AI技術を活用した強震動予測手法の2024年能登半島地震への適用

Application of AI-based Strong Motion Prediction Method
to the 2024 Noto Earthquake, Japan

○早川 宙輝[1]，三浦 弘之[2]

Hiroki HAYAKAWA[1] and Hiroyuki MIURA[2]

[1] 広島大学 大学院先進理工系科学研究科 大学院生
Graduate Student, Hiroshima University
[2] 広島大学 大学院先進理工系科学研究科 教授・博士（工学）
Professor, Hiroshima University, Dr. Eng.

The applicability of deep-neural-network-based strong motion prediction method is discussed from the comparison with the observed ground motions in the 2024 Noto earthquake, Japan. The proposed method consists of deep neural network model with earthquake H/V spectral data at the observation sites. From the comparison of PGA, PGV and acceleration response spectra (SA), we revealed that the predicted values show good agreement with the observed ones including spectral characteristics. Further study will be needed for accurately reproducing strong shakings with significant soil nonlinearity at the source region.

Keywords: *Strong ground motion prediction, Deep learning, Earthquake H/V spectral ratio*

１．はじめに

高精度な強震動予測技術の確立は，建物の安全性や地域の防災力を検討する上で重要である。地震動強さを予測・評価するには，地震のマグニチュードや深さなどを表す震源特性，地震波が震源から基盤まで伝播するまでの減衰特性などを表す伝播特性，表層地盤での地震波の増幅を表す地盤特性の3つの評価が重要となる。Pan and Miura (2024) では，地震動の周期特性を表す指標として，地震動の水平動/上下動スペクトル比（以下，EHVR）を利用し，近年発達の著しい深層学習技術を活用した新しい地震動予測手法を提案した（以下，PM24）[1)]。本研究では，2024年1月1日に発生した能登半島地震に対してPM24の手法を適用し，計算値と観測値の比較および残差の分析を通して，PM24の能登半島地震への適用性を検討する。

２．2024年能登半島地震と地震動の特徴

2024 年 1 月 1 日 16:10 に発生した能登半島地震は，石川県珠洲市を震源とする内陸地殻内での地震であり，震源深さ 12km，気象庁マグニチュード（Mj）7.6，モーメントマグニチュード（Mw）7.5 であった。石川県の K-NET 富来や K-NET 穴水では震度 7 が観測された。死者数は災害関連死含め約 500 人，負傷者計約 1400 人，全壊家屋約 6500 棟，半壊約 23000 棟もの甚大な被害が生じた。図 1 に震源近傍での地震観測点と観測された最大加速度（PGA）の分布と断層位置を示す。

３．地震動 H/V スペクトル比と深層ニューラルネットワークによる強震動予測手法の概要

PM24 の手法は，防災科学技術研究所の強震動統一データベース[2)] と EHVR データベース[3)] を利用したもので，まず地震のマグニチュード，地震タイプ（内陸地殻内ないし海溝型プレート間地震のいずれか）を設定し，断層から観測点までの最短距離（以下 FD）を与え，Morikawa and Fujiwara (2013)（以下，MF13）[4)] の距離減衰式により，ベース予測値（PGA，PGV および 5%減衰の加速度応答スペクトル Sa）を計算する。なお，ベース予測値は，日本全国の平均的な地盤上での地震動強さを表す。

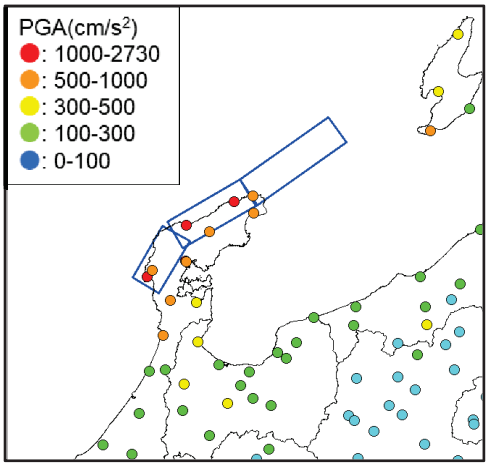


図 1　2024 年能登半島地震の PGA 分布と断層モデル

地盤特性を表す補正項として，各観測点の EHVR を利用し，PM24 による深層ニューラルネットワーク（DNN）モデルを適用することで各観測点の地震動強さを計算することができる。EHVR は，中小地震での観測データによる水平動と上下動のスペクトル比の平均値を表すもので，EHVR のピークは地盤の固有周期と概ね一致する場合が多い。EHVR は地盤増幅率そのものを表すものではないが，周期特性としては地盤増幅率と似た形状を表す。

PM24 では，EHVR を DNN により擬似的な地盤増幅特性として利用することで，地表面での地震動強さを推定するものである。

４．強震動予測手法の適用結果

本研究では，近年の大地震での適用性を検討するため，能登半島地震で断層最短距離が 200km 以下となる K-NET, KiK-net 観測点計 214 地点を対象として解析を行った。まず図 1 に示す断層モデルを用いて，各観測点までの最短距離を計算した。その後，各観測点の EHVR を用いて PGA，PGV および Sa を計算した。図 2 に PGA，PGV の観測値と計算値の比較および図 3 に ISK001～ISK005 の Sa における観測値と計算値の比較と EHVR をそれぞれ示す。

図 2 より，PGA，PGV ともに計算値は観測値よりもやや大きくなる傾向がみられるものの，おおよそ標準偏差内に収まっている。図 3 をみると，計算値は観測値にほぼ一致している。このことから，PM24 は大地震の震源近傍で適用可能であることが確認できる。一方で，ISK005 における比較をみると，短周期側で過大評価がみられ，EHVR では周期 0.8 秒あたりにピークが見られるが，Sa の観測値のピークは周期 1.5 秒にみられる。この

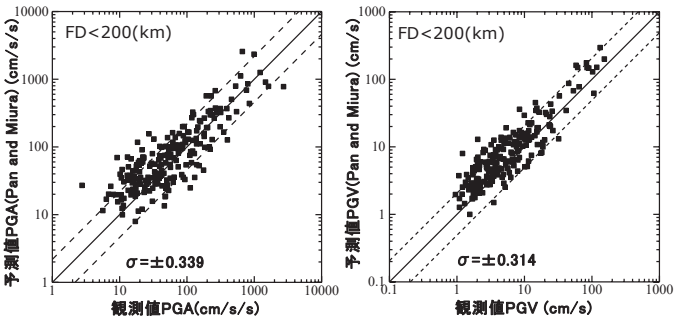


図 2　PGA と PGV の観測値と計算値の比較

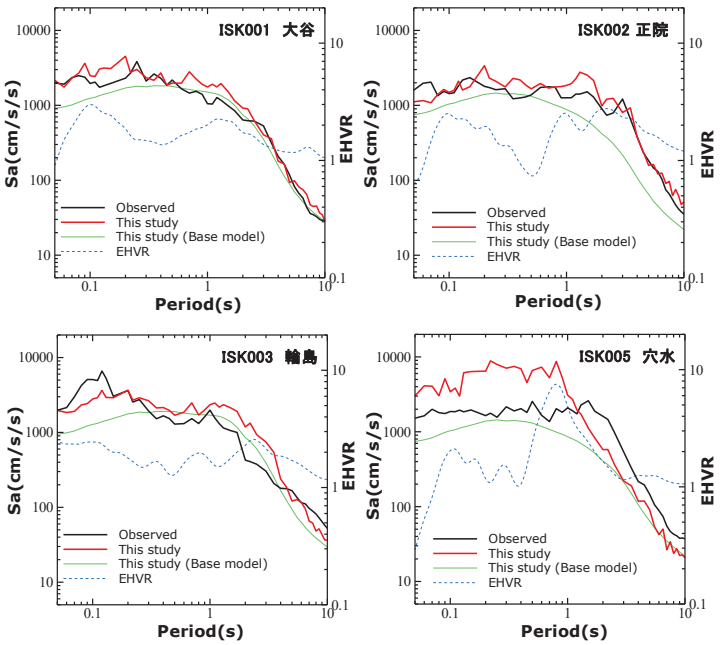


図 3　ISK001，ISK002，ISK003，ISK005 における Sa の比較及び EHVR

ことから，ISK005 は地盤の非線形化が起こったと考えられが，本手法では本記録の非線形特性はうまく表現できていない。

５．残差計算

計算値の予測精度を議論するために，応答スペクトルの観測値と計算値の残差を計算した。対象とした計 214 地点での残差を計算し，それらの平均値と標準偏差を求めた。周期ごとの残差の平均値および標準偏差を図 4 に示す。これをみると，残差の平均は負の値となり，計算値が過大評価となっていることがわかる。これは，図 3 に示すように比較的震源に近い地点では残差は小さかったものの，断層距離が 100km 以上の遠い地点で過大評価となっている地点が多いためである。これらの地点の精度向上が今後の課題である。残差の標準偏差は短周期側で 0.3 程度，長周期側では 0.2 程度であった。

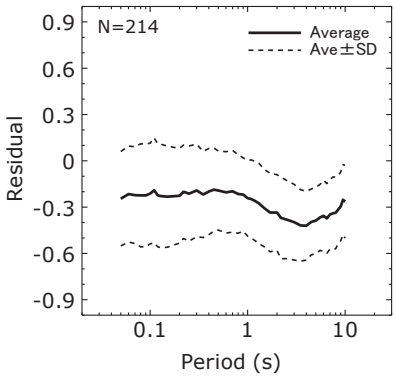


図 4　応答スペクトルの観測値と計算値の残差分布

６．結論

本研究では，PM24 による強震動予測手法を 2024 年能登半島地震の震源近傍のデータに適用し，観測値と計算値の比較から予測手法の適用性を検討した。その結果，計算値は観測値の地震動強さやスペクトル特性を再現できており，大地震の震源近傍の地点にも適用可能であることが示された。ただし，地盤の非線形性の影響評価や震源から遠い地点での精度向上が今後の課題である。このために，今後は近年の観測データも含めて学習させた最新モデルの開発を行う予定である。

謝辞

本研究では，防災科学技術研究所 K-NET，KiK-net の地震観測データを使用した。

参考文献

1）Pan and Miura：Deep-neural-network Model for Predicting Ground Motion Parameters Using Earthquake Horizontal-to- Vertical Spectral Ratios, *Earthquake Spectra*, 41(1), 824-850, 2024.

2）森川信之：強震動データベースの構築に向けた取り組み, 地震ジャーナル, 76, 40-46, 2023.

3）Zhu et al.：An open-source site database of strong motion stations in Japan: K-NET and KiK-net (v1.0.0), *Earthquake Spectra*, 37(3), 2126-2149, 2021.

4）Morikawa and Fujiwara：A New Ground Motion Prediction Equation for Japan Applicable up to M9 Mega-Earthquake, *Journal of Disaster Research*, 8(5), 878-888, 2013.

衛星SAR観測データによる2025年ミャンマー地震の被害把握

Damaged Area Detection of the 2025 Myanmar Earthquake by Using Spacebourne SAR Observation Data

○大串 文誉[1]，松岡 昌志[2]
Fumitaka OGUSHI[1] and Masashi MATSUOKA[2]

[1] 株式会社テラフェーズ
Terra Phase, Inc.
[2] 東京科学大学 環境・社会理工学院
Department of Architecture and Building Engineering, Institute of Science Tokyo

The observation data from spaceborne SAR satellite is useful to understand the damages by disasters in wide areas. In this report, Sentinel-1 data was used to detect the damaged area by the 2025 Myanmar earthquake. The detected areas were compared with the damaged areas identified by the optical sensors, and the detected areas between Sentinel-1 and optical sensors are qualitatively corresponded. Also, this detection method has been applied for the 2024 Noto earthquake, and the versability of this method is confirmed. It is expected that our method can be applied for some future large scale earthquake and detect the damaged area efficiently among the wide areas.

