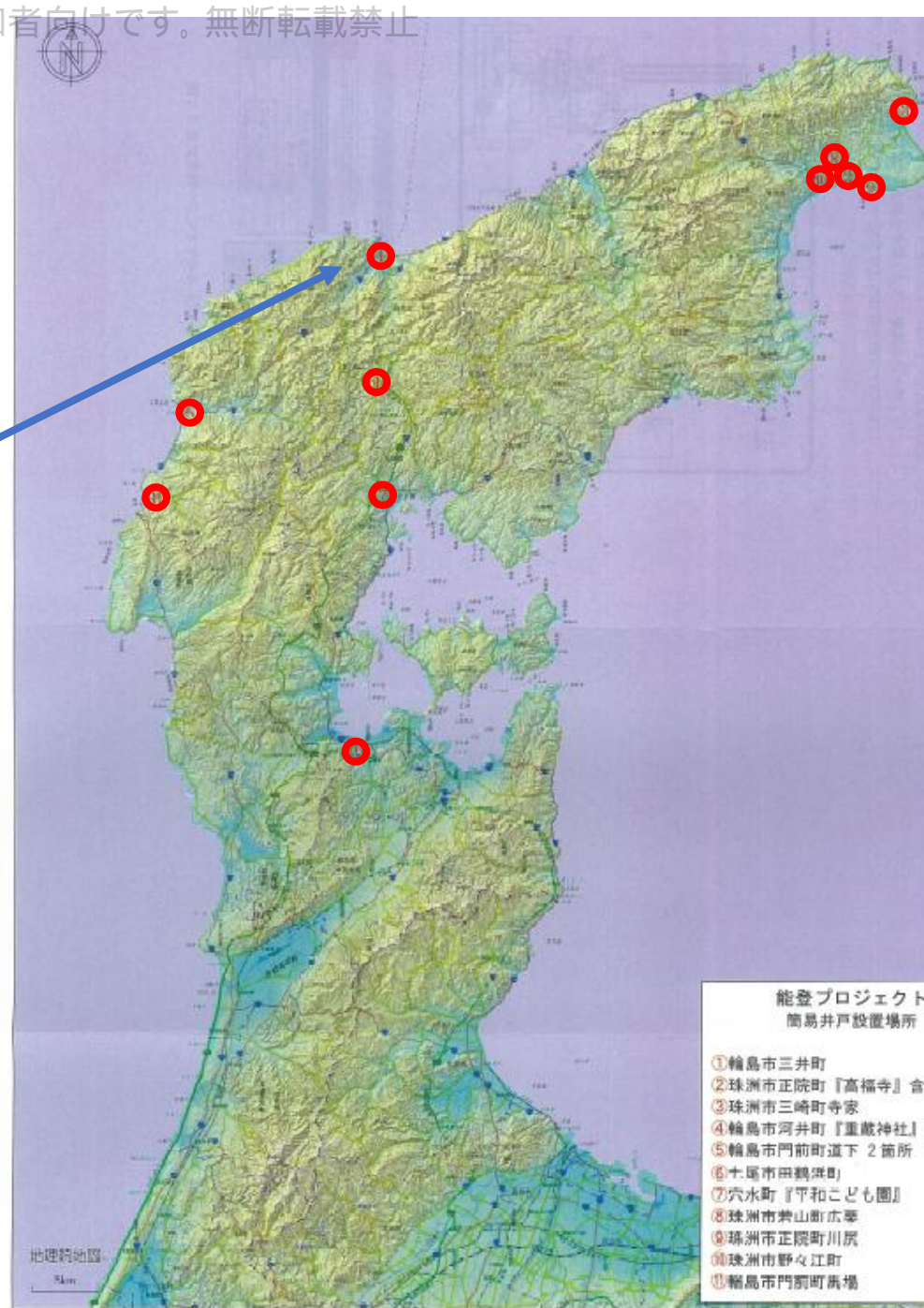


出典：国土交通省関東地方整備局 江戸川河川事務所
「水室に関する用語集」

(株)メーサイによるボランティア活動 簡易井戸設置11箇所、 ほとんどが清水だったが 輪島市河井町のみが…



（輪島市河地町のみ）汲み上げた地下水は、若干白濁し、硫黄臭がしました。掘り止めた粘土には腐植物が多く混じていたので、メタン泡が混りポンプが止まっていたのだと思います。」
 (株)メーサイ喜安氏