Keywords *: 2025 myanmar earthquake, damage detection, synthetic aperture rada*

１．はじめに

2025年3月28日，ミャンマー中部のマンダレー近郊でマグニチュード7.7の大地震が発生した．ミャンマー国内を南北に走るザガイン断層にて，約200 kmにわたり横ずれが起こり，様々な国際機関が地震による被害箇所を特定するため，広域を一度にカバーすることができる地球観測衛星のデータを利用している．地球観測衛星の中でも天候や昼夜問わず観測可能な合成開口レーダ（SAR）は，近年観測頻度も向上しており，かつ地表面変位を推定できるため，地震発生時の被害箇所把握について多岐に渡り利用されている．日本での大規模な地震においても同様に，2024年能登半島地震にて松岡らがSARの観測データから求まるコヒーレンス情報を使用し，震源地の能登半島より200 km以上離れている新潟市にて，地震の影響による液状化の被害箇所を確認している[1)]．

今回のミャンマー地震による地殻変動の影響範囲は，南北600 km以上に渡り，1000 km以上離れているタイのバンコクでは，地震の長周期振動によるビル倒壊が確認されている．これらの影響範囲は，衛星が1度に観測できる範囲を大幅に上回り，SAR観測データによる被害把握においても困難を要することが想定される．本報告では，衛星SAR観測データを使用し，2025年ミャンマー地震の地殻変動の影響範囲や被害箇所を確認する．また，本報告で把握した課題については，大規模エリアの早期被害把握に向けての改善策などを考察する．

２．衛星SAR観測データについて

ミャンマー地震の被害状況を把握するため，広域を12日間隔で観測するSentinel-1のデータを使用した．Sentinel-1の観測日と観測範囲を図1に，各観測パスに関する観測日時や条件などを表1に整理する．なお，図内の断層は，Styronらが公表している情報[2)]，および震央のモ

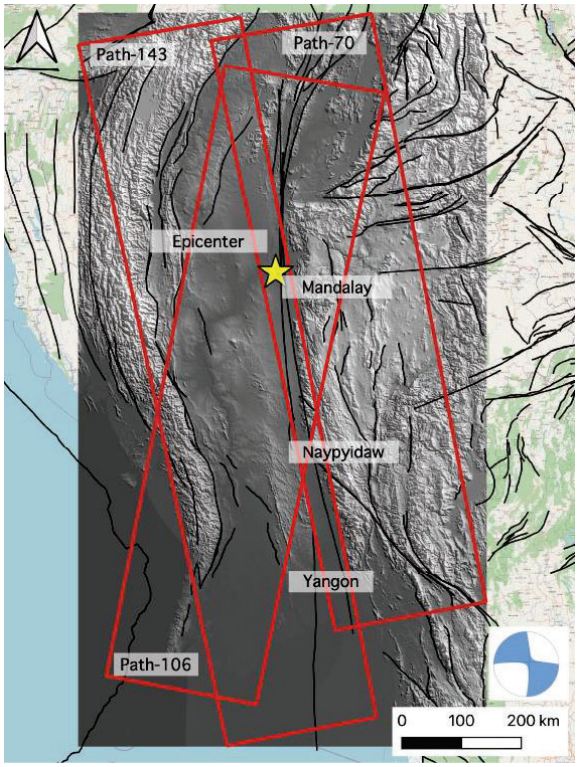


図１　Sentinel-1の観測範囲

表１　観測パスの日時や条件

観測パス	観測日時	衛星進行方向	入射角（度）	照射方向
70	2025/03/10，03/22，04/03	北行	39.8	右
106	2025/02/28，03/24，04/05	南行	39:7	右
143	2025/03/15，03/27，04/08	北行	39.9	右

ーメントテンソル図は米国地質調査所の情報を利用した[3]．これらの図表が示すように，震央付近を通る南北のザガイン断層における地殻変動の影響を把握するには，通常運用においても広域（約50,000 km^2）を観測するSentinel-1を使用しても，複数の観測パスが必要となる．

３．地震による被害エリアの把握

本報告では，Sentinel-1の観測データからコヒーレンスを求め，被害エリアを把握する．松岡ら[1]は，地盤の液状化による沈下や家屋などの倒壊した箇所では，コヒーレンスの値が低下する特性を利用し，地震前々と地震前後の観測ペアによるコヒーレンスを用いて被害箇所を把握している．この手法を用いて，Sentinel-1のコヒーレンスにより求まる被害箇所と，欧州のコペルニクスEMSが報告している，地震前後の衛星光学画像により求めた被害箇所を比較し[4]，Sentinel-1より推定する被害箇所の信頼性について調査した．なお，ミャンマー地震の被害箇所は，能登地震のそれよりも広範囲に及ぶため，この手法がより広範囲で有効的に適用できるかの調査も実施した．

４．結果と考察

Sentinel-1の観測データから作成した，被害箇所把握に使用するRGB画像を図2に示す。この画像は，Rに地震前後（3月24日と4月5日）のコヒーレンス画像，Gに地震前（3月24日）の強度画像，Bに地震前々（2月28日と3月24日）のコヒーレンス画像を割り当てることにより，地震後に地盤沈下などにより地表面が変化した箇所は青く表示される．なお，Sentinel-1では3つの観測パスにおいて観測されているが，それぞれの観測パスで作成されたRGB画像は，傾向がほぼ同じであったため，結果の確認は地震の影響が大きいと考えられるザガイン断層の大部分を観測している，観測パス106のRGB画像を使用することとした．

図2の結果より，ガザイン断層沿いに青い箇所が連続的に存在し，震央より200 km以上離れた箇所においても，地震による地表面変化が起こっていることが明確に分かる．断層より離れた箇所では，震央（マンダレー）から北西の箇所に大きな地表面変化が確認できる．図内の青い箇所とコペルニクスEMSの被害箇所を定性的に比較したところ，光学画像にて建物の倒壊などが多数確認されている箇所は，RGB画像の青い箇所と一致することを確認した．震央の北西部の箇所についても同様であり，断層沿いでない箇所における被害箇所も，光学画像の被害箇所と一致することを確認した．

Sentinel-1のコヒーレンス画像を用いたRGBコンポジット画像は，2024年の能登地震にも適用され，その有効性が確認されている．そして，日本とは異なる地域のミャンマー地震においても同様に被害箇所を把握できていることから，この手法は地域特有の地形や気候などに依存せず，汎用的に適用できることが分かる．

課題として，今回の地震は衛星の進行方向（南北）の被害が大きく，被害エリアをカバーするための観測パスは3つと比較的少なく，地震後に3パス分の観測データが揃うまで，地震発生から最長11日（Sentinel-1の一回帰以内）となった．被害が東西方向に大きい場合は，観測パスが増えるため解析までの待機時間が長くなることが予測される．そのため，他の衛星観測データの相互利用などを検討し対応する必要がある．

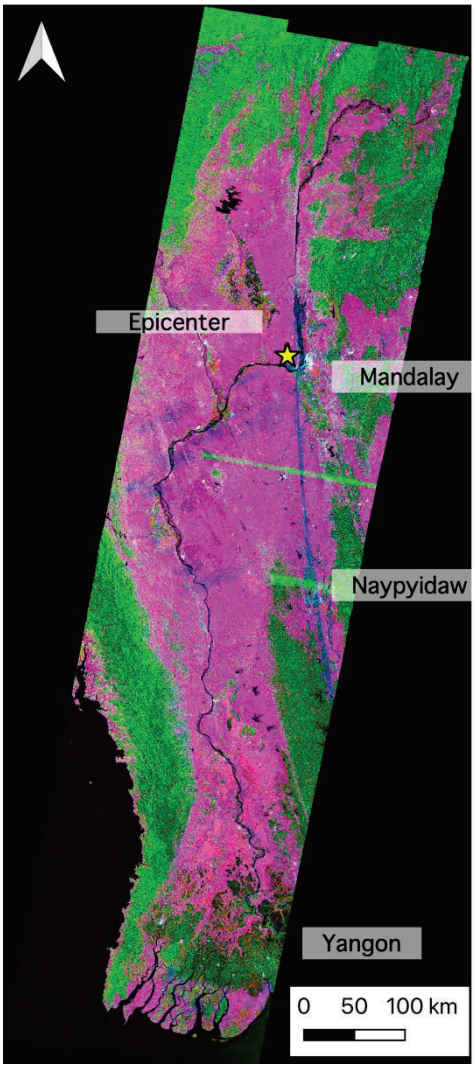


図２　コヒーレンスと強度画像による RGB コンポジット画像

５．まとめ

Sentinel-1 の観測データから作成した，RGB コンポジット画像を使用し，地震による被害箇所について確認した．これらの被害箇所は，光学衛星により抽出された被害箇所と一致し，広域での被害把握に有効的な手法であることが分かる．今後の大規模な地震による被害箇所の特定に有効的に適用されることが期待できる．

謝辞：本報告では欧州宇宙機構（ESA）より提供されている，Sentinel-1の観測データを使用した．

参考文献

1) 松岡昌志，山口亮，西村和真，桑原光平，大串文誉，カリムザデ サドラ：2024 年能登半島地震の被災地を観測した ALOS-2 衛星の合成開口レーダ画像の解析 その 1：広域被害分布の推定，第 59 回地盤工学研究発表会，13-12-2-02, 2p., 2024.7.

2) Styron R, Pagani M. The GEM Global Active Faults Database. Earthquake Spectra. 2020;36(1_suppl):160-180.

3) 米国地質調査所ウェブサイト（M 7.7 - 2025 Mandalay, Burma (Myanmar) Earthquake），https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us7000pn9s/executive

4) Copernicus Emergency Management Service (EMS)，https://mapping.emergency.copernicus.eu/activations/EMSR798/

地震災害時におけるマルチセンシングデータを用いた孤立集落の推定手法の開発

Multi-Sensing Data-Based Estimation of Isolated Settlements during Earthquake Disasters

○藤田 翔乃[1]，田口 仁[1]，取出 新吾[1]，平春[1]，君嶋 里美[1]
Shono FUJITA[1], Hitoshi TAGUCHI[1], Shingo TORIDE[1], Borjigin Habura[1] and Satomi KIMIJIMA[1]

[1] 国立研究開発法人防災科学技術　先進防災技術連携研究センター
Collaborative Research Center for Advanced Resilience Technology, National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

In the event of a disaster, the occurrence of isolated settlements requires prompt responses such as rescue operations, medical transport, and the delivery of essential supplies. However, it is often difficult to quickly identify which areas are isolated. This study developed a method to estimate isolated settlements during earthquake disasters using multi-sensing data. An accuracy evaluation using data from the 2024 Noto Peninsula Earthquake showed a PR-AUC of 0.5682. Moreover, the method successfully identified isolated communities that were not reported in official damage reports, demonstrating relatively high estimation accuracy. By incorporating actual road traffic data, the estimation was updated to extract settlements with a high risk of isolation. Through this analysis, we presented the necessary data and computational approaches for improving estimation accuracy and promoting practical application in disaster response.

Keywords *: Isolated settlements, earthquake, Multi-sensing data, road traffic data, Estimation*

１．背景

令和 6 年能登半島地震では、石川県の被害報によると合計 51 か所の孤立集落が発生し、山間部を中心にアクセスが困難な地域の脆弱性が浮き彫りとなった。孤立集落に対しては、救助活動、傷病者の搬送、物資輸送などの迅速な対応が必要となるが、孤立が発生した場所や被害状況の把握を迅速に行うことは容易ではない。当該地震において、石川県の被害報に孤立集落の情報が初めて掲載されたのは、発災 2 日後の 1 月 3 日 9 時 30 分発表であり、その後も 1 月 7 日 16 時発表分まで新たな孤立集落の情報が追加され続けた。このことからも、孤立集落の把握には多くの時間を要していたことが明らかである。この地震を契機に、多くの地方自治体が、孤立集落へのアクセス経路や連絡手段の確保のために、平時から孤立の危険性が高い集落を把握する調査を開始している。近年の日本の災害対応において、孤立集落への対応は喫緊の課題として認識されるようになってきている。

そこで本研究では、地震災害を対象としてマルチセンシングデータを用いた孤立集落の推定手法を開発する。本手法により、通信の途絶などにより集落からの情報がない状況でも、対応機関が孤立集落への対応を能動的に行えることを目指す。

２．先行研究

これまで、平時の孤立危険度の評価として、様々な手法が開発、提案されてきた。吉田ら[1)]、中筋ら[2)]、内閣府防災[3)]は、土砂災害警戒・特別警戒区域や標高の勾配データなどを用いて、土砂災害により寸断される道路から孤立危険度を評価した。本研究では、これらの地形データに加えて、発災後に取得されるハザードのデータも利用することで発生した災害に適用した孤立集落の推定を行う。近藤ら[4)]、小野ら[5)]は想定される地震動や全域に一様な地震動を用いた道路被害から孤立集落を推定した。また小野ら[6)]は、2004 年新潟県中越地震と 2016 年熊本地震での地震動のデータを用いて孤立危険度を評価した。しかし、過去の災害におけるハザードのデータを利用して孤立集落推定の精度評価を行い、実災害時におけるモデルの定量的な価値を示した研究はいまだない。本研究では、令和 6 年能登半島地震の様々なデータや被害報などを用いて、孤立集落の推定手法を構築してその精度評価までを行う。また、上記の先行研究では、主に土砂災害による道路被害から孤立集落を推定している。本研究では、道路通行実績データを含むマルチセンシングデータを利用することで土砂災害だけではなく、揺れによる道路被害、通行可能道路の情報など多様な情報を推定手法に取り込む。また、発災後に取得可能なセンシングデータを逐次的に活用することで、各時点において適切な推定結果を出力できるようにする更新手法を提案する。

したがって本研究における独自性は以下の二点である。

- 実災害のデータを利用した孤立集落推定手法の開発とその精度評価を行う
- マルチセンシングデータを活用することで、様々な情報を取り入れ、かつ推定が更新されるような手法を提案する

３．提案手法

(1) SIP 第 3 期「スマート防災ネットワークの構築」サブ課題 A について

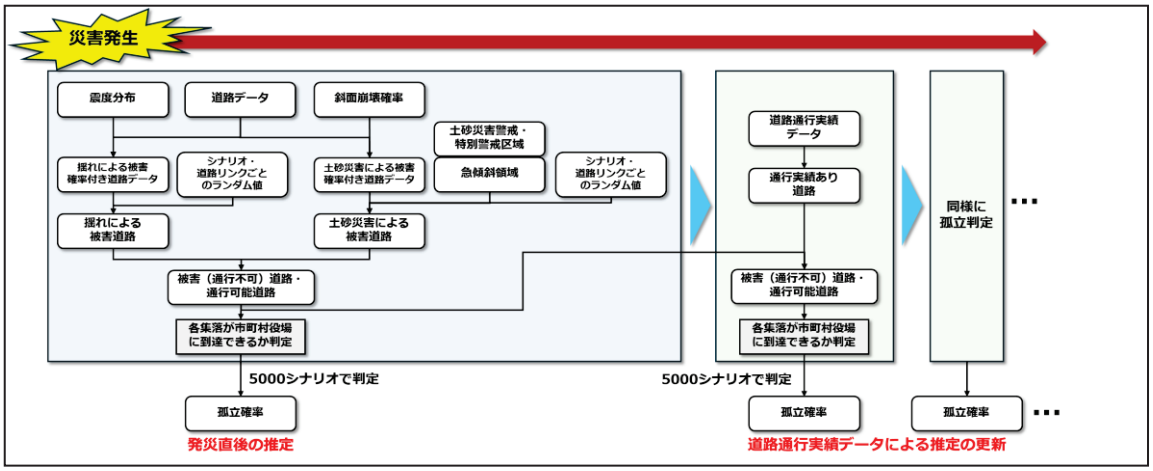


図 1. 孤立集落推定手法

現在、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第 3 期「スマート防災ネットワークの構築」サブ課題 A「災害情報の広域かつ瞬時把握・共有」[7]にて、災害時の被害状況把握を目的とした研究開発が行われている。人工衛星や地上センサなど様々なセンシングデータを用いて、被害状況プロダクトを構築しており、本研究もその一環として研究開発が行われている。このように、近年の IoT の普及や衛星技術の発達、さらにはそのようなデータを共有するプラットフォームの開発により、災害時に多くのセンシングデータが取得できるようになってきた。このような背景から、本研究ではマルチセンシングデータを活用して孤立集落の推定を行う。

(2) 孤立集落推定手法の全体像

本研究における、孤立集落推定手法を図 1 に示す。まず発災直後に、震度分布や斜面崩壊確率の分布などのハザードデータを用いて孤立集落を推定する。その後、道路通行実績データが常時得られるため、その推定をリアルタイムで更新する。インプットとなるハザードや道路被害の推定は他の先行研究やモデルにてその高精度化がなされているため、本研究はそのインプットをどのように孤立集落推定に活用するかの枠組みを示すことに注力する。したがって、道路被害などのインプットは簡易的な仮定のもと推定を行う。

本研究では、令和 6 年能登半島地震という単一事例に基づくデータを用いるため、当該データから閾値を導出するようなデータドリブン型の推定手法は、将来の地震災害への汎用的な適用が困難である可能性がある。そこで、今後の災害にも適用可能な推定手法を構築するために、現実の災害プロセスを踏まえたモデルに基づき孤立確率を算出し、その推定精度を検証する。

(3) 発災直後の推定

本手法では、通行可能な道路を抽出し、各集落と市町村役場がアクセス可能かどうかをシミュレーション上で判定することで孤立集落を推定する。発災直後は、道路の通行可否に関して正確な情報を収集できないため、発災約 10 分後から取得可能な震度や斜面崩壊確率から多様なシナリオの道路状況をシミュレーション上で作成し、孤立確率を算出する。今回は 5000 シナリオの道路状況を作成し、そのうち孤立した割合を算出することで、各集落の孤立確率を推定した。 道路の被害は、段差や陥没、亀裂などの「揺れ」に起因するものと、「土砂災害」に起因するものの二つを仮定した。

揺れによる被害に関しては、東日本大震災における直轄国道の被害率[8]を参考に、道路リンクごとにリンク長さ l と対応する震度の被害率 p から式(1)に示すポアソン過程に従うと仮定して揺れによる道路被害確率 P_q を算出した。

$$P_q = 1 - e^{-p*l} \tag{1}$$

次に、各シナリオの各道路リンクに対して、0～1 の一様分布に従うランダム値を与え、そのランダム値が道路被害確率を下回る場合に被害ありとした。

土砂災害による被害に関しては、道路リンクごとに対応する斜面崩壊確率を道路被害確率として採用した。同様に、ランダム値がその道路被害確率を下回る、かつその道路が土砂災害の危険がある領域に重なる場合に被害ありとした。揺れによる被害、土砂災害による被害どちらか一方でも被害がある場合を通行不可として、それ以外を通行可能道路とした。その通行可能道路を用いて、各集落から各市町村役場の最近接の道路リンクへの到達可能性により、孤立の判定を行った。

今回、震度分布は防災科学技術研究所地震津波複合災害研究部門が開発している「面的推定震度分布」の令和 6 年能登半島地震時のデータを、斜面崩壊確率は防災科学技術研究所地震津波複合災害研究部門が開発している「リアルタイム推定斜面崩壊確率」の令和 6 年能登半島地震時のデータを使用した。また、土砂災害の危険がある領域は土砂災害警戒区域、土砂災害特別警戒区域、DEM の勾配 30 度以上の領域に 10m のバッファをとったものを、道路データは Esri ジャパンが提供している ESRI ジャパンデータコンテンツ ArcGISGeoSuite 道路網 2022 を使用した。

実際に孤立が発生した集落の情報は、石川県災害対策本部が発表した被害報に基づいて抽出した。しかし、掲載されている孤立集落の名称は、町丁目単位や農業集落単位、旧村単位など、市町村ごとに粒度が異なっており、表記の統一がなされていなかった。そこで本研究では、農林業センサスの農業集落境界データ、漁業センサスの漁業集落境界データ、国土地理協会の全国町丁目・字界地図データベースを用いて、被害報に掲載された孤立集落名と各地域名の照合を行った。照合によって対応づけられた地域と空間的に交差する農業集落を実際に孤立が発生した地域とした。

(3) 道路通行実績データによる推定の更新

発災直後の推定の後、道路通行実績データを用いてその推定の更新を行う。道路通行実績データから、通行が確認された道路を抽出し、前述の(2)で作成した 5000 シナ

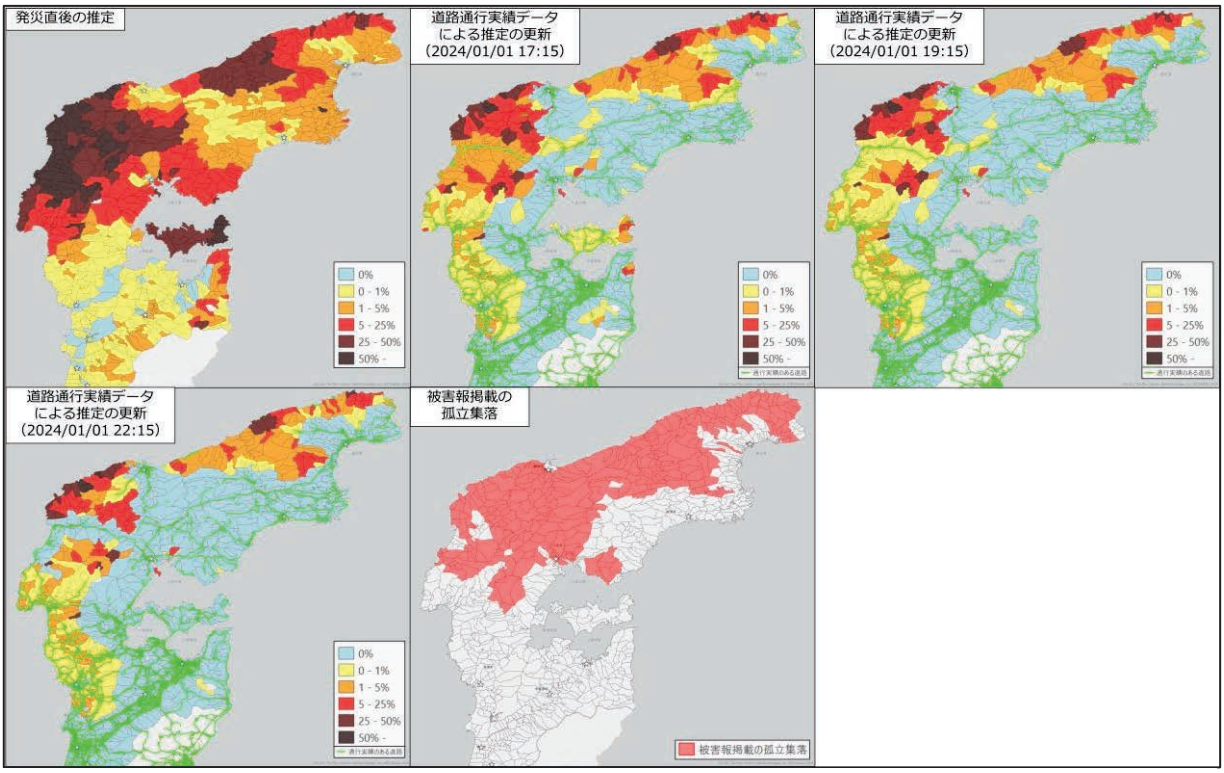


図 2. 孤立確率と道路通行実績データの可視化結果、被害報掲載の孤立集落

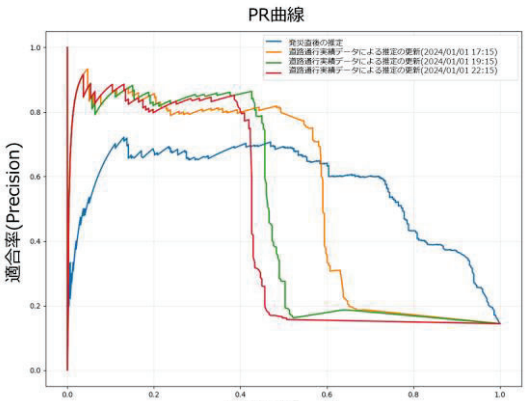


図 3. 各推定の PR 曲線

表 1. 各推定の定量評価結果

	ブライアスコア	PR-AUC	孤立確率上位100集落の適合率
発災直後の推定	0.0937	0.5682	0.69
道路通行実績データによる推定の更新 (2024/01/01 17:15)	0.1275	0.5547	0.80
道路通行実績データによる推定の更新 (2024/01/01 19:15)	0.1302	0.4844	0.85
道路通行実績データによる推定の更新 (2024/01/01 22:15)	0.1317	0.4455	0.84

リオの道路状況に対して通行可能道路を上書きし、再度各集落と市町村役場の到達可能性により孤立判定を行い、孤立確率を算出した。

今回、道路通行実績データとして TomTom 社が提供している Traffic Stats の 2024/1/1 16:15～22:15 のデータを使用した。発災 1 時間後、3 時間後、6 時間後の 3 回の更新を仮定して、発災 1 時間後の推定として 2024/1/1 16:15～17:15 のデータを、発災 3 時間後の推定として 2024/1/1 16:15～19:15 のデータを、発災 6 時間後の推定として 2024/1/1 16:15～22:15 のデータを使用した。

4. 推定結果と考察

(1) 定量評価

図 2 には各集落の孤立確率を可視化した結果を、図 3 には各推定の PR 曲線を示す。また、表 1 では各推定のブライアスコア、PR-AUC、および孤立確率が上位 100 集落の適合率を示している。ここでブライアスコアとは推定された確率の精度を評価するものであり、集落 i の孤立状態を I_i（孤立していれば 1、していなければ 0）、推定された孤立確率を P_i としたときに式(2)で示されるものである。

$$Brier\ Score = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(I_i - P_i)^2 \qquad (2)$$