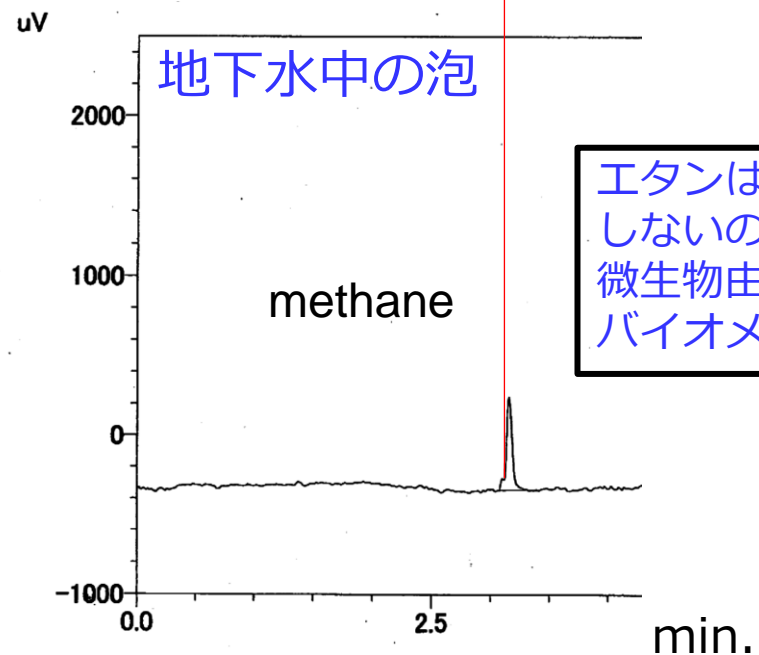
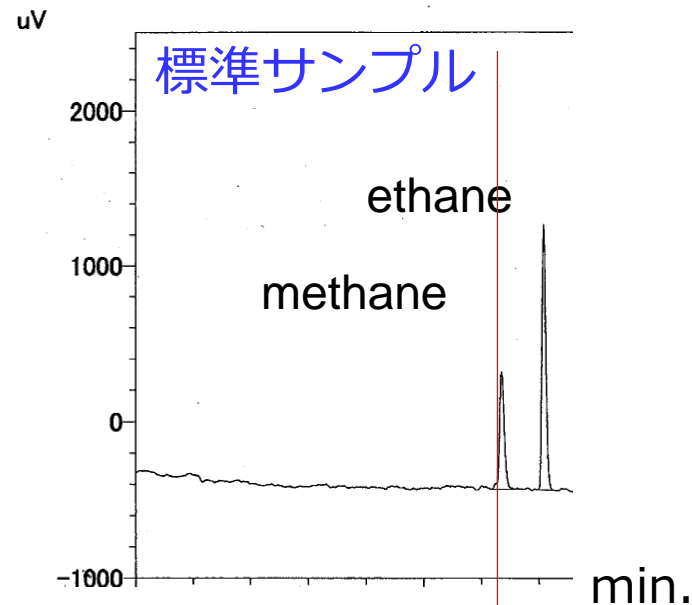
輪島市河井町井戸水に含まれる泡の化学分析

ポンプ起動始めの地下水
(8月7日)

翌日 (8月8日)



<クロマトグラム>

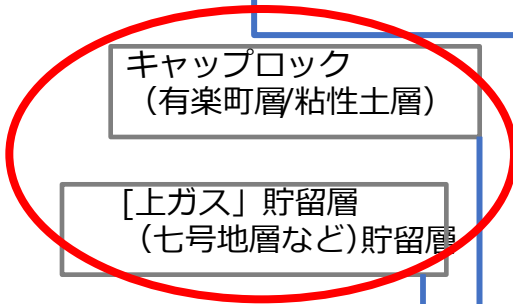
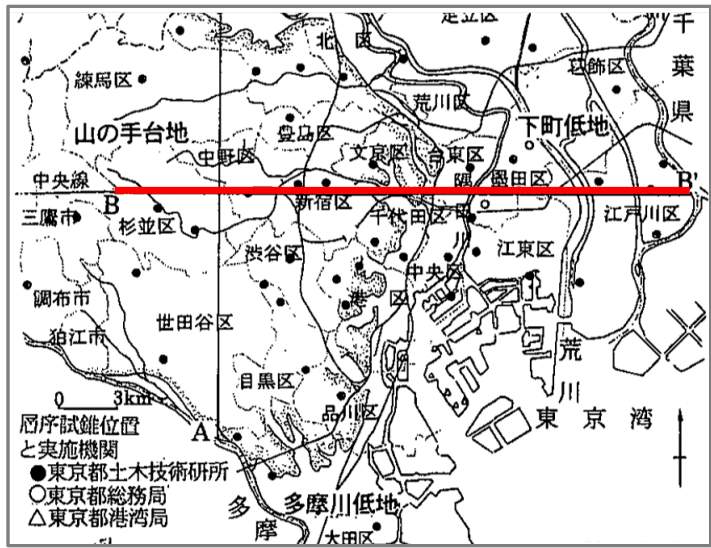