また PR-AUC とはモデルの分類性能を表すものであり、図 3 で示すように各閾値における適合率と再現率をプロットした PR 曲線の下の面積から算出される。

表 1 の結果から、道路通行実績データを加えて推定を更新するたびにブライアスコアが増加していることがわかる。これは、孤立確率の推定精度が向上していることを示している。図 3 の PR 曲線において再現率が減少する一方で適合率は増加していることから、モデルは見逃しを増やし、空振りを減らす傾向になったと考えられる。PR-AUC の値が減少したことは、その見逃しの増加がより大きく影響したと考えられる。一方で、孤立確率が上位 100 集落の適合率が増加したことからも、推定の更新により孤立危険度の低い集落の孤立確率を下げることで、全体として孤立確率の精度が向上したと言える。

なお、このような見逃しが増加した原因としては以下のものが考えられる。

- ランダムに作成した道路状況に対して、通行可能道路のみを上書きしたため、実態よりも多くの通行可能道路がシミュレーション上で用いられた。また、

道路が通行不可になる要因として、倒木や建物倒壊などを考慮していなかった。

- 災害対策本部が詳細な孤立地域を特定できず実態よりも広範囲な地域を孤立と報告したことなどから、被害報をもとにした正解データの孤立地域が実態よりも広範囲となっていた。
- 本シミュレーションでは、住宅密集地ではなく、集落境界に少しでも通行可能な道路が交差すれば孤立解消としており、実際よりも甘い条件で孤立解消の判定を行っていた。
- 本シミュレーションでは、どれほど遠回りであっても市町村役場に到達できれば孤立解消していたが、実際はそのルートの発見が困難な可能性があった。

一点目に関しては、通行可能な道路だけではなく、道路通行実績データや衛星データを用いて通行不可道路をシミュレーション上で反映させることが有効であると考えられる。三点目に関しては、建物データを用いて住家密集地を特定し、そこから市町村役場の到達可能性を判定することが有効であると考えらえる。四点目に関しては、到達ルートの合計長さなどを考慮することで対応が可能である。

(2) 定性評価

定量評価で見られたように、図 2 からも推定を更新することで孤立危険度の高い集落が抽出できていることが確認できる。

発災直後の推定では、能登島に位置する集落で高い孤立確率が算出されたが、これらは被害報には孤立集落として掲載されていなかった。しかし、複数の新聞記事 [9] により能登島が孤立していたことが判明しており、本手法による推定は、被害報に掲載されなかった孤立集落を高い孤立確率で検出できていたことが示された。このことから、上記空振りの原因二点目と合わせて、被害報以外の情報源からも、実際の孤立した地域の情報を収集する必要があることがわかった。

5．まとめと今後の課題

本研究では、地震災害を対象としてマルチセンシングデータを用いた孤立集落の推定手法を開発し、その精度評価を行った。マルチセンシングデータを用いることで多様な情報を推定に組み込むことが可能となり、定量評価の結果からも推定の更新によって精度が向上することが確認された。さらに、定性評価においては、被害報には掲載されていない孤立集落を高い確率で検出できることが示された。

これらの結果から、本手法により孤立危険度の高い集落を抽出することが可能となり、災害対策本部が優先的に対応すべき集落の選定に活用できると考えられる。また、集落からの連絡情報などと併用することで、抜け漏れのある孤立集落の検出にもつながる可能性がある。本手法に用いたデータは実災害時で取得可能なものであるため、地震発生直後から速やかに日本全域で推定が開始され、災害対応に有効な情報を提供することが可能である。

さらに本研究を通じて、精度向上に必要なデータや推定手法の改善点を明らかにすることができた。今後、様々なセンシングデータの発達と共有体制の整備が進むことで、より高精度な推定が可能になると期待される。加えて、建物被害や人的被害などの他の被害推計モデルと併用することで、孤立が発生した場所に加えてその集落の被害状況を含めた、より詳細な孤立集落状況を把握することが可能であると考えられる。

謝辞

本研究は、内閣府総合科学技術・イノベーション 会議の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第 3 期「スマート防災ネットワークの構築」（研究推進法人： 国立研究開発法人防災科学技術研究所）によって実施されました。

参考文献

1) 吉田 貢士, 塩沢 昌, 田中 幸夫, 星川 和俊：50m メッシュ標高を用いた集落の孤立可能性評価, 農業農村工学会誌, 75 巻, 11 号, 2007
2) 中筋 章人, 原口 勝則, 鈴木 知明, 新木 圭一：地震とその後の豪雨による土砂災害ハザードマップについて―地震時の地すべり・崩壊危険度評価と地震後の豪雨による孤立集落の抽出―, 日本地すべり学会誌, 43 巻, 6 号, 2006
3) 内閣府防災：中山間地等の集落散在地域における孤立集落発生の可能性に関する状況フォローアップ調査　調査結果, https://www.bousai.go.jp/jishin/chihou/pdf/20141022-koritsuhoukokusyo.pdf, 2014 (最終アクセス日：2025/04/19)
4) 近藤 伸也, 照本 清峰, 太田 和良, 片家 康裕, 高尾 秀樹, 河田 惠昭：道路閉塞に着目した広域災害における集落の孤立危険度マップの検討,東京大学生産技術研究所 生産研究, 62 巻 , 4 号, 2010
5) 小野 祐輔, 本郷 峻介：地震時の斜面崩壊確率に基づく中山間地の孤立可能性の定量化の試み, 土木学会論文集 A1（構造・地震工学）, 74 巻 , 4 号, 2018
6) 小野祐輔, 日比慧慎：地震時斜面崩壊による道路閉塞を考慮した中山間地の孤立リスク評価： 2004 年新潟県中越地震と 2016 年熊本地震への適用, 日本地震工学会論文集, 19 巻 , 6 号, 2019
7) 防災科研 【SIP】サブ課題 A「災害情報の広域かつ瞬時把握・ 共有」, https://risk.bosai.go.jp/hp/SIPA, (最終アクセス日：2025/04/19)
8) 内閣府（防災担当）：被害想定手法について（案）（積雪寒冷特有の影響を踏まえた被害想定手法）, https://www.bousai.go.jp/jishin/nihonkaiko_chishima/WG/pdf/dai5kai/siryo2.pdf, （最終アクセス日：2025/04/19）
9) 産経新聞：能登島が孤立島に通じる橋２本が通行できず, https://www.sankei.com/article/20240102-7MKDFPSIFBIQPIHSLPKSH6RVNI/, (最終アクセス日：2025/04/19)

免震建物設計への微動アレイ探査の適用

Application of Microtremor Array Exploration to Seismically Isolated Building Design

○笠松 健太郎[1]，髙井 剛[1]
Kentaro KASAMATSU[1] and Tsuyoshi TAKAI[1]

[1] 鹿島建設 技術研究所
Kajima Technical Research Institute

A simple design route without a time history response analysis can be applied to design seismically isolated buildings. The application requirement for the simple design route is that the unevenness of an engineering bedrock must be within 5 degrees within an area about 5 times the thickness of surface grounds. We applied the microtremor array exploration for investigating S-wave velocity structures instead of a PS logging that is generally applied. The microtremor array explorations were conducted at 8 locations at a site, and it was found that the top of the engineering bedrock is smooth and meets the requirement for the simple design route.

Keywords *:Microtremor array exploration, Seismically isolated buildings design*

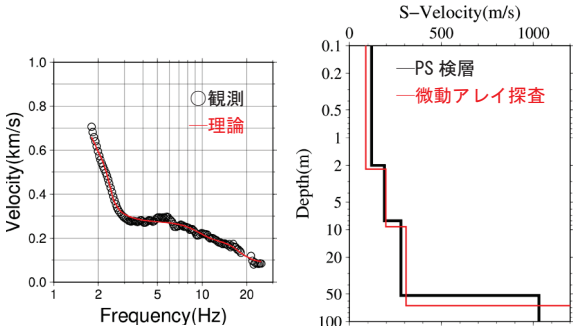
１．はじめに

免震建物の設計には，時刻歴応答解析を用いない簡易な設計ルートが設定されている（以下，告示免震）．告示免震は，表層地盤厚さの 5 倍程度の範囲において，工学的基盤の不陸が 5 度以内であることが適用要件とされ，複数地点で地盤調査を要する．S 波速度構造を推定する手段として一般に PS 検層が用いられるが，本検討では簡便に S 波速度構造を推定できる微動アレイ探査を適用し，建築地点における工学的基盤上面の平滑度を評価した事例を報告する．

２．微動アレイ探査とＰＳ検層で推定されるＳ波速度構造の比較

微動アレイ探査のブラインドテストを行った ESG6 [1)]によると，GL−50 m 程度までは信頼性の高い S 波速度構造を推定できるとされるが，各参加チームによる推定結果にはばらつきが見られる．そこで，著者らが推定する S 波速度構造の精度確認のために，KiK-net いわき東 [2)]を対象に微動アレイ探査を実施し，推定結果を PS 検層結果と比較した．

微動観測は 2023 年 11 月に実施した．センサとして 0.2 Hz 地震計 LE-3D/5s（Lennartz Electronic 社製），収録装置として LS-8800（白山工業製）を使用した．正三角形の一辺長を 2〜60 m とし，時間長 30〜60 分の上下成分の速度波形データを取得した．空間自己相関法 [3)]により評価した観測位相速度を図 1(a)に○印で示す．この観測位相速度に対してレイリー波基本モードの理論分散曲線を当てはめる逆解析を行い，S 波速度構造を推定した．はじめに 2 層構造を仮定した逆解析を行い，各層の S 波速度と層厚を同定した．層数を徐々に増やした同様の逆解析を繰り返し行い，観測位相速度の再現性が頭打ちする 4 層構造とした解を最終的な推定結果として採択した．逆解析は遺伝的アルゴリズム [4)]により行った．P 波速度と密度は，S 波速度（以下，Vs）との関係式 [5)]に基づいて与えた．逆解析による観測位相速度の再現結果を図 1(a)に，S 波速度構造の推定結果を PS 検層結果と重ねて図 1(b)に示す．位相速度は逆解析結果により良く再現される．最下層の Vs は解の決定感度が無いため対応しないが，これを除いて各層の層厚と Vs は PS 検層結果と調和的である．



(a) 位相速度　　(b) S 波速度構造

図 1　S 波速度構造の推定結果

３．工学的基盤の不陸判定位置

宮城県の建築現場に微動アレイ探査を適用した．現場敷地内における微動アレイの実施位置を図 2 に■印で示す．当現場は，隣接する敷地で建築作業中の資材置場として使われていた．これらの資材を避け，敷地の広範囲に亘る計 8 地点で微動観測を行った．工事による振動を避けるために，現場作業が終了する夜間と休日の計 3 日を利用した．観測作業時間の短縮のために，KiK-net いわき東で使用した観測機材に加えて，センサとしてサーボ型速度 VSE-15D-1，収録装置として携帯用振動計 SPC-52（どちらも東京測振製）を用いた観測を同時に行った．正三角形の一辺長を 4〜16 m，観測時間長を 30 分とした．

４．Ｓ波速度構造の推定結果

S 波速度構造の推定例として，地点 1 の観測位相速度を図 3(a)に○印で示す．S 波速度構造の推定では観測位相速度の再現性に基づき 2 層構造を仮定し，1 層目は表土として Vs と層厚を，2 層目は工学的基盤として Vs を未知パラメタとする逆解析を行った．各地点で推定した S 波速

度構造を比較したところ，百数十 m の敷地範囲に関わらず，工学的基盤の S 波速度に数十 m/s の違いが生じた．これは主に観測位相速度の打ち切りに起因するものであり，ノイズやアレイサイズの影響で低周波数側の位相速度を評価できない地点がある．このような地点では，工学的基盤の Vs を適切に推定することは難しい．そこで，敷地内の多地点で観測位相速度を得る利点を生かして，工学的基盤の Vs を各点で共通とする拘束条件を設ける多地点同時逆解析を行った．工学的基盤の Vs は，表土の Vs と層厚の同定値に影響する．工学的基盤の Vs を共通とすることで逆解析の未知数を減らし，各点における工学的基盤上面深度の相対的な違いを評価する．

地点 1 について逆解析結果の理論分散曲線を図 3(a)に実線で，S 波速度構造の推定結果を図 3(b)に示す．観測位相速度は，逆解析結果により良く再現される．この地点の Vs は表土で 343 m/s，工学的基盤で 644 m/s，工学的基盤上面は GL−21 m と推定された．全 8 地点の工学的基盤上面深度を図 2 の観測地点に付記した．当該敷地の表土厚は平均して約 20 m であることから，水平距離約 100 m における工学的基盤の傾斜を確認した．工学的基盤上面の傾斜角は，地点 B〜5 では 2.1 度，地点 B〜4 では 0.6 度，地点 A〜5 では 1.4 度である．工学的基盤上面は平滑であり，告示免震の適用要件を満足することが分かった．地点 C の工学的基盤上面は他の地点と比べて GL−10 m と浅く，水平距離 81 m である地点 B〜C の傾斜角は 7.7 度となる．敷地内に局所的に傾斜角 5 度を超えるエリアが存在するが，その範囲は敷地全体に対して限定的であり，告示免震による設計が行われるに至っている．