1月1日午後9時頃の 火災現場

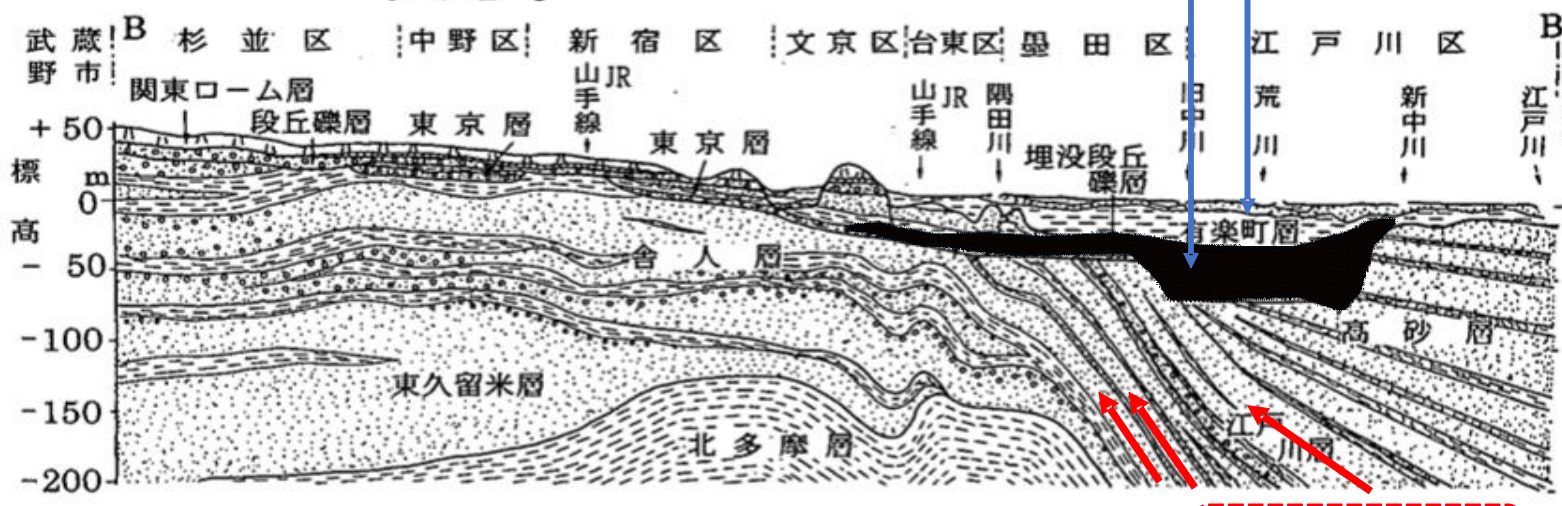


テレ金YouTube【映像記録】「炎に包まれた
輪島市...1月1日地震当日の火災を捉えた映像
輪島市・河井町 視聴者提供」

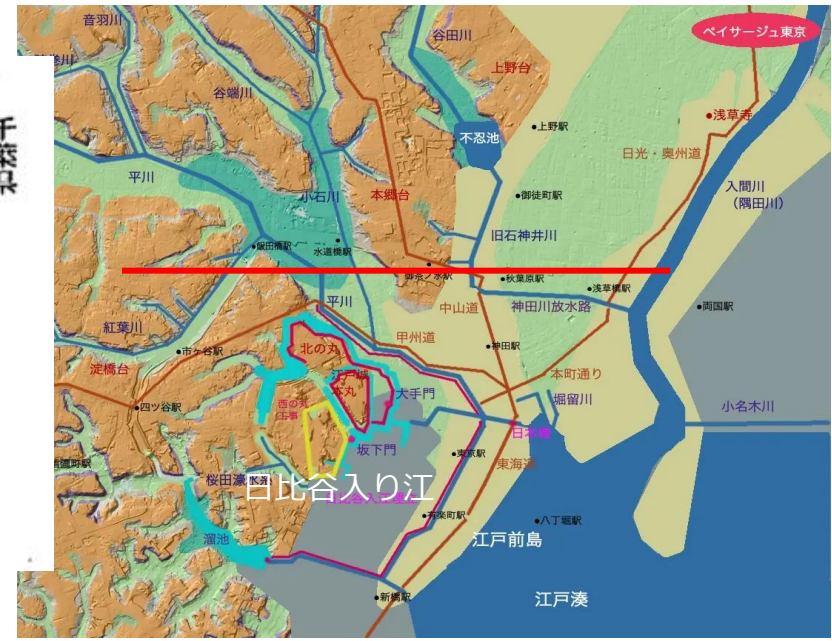
「衝撃を受けた。輪島と同じようなリスクのある地質環境はほかにあるか？」（自然災害学会の会場意見）