5．工学的基盤上面深度の妥当性確認

微動アレイ探査で推定した工学的基盤上面深度の妥当性確認のために，観測後に実施された標準貫入試験において N 値が 50 を超える深度との対応を調べた．

地点 B−2−C−5 を結ぶ測線を B−B’として，図 4 に微動アレイ探査による S 波速度構造の推定結果，図 5 にボーリング柱状図を示す．図 4〜5 では，微動アレイ探査による工学的基盤上面深度を赤で記した．図 5 では，標準貫入試験で N 値≧50 となる深度を黒で記した．工学的基盤上面は，地点 B と地点 2 では GL−21 m である。地点 C では局所的に 10 m と浅く，地点 5 では GL−17 m と深くなる分布となっている．一方，N 値≧50 となる深度は，地点 B と地点 2 では，それぞれ 11 m と 15 m である．地点 C で局所的に 8 m と浅くなり，地点 5 で 15 m と深くなる．微動アレイ探査による工学的基盤（Vs=644 m/s）上面の方が，N 値≧50 の深度よりも深いという違いはあるが，全体的な不陸の分布に大きな矛盾はない．

6．まとめ

告示免震の適用判断に資するために，敷地内 8 地点で微動アレイ探査を適用し，工学的基盤上面の平滑度を評価した．この平滑度は，一般に PS 検層と N 値を組み合わせて調査される．微動アレイ探査では，ボーリング不要で簡便に多地点の S 波速度構造を評価できるため，今後，適用案件の増加を図りたい．

参考文献

(1) Chimoto et al.: RESULTS OF BLIND PREDICTION STEP 1: SUBSURFACE VELOCITY STRUCTURE MODEL OF KUMAMOTO TEST SITE, The 6th IASPEI / IAEE International Symposium: Effects of Surface Geology on Seismic Motion, SS102, 2021.

(2) 防災科学技術研究所: K-NET, KiK-net (NIED K-NET, KiK-net), https://www.doi.org/10.17598/NIED.0004.

(3) Aki, K.: Space and Time Spectra of Stationary Stochastic Waves, with Special Reference to Microtremors, Bulletin of the Earthquake Research Institute, Vol. 35, pp. 415–456, 1957.

(4) 山中浩明, 石田寛: 遺伝的アルゴリズムによる位相速度の逆解析, 日本建築学会構造系論文集, 第 468 号, pp. 9-17, 1995.

(5) Brocher, T.: Empirical Relations between Elastic Wavespeeds and Density in the Earth's Crust, Bulletin of the Seismological Society of America, 95(6), pp. 2081—2092, 2005.

謝辞

防災科研の PS 検層結果を参照しました．元・中央開発杉山氏に微動観測を補助していただきました．記して御礼申し上げます．

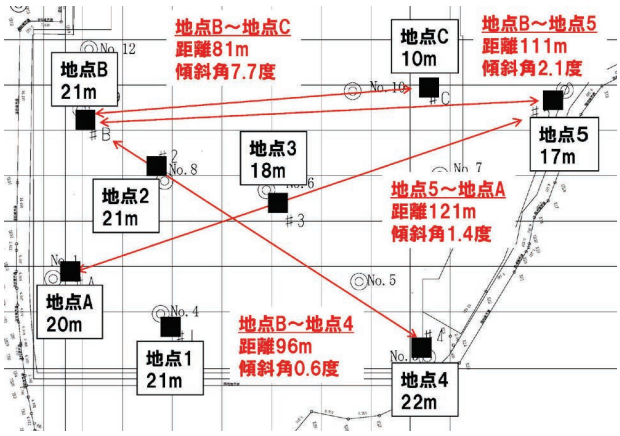
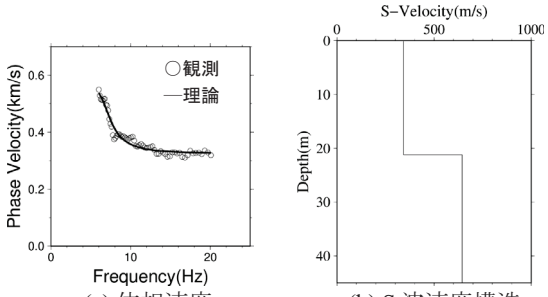


図 2　微動アレイ探査の実施位置



(a) 位相速度　(b) S 波速度構造

図 3　地点 1 の逆解析結果

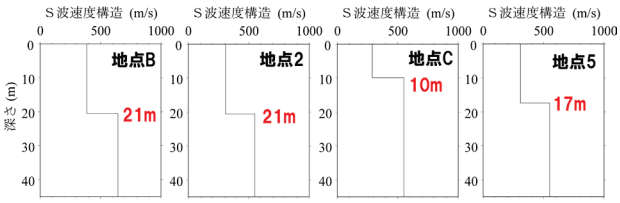


図 4　B−B’測線の S 波速度構造の推定結果

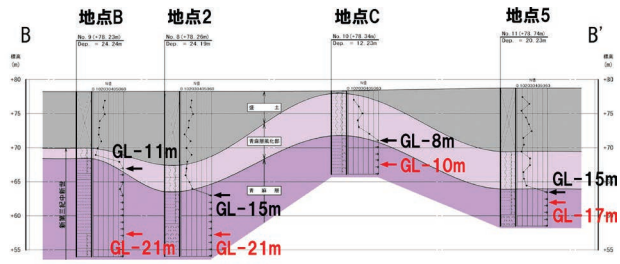


図 5　微動アレイ探査による工学的基盤上面深度と標準貫入試験による N 値≧50 深度の比較

神社鳥居の地震時挙動と耐震性に関する考察
（その３．2024年能登半島地震の被害分析：石造明神型鳥居）
Seismic Behavior and Capacity on Torii Gates of Shrines due to Earthquakes in Japan
(Part 2. Damage due to 2024 Noto Peninsula Earthquakes: MyojinType Stone Torii)

○関　松太郎[1]
Matsutaro SEKI[1]

[1] 国立研究開発法人建築研究所、国際地震工学センター
Building Research Institute (BRI), Institute of International Seimology and Earthquake Engineering (IISEE)

A torii gate is a symbolic structure installed as the entrance to a shrine. A lot of damage has been caused in past earthquakes, and the danger has been pointed out. There have been few studies in the past that have examined the seismic resistance of torii gates during earthquakes, and their seismic resistance has not yet been elucidated. This paper reports on earthquake damage surveyed of torii gates in 2024 Noto Peninsula Earthquake and the simplified numaerical analysis. The relationship between damage level and the ratio of cross-sectional stress to flexural allowable stress was investigated. As the result, it was obtained that the damage level could be simulated well by the proposed ratio in terms of allowable stress at the bottom of the column of torii gate. The detail analysis will be expected by considering the structural type, material strength and the structural detail of footing, etc.

Keywords *: torii gate, Noto Peninsula Earthquake, myojin stone torii, earthquake damage, allowable stress*

１．はじめに
鳥居は神社の入口の門としてのシンボル的な存在であるが、過去の地震において多くの被害を生じておりその危険性が指摘されている。また、工作物であるがゆえに耐震設計の法的基準の整備や学術的知見も少なく今後の課題は多い。筆者はそのような背景をもとに地震時の鳥居の被害に関して、文献１）及び文献２）で能登半島に発生した過去の地震に対する鳥居の被害の調査結果を報告した。本論文は、文献２）で述べられた2024年能登半島地震で被害を受けた石造明神型の鳥居について被害の簡易的な分析を結果を報告する。

２．地震被害の概要
（１）調査した鳥居
2024 年能登半島地震で調査した鳥居の一覧を表１（文献２）に示す。調査した地域は石川県及び富山県に亘る合計８市町である。鳥居の形式は様々な形式（文献１））があるが、大きく明神型と両部型に分類される。後者は鳥居の前後に安定性を増すために骨組みを付加する形式である。また、各形式でも材質によって、石造、木造、RC 造や鉄板巻のようなその他に分類されている。この表により、調査全数は２３１基であるが、明神型が全体の90%を占めており、さらに明神型の材質では石造が 90%を占めている。一方、両部型の鳥居では、木造のほうが石造より多数となっている。

（２）被害調査結果の概要
図１に調査した鳥居の位置と被害レベルが示されている。また、表２に、被害レベルの定義と図１に示されている被害別の色分けマークが示されている。これによると、震源に近い珠洲市や輪島市は地震動が大きいことより被害が大きく、震源から遠い氷見市や羽咋市は被害が小さいことが分かる。図２は表２の被害レベルのなかの倒壊、大破に該当する明神型石造鳥居の被害例の写真を示す。図３は各地域の大破・倒壊の被害率と気象庁の計測震度[3]との関係を示している。これによると、計測震度が低い羽咋市（計測震度 5.3）と氷見市（5.3）は被害率は低く、計測震度が大きい穴水町（5.8）以上となると被害率は大きくなる結果になっている。

表１　2024 年能登半島地震で調査した鳥居[2]

市町村	全数	明神型			両部型		
		石造	木造	その他（RC, 金属）	石造	木造	その他（RC, 金属）
氷見市	24	21	2	0	0	0	1
羽咋市	6	6	0	0	0	0	0
志賀町	17	13	1	1	0	2	0
七尾市	48	44	2	0	2	0	0
穴水町	26	17	3	1	3	2	0
能登町	28	26	0	1	1	0	0
珠洲市	39	28	1	3	0	7	0
輪島市	43	35	2	1	2	2	1
合計	231	190	11	7	8	13	2

明神鳥居

両部鳥居

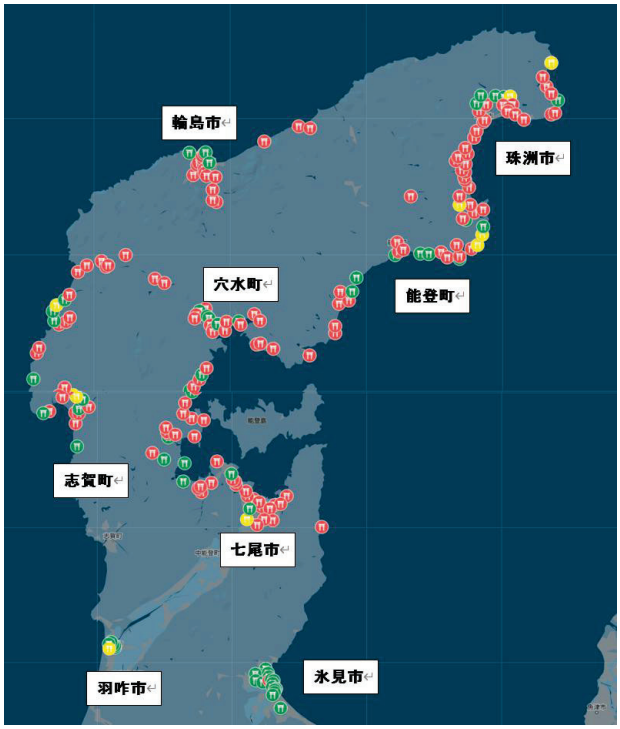


図１　2024 年能登半島地震での鳥居の被害調査結果[2)]

表２　被害レベルの分類[2)]

マーク	被害レベル	被害内容
	倒壊	片柱脚もしくは両柱脚が破断、もしくは基礎の回転により鳥居が転倒。
	大破	柱が自立しているが、貫もしくは笠木等が落下。柱脚が礎石から落下もしくは大きなずれ。
	中破	貫、笠木の大きなずれや礎石の損傷。
	小破	同上の損傷の程度が小さい。
	軽微	貫、笠木あるいは、礎石等の軽微なひび割れや剥離。
	無被害	被害なし。

(a) 倒壊

(b) 大破

図２　石造明神型鳥居の被害例

３．地震被害の分析

（１）対象鳥居と分析方法

表１に示したように鳥居の形式は多様であるが、大きくは明神型と両部型に分かれる。従って、本論文ではまず、被害が大きく、検討方法が簡易な手法が適用可能な石造明神型鳥居を対象として分析を行う。