⇒ 東京低地帯の地質環境にみるメタン・ハザードリスク



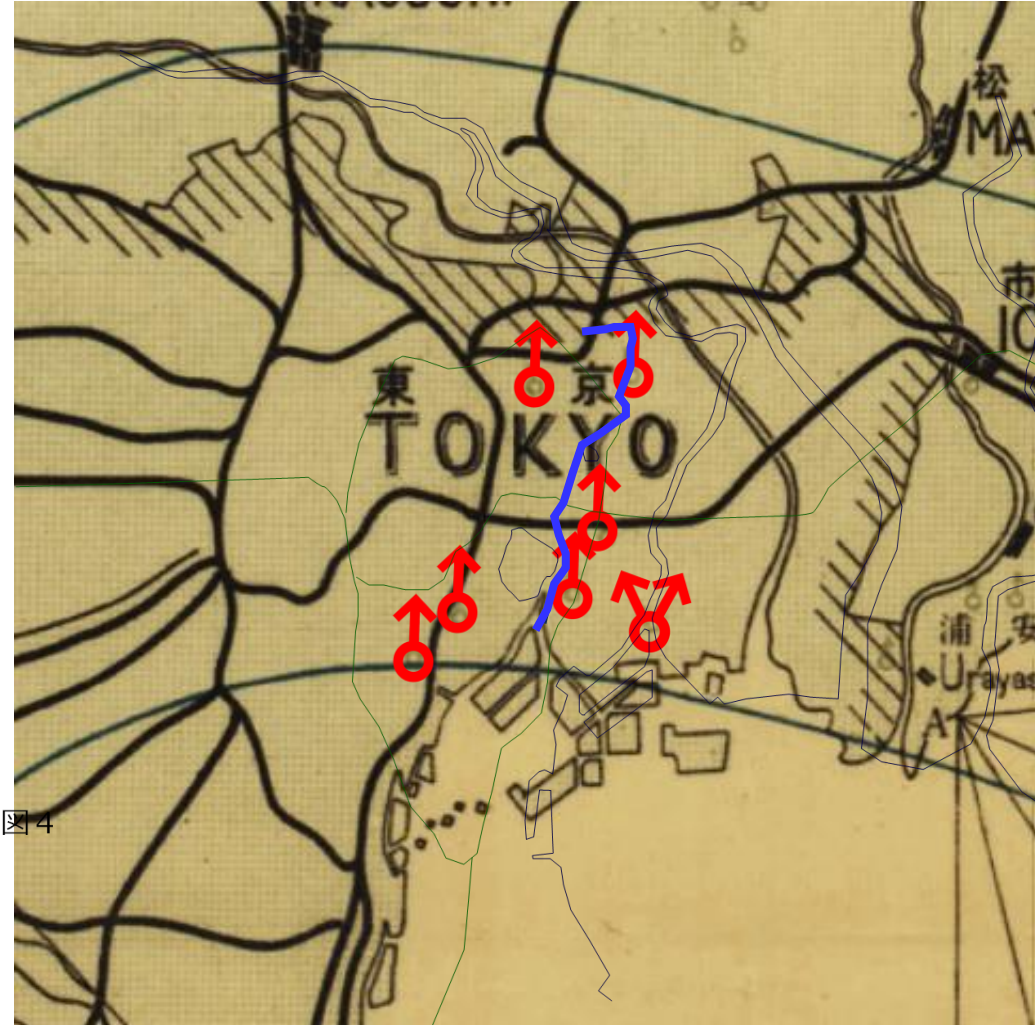
天然ガスの上昇
東京ガス田



小松原純子（産総研）「東京低地の沖積層」GSJ地質ニュース(2012)

東京低地帯の 表面ガス徴候 (上ガス)

隅田川周辺に集中



兼子勝, 金原均二, 池辺展生, 小池清, 石和田靖章, (1951): 『関東地方総合地質図』, 1:400,000, 地質調査所. 上ガスを強調表示.

東京の低地帯・湧出ガスの発生地域の調査

(深さ30-100m前後：1951-1954)

上ガスの供給元となったガス溜まりは、1951年に発見された南関東ガス田の西縁に位置する東京ガス田であった(石和田,1956)。

そして1957年以降、江戸川区や江東区で天然ガス採掘が盛んに行われた。

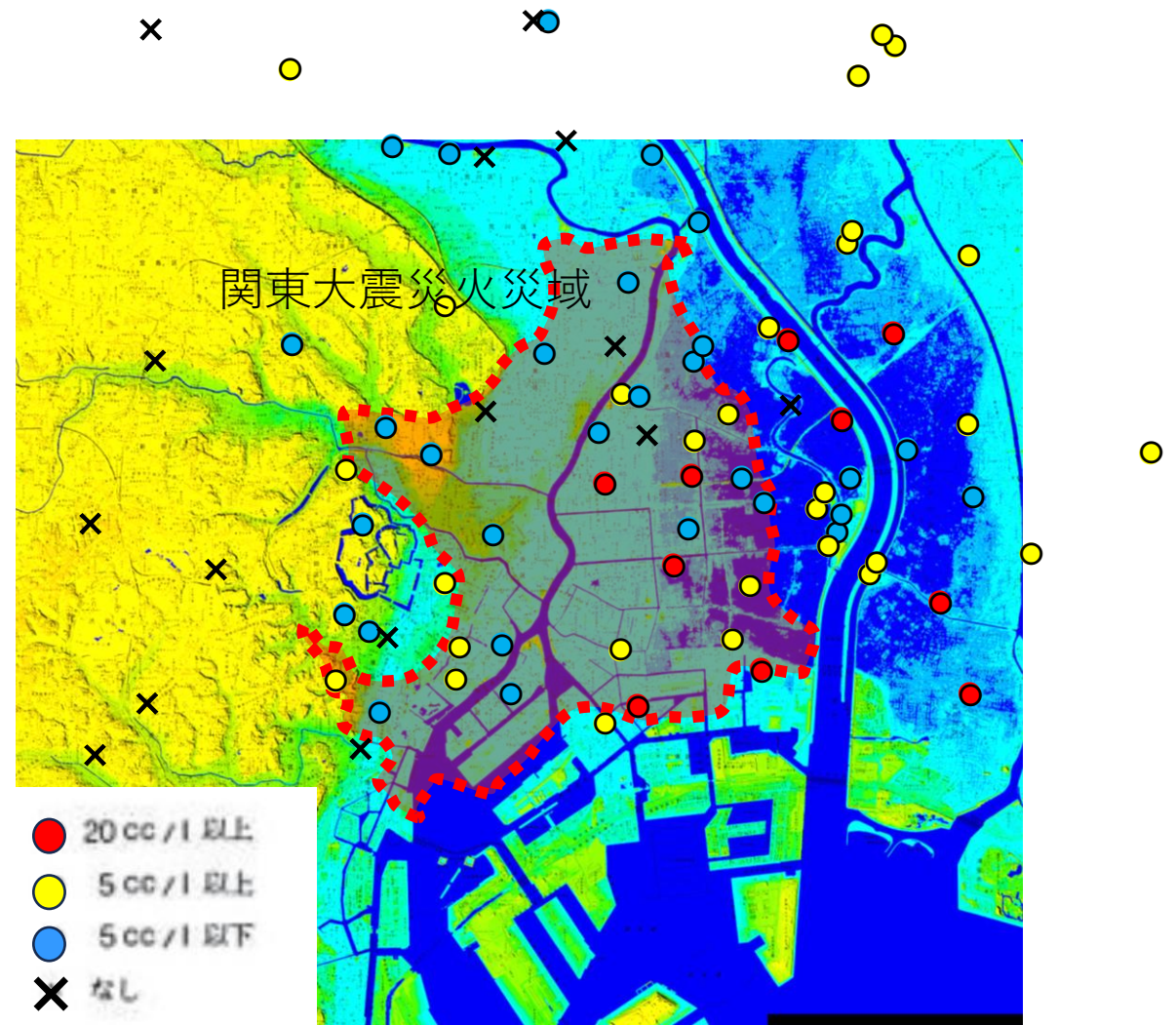
しかし1970年頃から地下水の過剰な汲み上げに伴う地盤沈下が深刻な社会問題化して、