明神型鳥居の形式から、正面に向かって前後の方向を面外方向、水平方向を面内方向と定義する。地震力が作用すると、面内方向は垂直材である柱と水平材である貫

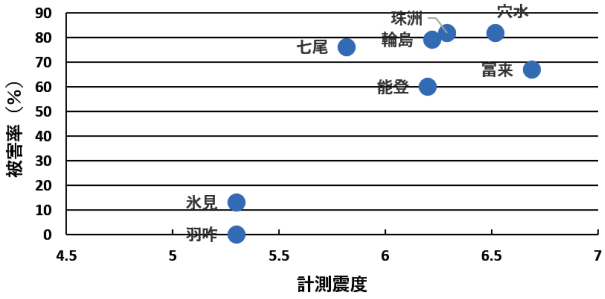


図３　計測震度と各地の被害率[2)]

や笠木などからなるラーメン骨組みで抵抗するのに対して、面外方向は、柱だけが抵抗する片持ち梁として抵抗する違いがある。図２に示されている被害形式は、倒壊は面外方向の被害であり、大破は面内方向の被害が主原因と考えられる。地震時の抵抗メカニズムから同じ地震力に対して部材に生じる応力が大きいのは片持ち梁形式の面外方向であることが想定できることから、本論文では、面外方向の簡易的な検討のみを行うこととした。

（２）鳥居の固有周期

地震時の構造体が受ける力は、構造体の振動固有周期に大きく依存する。鳥居の振動体としてのモデル化は図４のように仮定できる。つまり、鳥居は本体が地中の基礎によって支持されているので、抵抗機構の各剛性は、鳥居の柱の曲げ剛性（K_S）、基礎の水平剛性（K_h）および基礎の回転剛性（K_R）から成立すると仮定できる。

鳥居の周期(T_t)は図４の各部の剛性を用いて式（１）から求まる。

$$T_t = 2\pi\sqrt{\frac{W}{g}\left(\frac{1}{K_S}+\frac{1}{K_h}+\frac{h_l^2}{K_R}\right)} \qquad (1)$$

ここで、K_S:鳥居の柱の曲げ剛性、K_R:基礎の回転剛性、K_h：基礎の水平剛性、h_l：基礎の中心から鳥居の重心までの高さ、W:鳥居重量

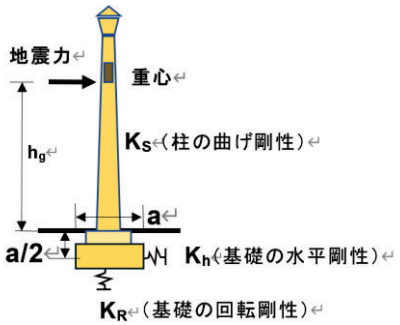


図４　鳥居の周期計算に用いる各部の剛性

鳥居の柱の曲げ剛性（K_S），基礎の水平剛性(K_h)および、基礎の回転剛性（K_R）はそれぞれ、式(2)，式(3)および式(4)で求められる。

$$K_S = 3*E*I/h_g^3 \qquad (2)$$

ここで、E:鳥居柱の弾性係数、I:柱の断面２次モーメント、h_g：基礎上面から鳥居の重心までの高さ

$$K_h = a^2*K_h' \qquad (3)$$

ここで、a: 基礎の一辺の長さ（基礎盤は正方形と仮定）、

K_h’：地盤の水平反力係数

$$K_R=K_V' * a^4/12 \qquad (4)$$

ここで、K_V’：地盤の鉛直反力係数、a：基礎の一辺の長さ

以上の式と表３の材料特性を用いて鳥居の周期を計算して図５に示した。形状に関するパラメターは柱の直径(30～80cm)、基礎幅（柱径の３倍）、地盤反力係数 $k_v'=k_h'$ =0.03, 0.05, 0.01 N/mm^3 である。

計算された周期は概ね 0.1～0.6 秒の間の値となった。

表３　材料特性

花崗岩のヤング係数	58.2x10^6 N/mm^2	文献 5)
花崗岩の許容曲げ応力度	14.２N/mm^2	文献 6)
地盤の反力係数 Kv’（=K_h’と仮定）	0.03 ～ 0.13 N/mm^3	文献 7)

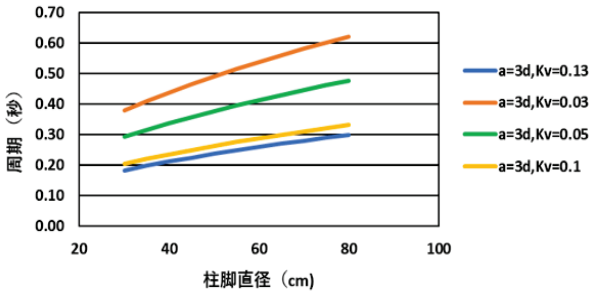
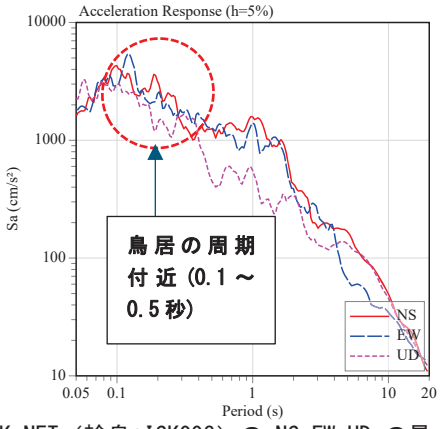


図５　鳥居の周期（明神型石造鳥居）

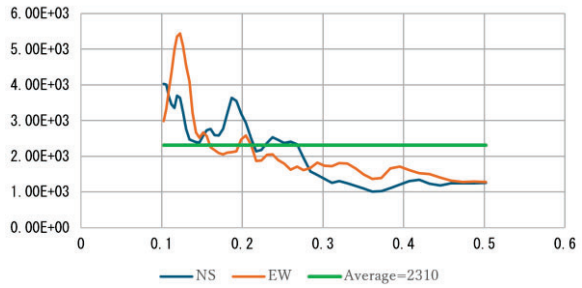
（３）地震動の大きさ

鳥居に作用する地震力の大きさを推定する。表１に示す各市町には、K-NET, KIK-NET[4] や気象庁強震計[3] が設置されており地震動が観測されている。鳥居に作用する地震動は、地震計の位置と調査鳥居の位置等を勘案して仮定した。また、地震動の大きさは鳥居の周期に関係するので、図５で求めた周期を考慮して、各市町の 0.1～0.5 秒間の最大応答加速度スペクトルの平均値を用いた。平均値の求め方の例として、輪島市の K—NET 記録（図6(a)）の周期 0.1～0.5 秒の NS、EW 成分の応答加速度部分の平均値を図６(b)に示す。

表４に各市町における分析に用いた観測地震波と鳥居固有周期付近の最大応答加速度の平均値を示す。



(a)K-NET（輪島:ISK003）の NS, EW, UD の最大応答加速度スペクトラム　（減衰５%）



(b)　周期 0.1～0.5 秒の応答加速度（NS, EW 成分）の平均値の計算

図６　鳥居の固有周期付近の地震動の応答加速度（K-KNET 輪島の例）

表４　各市町の記録地震波と鳥居周期付近の最大応答加速度の平均値

地域名	気象庁 震度	気象庁 計測震度	記録地震波	最大応答加速度 5% 減衰 (gal)
輪島市	6 強	6.62	K-NET 輪島	2310
珠洲市	6 強	6.29	JMA 三崎町	2360
能登町	6 強	6.2	JMA 柳田	1540
穴水町	6 弱	6.52	K-NET 穴水	1633
七尾市	6 弱	5.82	JMA 七尾市 垣吉町	1310
志賀町	7	6.69	KIK-NET 富来	1378
羽咋市	5 強	5.3	K-NET 羽咋	1017
氷見市	5 強	5.3	K-NET 氷見	795

（４）被害の分析

本論文における被害分析の手法は、断面に作用する曲げ応力度と材料から決まる曲げ許容応力度との比較を行うことを用いた。図７は、地震による作用水平力（P）と自重（W）を示す。地震力は鳥居の重心に作用するものとし、図８に鳥居の柱脚部に地震力により作用する断面応力度を示す。断面の縁曲げ引張応力度は式(5)で求まり、曲げ許容応力度は表 3 より、14.2PMa と仮定した。曲げ許応力度に対する鳥居の柱脚部での曲げ引張応力度との比率を式(6)で計算した。

i) 断面の縁曲げ引張応力度：

$$\sigma_b - \sigma_n = \frac{M}{Z} - \frac{W}{A} \qquad (5)$$

ここで、M=Pxhg= α x W x hg：曲げモーメント(Nmm)
Z：断面係数（cm^3）、W：重量 (N),
hg：重心高さ (mm)、A：断面積 (mm^2)
α：各市町の地震応答震度 （表 4 の最大応答加速度/980）

ii) 断面の曲げ許容応力度：
σ_t: 石材の曲げ許容応力度
表３より花崗岩：σ_t=14.2 MPa とする。

iii) 曲げ許容応力度比：
図８の縁曲げ引張応力度(σ_b-σ_n)と材料の曲げ許容応力度(σ_t)との比をとる。

$$\frac{\sigma_b-\sigma_n}{\sigma_t} \qquad (6)$$

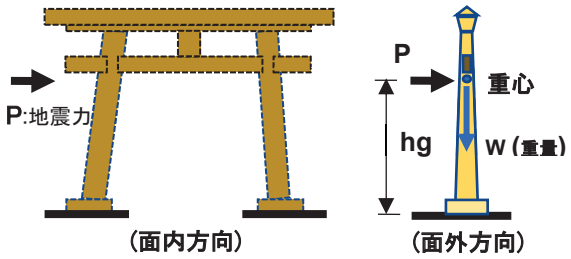


図７　地震による水平作用力と自重

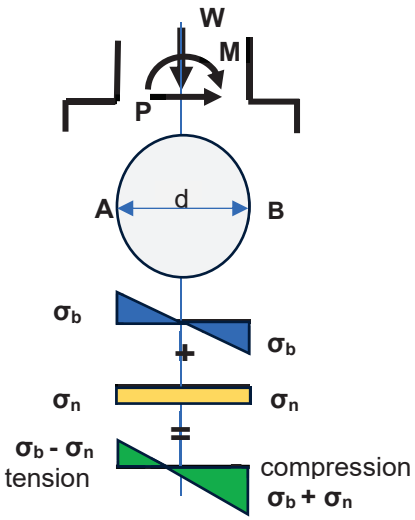


図８　鳥居の柱脚に作用する断面応力度

（５）被害の分析結果

図９に各市町における式（6）の鳥居柱の曲げ許容応力度比と表２の被害レベルとの関係を示す。応力度比が 1.0 を超えると倒壊が、1.0 以下だと軽微・無被害が多くなることが分かる。また、大破は梁や貫の落下で柱の倒壊には至らない被害であり、主として面内方向のフレーム方向の被害と考えられるが、同様に応力比が 1.0 を超えると倒壊と同程度の被害が生じている。柱の断面縁応力ど曲げ許容応力度に達しる応力度比の 1.0 は必ずしも被害レベルの境界値とはなっていない。これは、各鳥居の実際の材料強度は異なること、鳥居の立地位置での地震動最大加速度は地域全体で仮定した最大値は異なることなどに起因していると考えられる。

４．まとめ

2024 年 1 月の能登半島地震における鳥居の被害の分析を行い、以下の知見が得られた。

1) 調査結果のうち、特に被害が大きかった石造明神型鳥居に限定してその被害分析を行った結果、倒壊と無被害の境界は概ね鳥居の柱脚の曲げ許容応力度比が 1.0 付近であることが分かった。また、面内方向の大破の被害も同様な結果が得られた。
2) 上記の結果は、地域別観測されたの地震動最大加速度を代表値と仮定したものであり、より詳細な分析に際しては、立地地盤、基礎部分の構造詳細および材料強度等の調査に基づく必要がある。

今後は、他の形式の鳥居の被害の分析を行うとともに、耐震診断法や耐震補強法の提案を行う予定である。

参考文献

1) 関松太郎、“神社鳥居の地震時挙動と耐震性に関する考察（その１．地震被害の調査）、日本地震工学会第 17 回年次大会梗概集、2022 年 12 月
2) 関松太郎、“神社鳥居の地震時挙動と耐震性に関する考察（その 2．2024 年能登半島地震の被害調査），日本地震工学会第 19 回年次大会梗概集、2024 年 12 月
3) 気象庁震度データベース https://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.html#20220619150807
4) 防災科学研究所強震観測網(K-NET, KIK-net), https://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin
5) 羽柴公博、福井勝則、岩石の力学的物性値の相互関係、骨材資源、通巻 No.182, 2014 年
6) 新訂　建築学大系　13 建築材料学、彰国社、1977 年
7) 田治見宏、建築振動学、コロナ社、1973 年

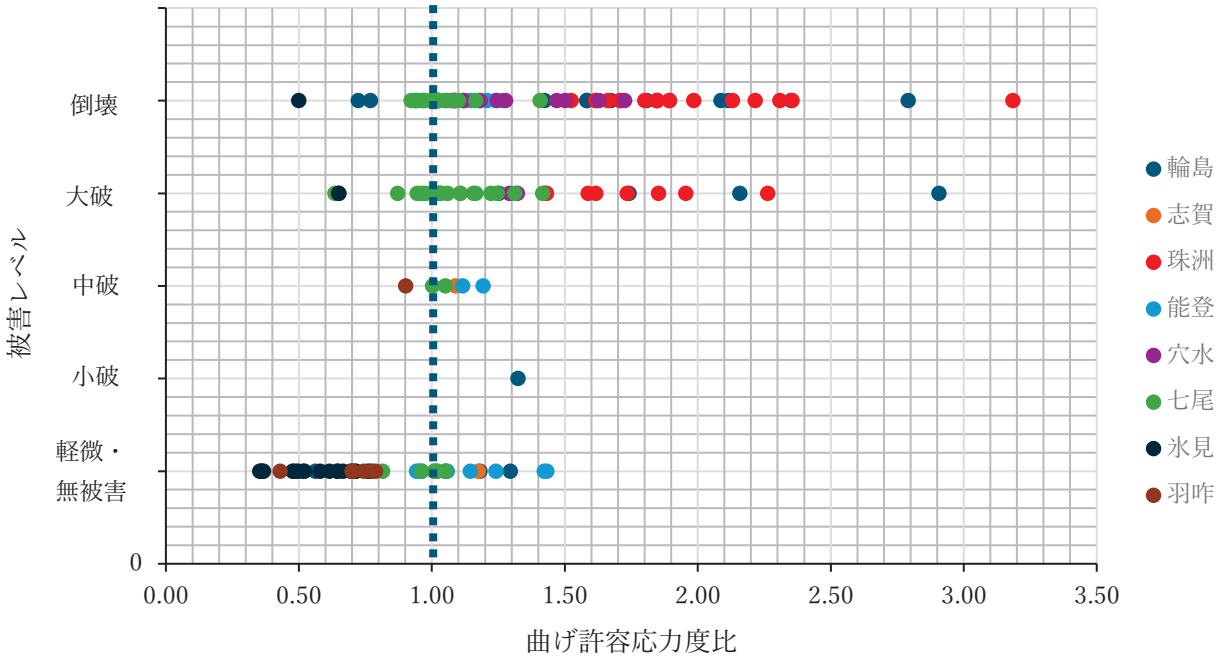


図９　被害レベルと鳥居柱の曲げ許容応力度比との関係

車載カメラ映像を用いた2024年能登半島地震における電柱の被害判読

Damage Assessment of Utility Poles in the 2024 Noto Peninsula Earthquake Using In-vehicle Camera Footage.

○鈴木崇伸[1]，高橋歩[2]
Takanobu SUZUKI[1] and Ayumu TAKAHASHI[2]

[1] 東洋大学 都市環境デザイン学科
Civil and Environmental Department, Toyo University
[2] 東洋大学卒業生
Graduate Student of Toyo University

This paper reports on the results of tilting damage assessment of utility poles using the video footage of the 2024 Noto Peninsula Earthquake provided to the Bousai Crossview of NIED. The results show that the damage rate is higher in low-land areas with an elevation of 10 m or less, and lower in hilly areas and plateaus with higher elevations. In areas where tilt damage is likely to occur, road traffic is likely to be impeded, and we think that the removal of utility poles will reduce the risk at the time of earthquake disaster.

Keywords *: Tilting damage of utility poles, 2024 Noto Peninsula Earthquake, In-vehicle Camera Footage, Risk of road traffic inpedance*

１．はじめに

2024年1月に発生した能登半島地震（Mj7.6）では能登半島北部の奥能登地域が震源域となり，震度 6 強から震度 7 の非常に強い揺れに襲われた．石川県を中心に死者は 5 百人以上となり，全壊住宅も 6 千棟以上となっている．道路などの社会インフラも壊滅的な被害となった．電力と通信に関してもケーブルが切断された影響により停電や通信途絶が多く発生した．北陸電力の発表によれば地震直後に約4万戸が停電し，1月末までに立ち入りできない地区を除いて復旧されている．また NTT 西日本の発表によれば固定電話は約 9 千回線が使用不能になり 1 月末までに 9 割程度の復旧を終えている．また携帯基地局も最大で約8百局（4社合計）が停波し回復には時間がかかっている．

電力と通信被害の原因として電柱の折損・傾斜が多数発生してケーブルが被災した点が挙げられる．北陸電力では約 4 千本，NTT は約 4 百本の電柱に被害があったと速報されており，電柱の被害が電力サービス，通信サービスの停止に影響している．また地震後に道路管理者は早期に道路を啓開する責務があるが，電力や通信といったライフラインはそれぞれの特定技能を有した作業員でないと撤去も行えないために時間を要することになる．このような背景から国土交通省は緊急輸送道路の無電柱化を推進している．

本研究は車載カメラ映像を用いて能登半島地震の電柱被害の傾向分析を行っている．インターネットに公開された震災直後の走行動画を使って電柱の傾斜判定を行い，微地形や標高などの地盤・地形情報と照合して傾向分析を行っている．震災直後に車で通れた道路の電柱が対象であり，被害が甚大で通行止めになっている地区は含まれないが，震度 6 強以上の強い地震動に襲われた地域の電柱の被災状況を分析している．なお今回の被災は画像目視で 1/30 程度以上の傾斜としており，電力・通信を所管する会社の被害判定とは異なっているが，傾斜被害が発生しやすい要因の分析結果となっている．

２．電柱の地震被害

(1) 構造の特徴

電柱は電線を空中に固定するための支持物であり，電力ケーブルの場合は電力柱，電話ケーブルの場合には電信柱とよばれる．配線が重なる場合には電力と通信において共用することが多く共架柱とよばれる．高圧配電線を地上 10m 程度の高さに固定する場合には 15m 程度の柱が用いられ，柱長さの 1/6 程度を地中に埋めて地上部を安定させている．通信ケーブルは地上から 5m 程度の位置に固定される．電柱の設置間隔はおよそ 30mであり，道路占用物として道端に一定間隔で建てられている．

電柱は単独で用いられることは少なくケーブルで連結されている．設計荷重として自重，ケーブルの張力，風荷重が考えられている．材料的には木柱，コンコリート柱，鋼管柱があるが，木柱は廃止となっておりコンクリート製のものが多くを占める．構造重量を低減するために上に行くほど円環断面を小さくするテーパー型となっている．電柱だけでは安定させるのが困難な端末部や折れ曲がり部では支線，支柱といった付属物が設置される．個別に設計検討を行うことはなく，経験的に電柱の選定や補強対策が行われている．

(2) 電柱の地震被害

地震や台風により電柱は折損・傾斜することが知られている．図 1 に電柱に作用する力のイメージを示す．電柱の耐力あるいは支持地盤の耐力を上回る作用が被害の原因と考えられる．電柱と電線に作用する水平慣性力により地際が固定点となり曲げモーメントが発生するが，

鉄筋の強度以上の応力が作用すれば鉄筋は破断して折損する．柱上に変圧器がある場合などは曲げモーメントが大きくなりやすい．電柱自体が壊れなくても地中に埋設した部分の地盤の強度以上の力が作用すれば，地盤が降伏して電柱は安定を失う．いわゆる軟弱地盤では傾斜が多くなることが予想され，液状化地盤では自重により沈下することも知られている．ケーブル張力により互いに引っ張り合って安定していることから，一部の折損・傾斜が周囲に伝播することもある．電柱の折損・傾斜被害はケーブルの損傷の原因になるとともに道路交通の支障となる．

(3) 能登半島地震の被害数

北陸電力と NTT 西日本から能登半島地震の被害速報が出されている．北陸電力グループの速報によれば電柱の傾斜が約 2310 本，電柱折損が約 760 本，断線・混線が約 1680 箇所となっている．被災地域の総本数は不明である．また NTT 西日本の速報によれば倒壊・折損・大規模な傾斜は 380 本であり，倒壊 102 本，傾斜 278 本となっていて中継伝送路の 16 区間が断線している．地盤崩壊，液状化，倒木の影響が確認されている分が約 80 本であり，大部分は原因不明となっている．被災地全体の総数が報告されているが，その多くは奥能登地域と推定される．

(4) 無電柱化施策との関連

日本政府は 2016 年に無電柱化の推進に関する法律を制定し，防災性の向上，交通安全，景観・観光の観点から無電柱化を推進している．古くは大規模商業系地域やシンボルロードの電線類地中化が行われており，電線共同溝の整備が行われてきた．最近では 21 世紀になって頻発する自然災害に対処するために防災目的がメインとなり，緊急輸送路の無電柱化が進められている．電線類の被害は電線管理者の対応となるために道路の復旧に時間を要することから，原則として占用を制限する方向となっている．

しかしながら緊急輸送路の無電柱化には相当の時間を要することになり，地震時に電柱被害が多く発生する条件が明確になれば優先順をつけて効率的に無電柱化を進めることができる．

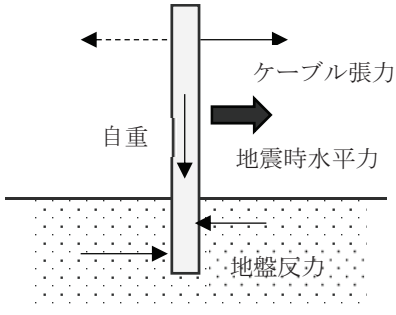


図 1　電柱に作用する力

３．車載カメラ映像の分析

(1) 分析手順

防災科学技術研究所は災害情報を一元化した防災クロスビューをインターネット公開している．そのコンテンツに走行動画があり，株式会社岩根研究所が提供する震災直後の車載カメラ映像が地図情報と紐づけされている．車が通行できた範囲だけに限定されるが，被災地域の全貌を眺めることができる．道端に建てられた電柱を連続して追跡することができることから，映像をコマ送りしながら電柱本数と被災電柱の判定を行った．

走行動画のルートの全長は膨大であり，また時間がたてば復旧が進むことも考え，1 月 8 日の七尾から珠洲にかけての動画と 1 月 11 日の輪島市内の動画に注目した．図 2 に対象とした走行動画のルートを示す．七尾から珠洲のルートは内浦街道におよそ沿っており，半島内の幹線道路であり地震時緊急輸送路となっている．また輪島市内は通行できる範囲で縦横に走っており，市街地の面的分布を知ることができる．

電柱傾斜角の画像分析を試みたがうまくいかなかったので目視判読により，傾斜の有無を判定した．すべての電柱が鉛直に建っているわけなく，常時においてもいくらかの傾斜やたわみが生じている．そこで地際の直径を参照してケーブル支持部が直径以上ずれている場合を傾斜の被害としてカウントした．電柱の傾斜角はおよそ 1/30 となるが，修理が必要かどうかはわからない．

(2) 分析結果

被害判定を市町ごとに整理した結果を表 1 に示す．対象地域の震度を表に入れているが揺れの強さは 6 強となる．輪島市では門前町が震度 7 であるが，今回対象としたとした地区は震度 6 強となっている．対象とした道路延長は 145.4km であり，電柱数は 4120 本，傾斜ありは 886 本となった．平均被害率は 21%であり，1km あたりの平均電柱数は約 28 本となっている．1km あたり 6 本の被害率になる．

一例として輪島市の判定結果を地図に整理した結果を示す．輪島市の市街地をくまなく走っており，特に鳳至町と河井町では赤丸が集中していて，住宅倒壊の多い地区に一致している．被災率でみると輪島市が最も高くなっており約 34%，次いで七尾市が約 28%となっている．能登町と穴水町は 10%未満と小さな数字になっている．輪島市は縦横に走った結果であるが，他の 4 市町は海沿いの幹線道の判読結果であり全体を表す数字ではない．地盤や地形の影響により被害率が異なると考えられる．

図 2　対象とする走行動画ルート

図 3　輪島市内の判定結果

4．被災原因の分析

前述のように電柱の被災は地盤や地形の条件によって変わると想定される．そこでいくつかの要因の地図に被害位置をプロットして傾向分析を行ってみる．微地形分類，標高，推定地震動，推定液状化発生確率との対比を行ったが，地震動と液状化の推定には微地形の条件が用いられているため，微地形の分析と同様の関係となった．