1972年末に天然ガス採取は全面禁止になり現在にいたっている。

「デジタル標高地形図」国土地理院技術資料

D1/No.455；

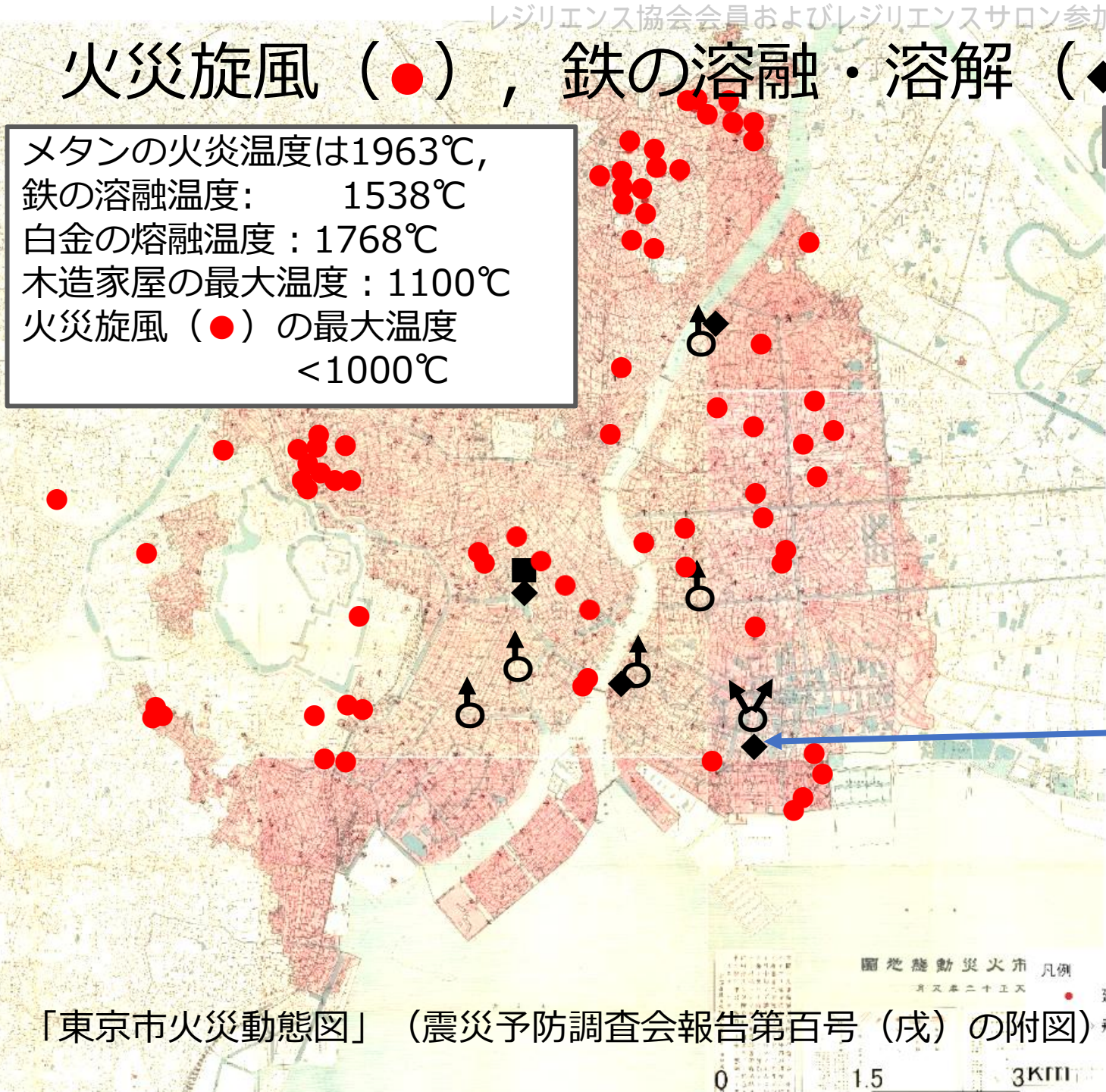
地下水中の溶存メタン濃度「施設整備・管理のための天然ガス対策ガイドブック」営繕工事における天然ガス対応のための関係官公庁連絡会議，2007



火災旋風 (●) , 鉄の溶融・溶解 (◆) , 上ガス (♂)

墨田区横網公園の震災記念野外ギャラリー

メタンの火災温度は1963℃,
 鉄の溶融温度: 1538℃
 白金の熔融温度: 1768℃
 木造家屋の最大温度: 1100℃
 火災旋風 (●) の最大温度
 <1000℃



「東京市火災動態図」 (震災予防調査会報告第百号 (戌) の附図)

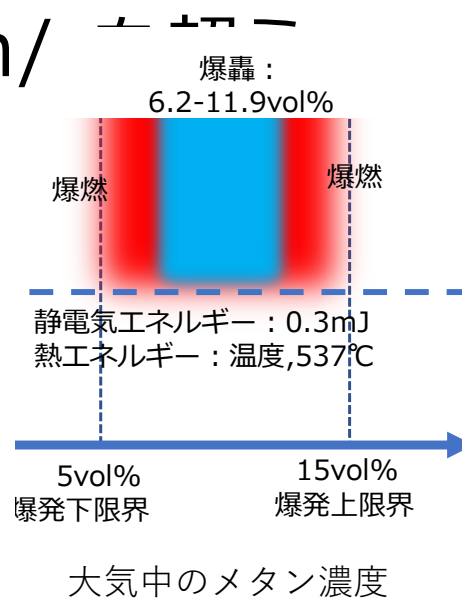
「深川区 (現在の墨田区) 平久町花島倉庫に残されていた鉄釘2万樽が、猛火による高熱のため溶解して、ひとつのかたまりになったものの一部である。」

メタン・ジオハザード：エビデンス(2)

- 安政江戸地震ー地中からの火炎噴出しーと関東大震災の焼失域の重なり
- 鉄鋼の溶解・熔融と表面ガス徴候の一致
- 異常に早い火炎伝播 火災旋風の移動速度の最大80m/
- 大音響・爆発音の発生 (爆轟現象)



出典：BXフジ ガリレオX「関東大震災から100年数万人を焼死させた火災原因をさぐる」2023年5月14日放映



榎本祐嗣・小松原琢(2024)天然ガス噴出・火災被害が発生した地震とその地質環境, 月刊地球 (印刷中) .

被服廠跡の惨禍の何故？ 諸説あり

東京市全体での焼死者9万2000人の7割強(38,000人)が70,000m²の被服廠跡で焼死した。

その実像を解明しない限り，関東地震クラスの地震が今後首都圏を襲ったときの被害予測や防災減災対策が的外れになりかねない。



NHKTVスペシャル(2013)



今村明恒の説



メタン湧出・爆発説 (榎本,2023)

「被服廠旋風の小結論」の要約

(藤原咲平『関東大震災調査報告』1924,p50)

- i) 「被服廠旋風の始まりしは**午後三時五十分ないし四時の頃**なり」
- ii) 「**旋風は番場町の南端にて顕著となりしものが大体南進したるもの**なれども、被服廠北端にては二回西より来たり、中程にては北東の風もありたり」
- iii) 「旋風は突然起こり**逃避する違 (いとま) なかりき**」
- iv) 「旋風の収まりしは五時半なり (五時五十分 萬歳をとふ)」
- v) 「死亡したる原因は勿論多くあるも、重なるものを挙ぐれば**窒息および失神なるが如し**。焼死する前に既に窒息し又は失神して焼殺されたるものもある。」
- vi) 窒息の原因をなせしは煙よりも**寧ろ炎なり**しが如く、**炎を数回吸入すれば皆死し**、一回二回位吸ひしものは或は助かり又は翌日翌々日頃に至りて死せしが如し 此炎は恐らく一酸化炭素の炎なるべし。石炭瓦斯にては絶対になし。何人も臭気を嗅がず。

耐震・耐火ビルであれば安全?

関東大震災（日本橋）：
鉄骨煉瓦造五階建商業ビルで起きた激甚火災

大地震の当日は恰も土曜日の事とて相当の顧客もあり食堂の如き満員の有様であったため叫喚と混乱譬（たと）ふるにも物なくそれでも一同先づ屋外に立退き**附近の火の手も此の建物には及ばず午後五時半頃まで無難**でもあったが、**午後五時半俄然屋内より火を発して**東洋無比のデパートメントも此の大災厄には勝ち難く遂に数千万円の損害を算して日本橋畔哀れにも痛ましい残骸を曝すことになった。

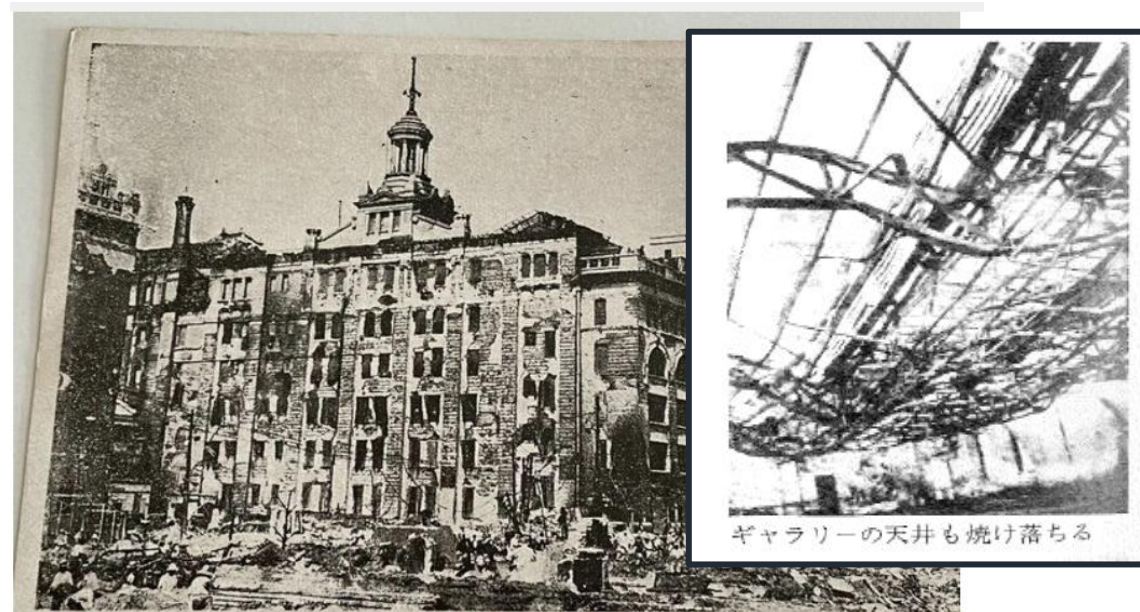
『関東大震大火記念号 第壹巻』歴史写真会

「商品全部を**一物も搬出せず悉く灰塵に帰せしめし**こと遺憾千万なり」『株式会社三越100年の記録』,2005.

「午前三時頃（このビル）から吹き出した焰の如きは**太陽の色に近き程の白光**であった」

藤原咲平(1923) 大火災と気象、科学知識 震災号, 3(10), 47-55.

屋上帽子屋根の鉄骨は、猛火の為に其の強度を失ふて屈曲垂下した。「ワイヤーグラス」は、氷柱の如くに溶解して、鉄骨に附着し在るを見受けた。『関東震火災視察記』日本建築協会(1924).



ギャラリーの天井も焼け落ちる

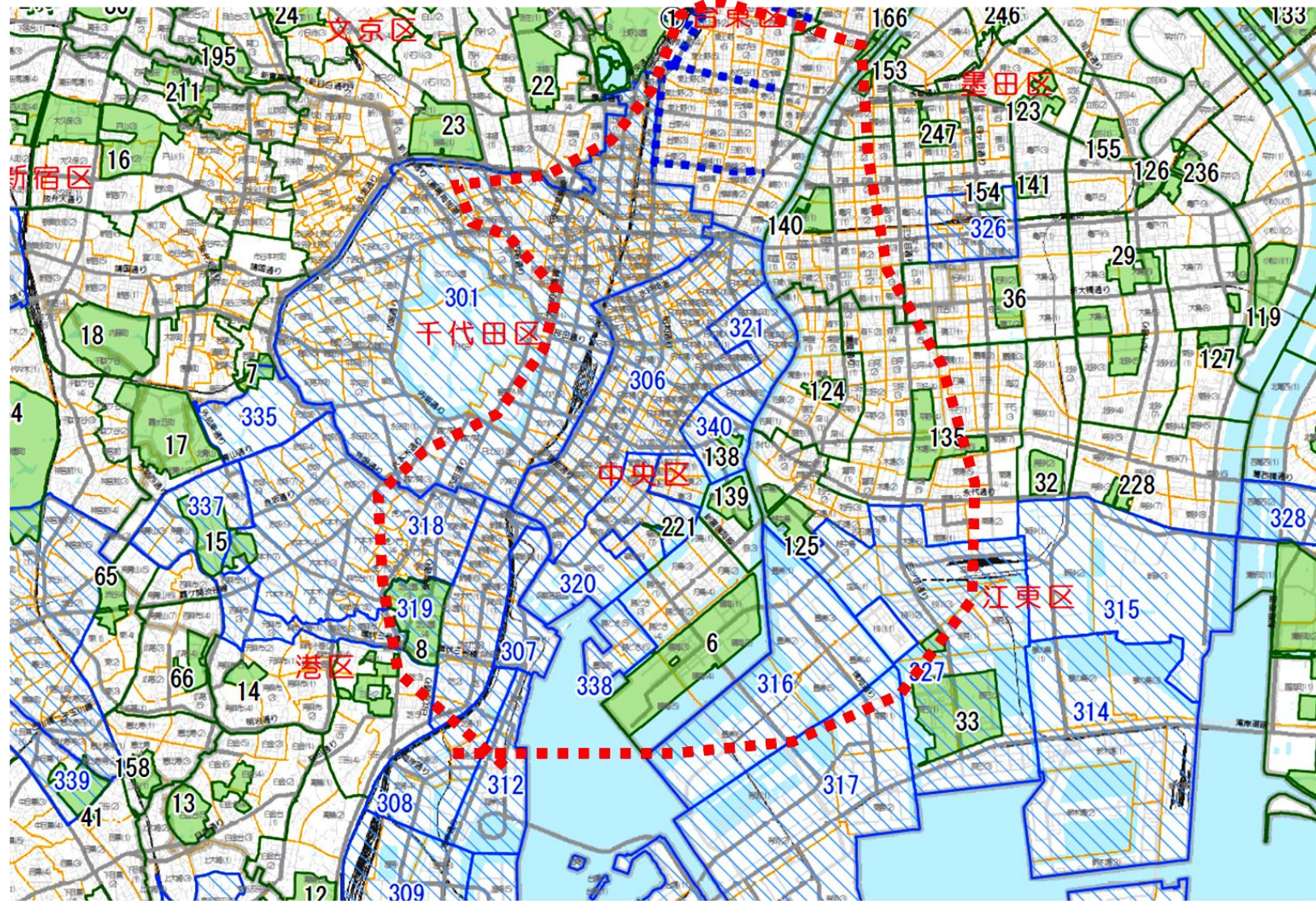
（このビル）では**白金が溶解した**(溶解温度1,768℃) 『大正震災誌 上』(内務省社会局)

関東大震災・火災域（赤点線内）に18か所の避難場所，
青斜線域：地区内残留地区

避難場所でのメタンリスクに対する安全対策：
メタン湧出のモニタ
ガス抜き

東京都都市整備局のHP「震災時火災における避難場所及び避難道路等の指定」
<https://www.toshiseibi.metro.tkyo.lg.jp/bosai/hinan/>

避難場所等指定図（第9回見直し）を都心部拡大して利用



- メタンの怖さを正しく理解し
適切な対応をとれば
リスクは回避できる。

それが「安全と悲惨の分かれ道」 東内一明,安全衛生(2007)