図 4 に被害本数が最も多かった輪島市の微地形と被害の関係及び標高と被害の関係を示している．電柱の傾斜は標高 5m以下の低地で発生しており，微地形では山側から後背湿地，三角州・海岸低地と砂洲・砂礫洲に相当する．埋立地には電柱が多くなかったが漁港周辺に集中している．やや標高が高くなった扇状地においても赤点が点在している．

図 5 に七尾市の微地形・標高の対比図を示している．七尾市は市内を巡回しておらず，幹線道に沿った被災状況となっている．標高図を見ると市街地の大半は標高 5m以下であるが，ところどころに丘陵があってアップダウンがあるのがわかる．三角州・海岸平野と砂礫質台地が多くを占め，その他の微地形がわずかずつ加わるルートになっている．

珠洲市，能登町，穴水町についても同様の分析を行って被害率に整理した結果を表 2 に示す．埋立地と後背湿地では 30%以上の被災率となり，三角州・海岸低地と砂洲・砂礫洲が 30%弱となる．丘陵と谷底平野は 10%以下となり，台地では 20%程度の被災率となった．

限られたデータであるが標高 10m 以下の低平地において電柱の傾斜が多く発生していることが確認された．今回の分析は傾斜の程度まで考えていないが，大規模な傾斜も同様の地区で多く発生していたと推察する．

5．おわりに

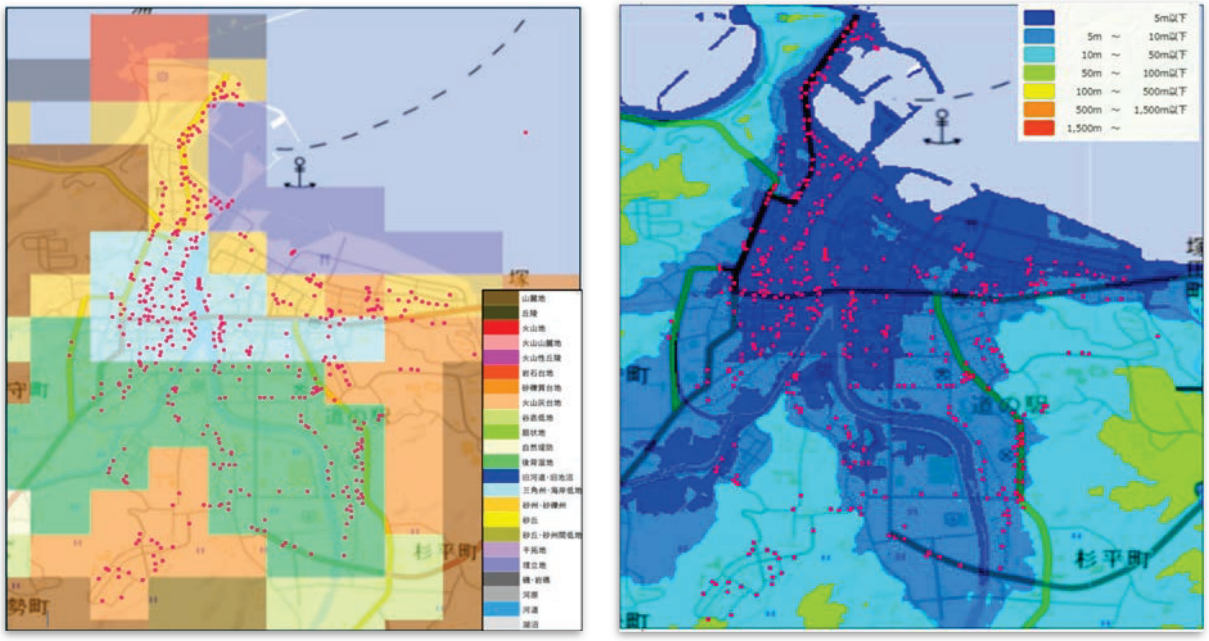
本稿は防災クロスビューに提供された令和 6 年能登半島地震の発生直後の走行動画を使って電柱の傾斜判定をした結果を報告している．震度 6 強程度であった被災地を対象に分析した結果，標高 10m 以下の低平地で被災率が高くなり，標高の高い丘陵地，台地では被災率が低く

表 1　市町ごとの被災率の集計表

	震度	全長 (km)	総電柱数(本)	被災電柱数(本)	被災率 (%)	撮影日
輪島市	6 強	49.7	1376	467	33.5	2024/1/11
珠洲市	6 強	18.7	472	76	16.1	2024/1/8
能登町	6 強	20.4	815	56	6.9	2024/1/8
穴水町	6 強	29.6	634	61	9.6	2024/1/8
七尾市	6 強	27	823	226	27.5	2024/1/8

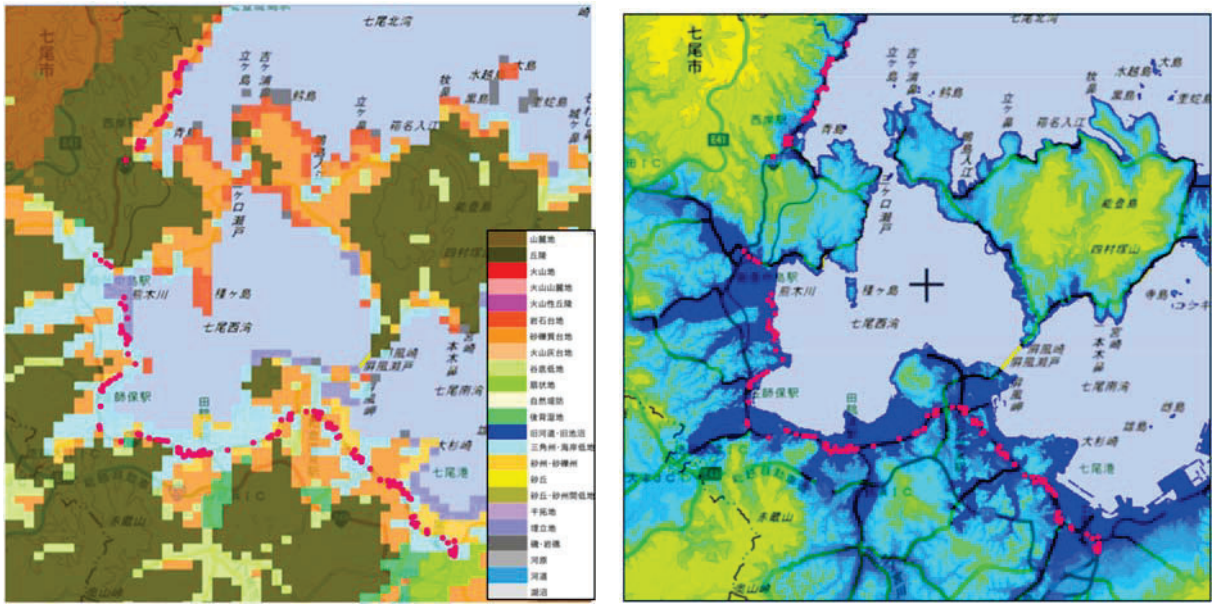
表 2　微地形区分ごとの被災率の集計表（単位は%）

	三角州・海岸低地	砂州・砂れき州	砂れき質台地	埋立地	後背湿地	谷底低地	丘陵	岩石台地
輪島市	36.3 (144/397)	36.2 (84/232)	26.6 (71/271)	45.7 (16/35)	32.9 (145/441)	—	—	—
珠洲市	12.3 (18/146)	21.8 (44/202)	7.5 (4/53)	15.4 (4/26)	—	20.0 (4/20)	8.0 (2/25)	—
能登町	17.6 (6/34)	0 (0/10)	3.7 (7/190)	—	—	7.6 (10/131)	7.3 (33/450)	—
穴水町	13.3 (31/233)	4.9 (2/41)	6.7 (1/15)	—	0 (0/15)	3.2 (1/31)	9.4 (24/255)	4.5 (2/44)
七尾市	33.8 (139/411)	39.7 (23/58)	24.6 (43/175)	40.0 (12/30)	—	13.3 (4/30)	5.6 (5/90)	34.5 (10/29)
全体	27.7%	28.2%	18.0%	35.1%	32.0%	9.0%	7.8%	16.4%



(a)微地形分類図　　(b)標高図

図 4　輪島市の要因分析



(a)微地形分類図　　(b)標高図

図 5　七尾市の要因分析

なることが確認された.

防災性の向上を目的として緊急輸送道路の無電柱化が進められているが，傾斜被災率が大きくなる低平地を優先して無電柱化を推進すれば地震時の道路交通への影響を低減できると考える.

今回の研究は目視判読により行ったが，画像分析は AI が得意とする分野であり，機械学習を使った自動判読の研究を進める予定である.

参考文献

1) 内閣府：令和 6 年能登半島地震に係る被害状況等について（R7.3.10）
2) 北陸電力送配電株式会社：令和 6 年能登半島地震の振り返り（R6,8.20 ）
3) NTT 西日本：被害速報資料
4) 防災科学技術研究所：防災クロスビュー，令和 6 年能登半島地震，走行動画.
5)岩根研究所：AE プロジェクト令和 6 年能登半島地震.
6) 防災科学技術研究所：地震ハザードステーション（J-SHIS）微地形分類図.
7) 国土地理院：地理院地図，標高図.

孤立集落対策に向けた道路被災リスクの事前検討に関する研究

Study on Pre-Consideration of Road Damage Risk for Countermeasures Against Isolated Communities

○千葉 啓広[1]，荒木 裕子[2]，木作 尚子[1]，平山 修久[1]
Yoshihiro CHIBA[1], Yuko ARAKI[2], Naoko KISAKU[1], and Nagahisa HIRAYAMA[1]

[1] 名古屋大学 減災連携研究センター
Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University
[2] 京都府立大学大学院大学 生命環境科学研究科
Graduate School of Life and Environmental Sciences, Kyoto Prefectural University

In this study, we focus on the access routes to the settlements, which are one of the factors causing delays in recovery and reconstruction, and organize risk information on emergency transportation roads in the mountainous areas of Aichi Prefecture, using the method of extracting road damage risk information using elevation data that we have studied in a previous report. In the future, we would like to include narrow roads in the last mile to each village, and organize a study procedure to solve the problem of isolated villages using such information and examine its issues.

Keywords *: isolated communities, assessment of road damage risk, earthquake disaster, prior consideration, Aichi*

１．はじめに

内閣府は，地震発生による道路の不通等で孤立する可能性がある集落は，全国で1万7千余に上ると推計し[1]，2024年1月1日に発生した令和6年能登半島地震（以下，能登半島地震）においても孤立集落の発生とその復旧・復興の困難さは改めて課題となっている．能登半島地震では，水道を主としたライフラインへの影響とともに救援及び，物資等の輸送の要である道路施設にも大きな影響を及ぼしている[2]．とくに，金沢と能登地域を結ぶのと里山海道及び能越自動車道，奥能登地域も含めて能登半島の沿岸域を広く周回する国道 249 号線に複数個所の被害をもたらし，能登半島地域の救援・支援・復旧に後れを伴う要因の一つとなった。国土交通省は，道路に対する主な被害箇所として石川県内の 57 箇所を整理している[3]。本稿では，復旧・復興に遅れを伴う要因の１つである集落のアクセス経路に着目し，既報[4,5]で検討した標高データを用いた道路被災リスク情報の抽出方法に基づいて愛知県の中山間地域を対象としたケーススタディを行う．その上で，こうした道路被災箇所の推定方法が，未災地域における災害時の物資輸送計画の再検討など，事前対策に寄与し得るか検討を行う。

２．研究方法とデータ

(1) 研究の方法

本研究では，まず能登半島地震における被災箇所と地形データとを重ね合わせ，一般的な道路被災箇所の推計方法と実際に被災した箇所の比較検討を行う．次に，この結果も踏まえて，近年に大きな被災はないものの災害時に孤立集落の発生が懸念される愛知県豊田市の中山間地域を対象地区として，道路データと地形データを用いた一般的な手法と筆者らが検討を行ってきている道路被災リスクの推定手法について，比較考察を行う．

(2) 作業イメージと使用データ

本研究の作業イメージを**図 1** に示す．地形データとしては，内閣府等の調査を参考に，国土数値情報及び，愛知県が提供する急傾斜地崩壊危険区域データを用いる．また，補足的に土砂災害危険箇所データの内，急傾斜地崩壊危険箇所および，地すべり地形の属性データを合わせて用いた．また，筆者らの道路被災リスクの推定においては，国土数値情報の緊急輸送道路のデータを道路中心線とし，このデータと数値標高モデル（DEM）データを重ね，道路中央との路肩部の標高差により盛土や切土等の道路形状や周辺の自然斜面の有無について，抽出を行う．抽出においては，道路中央部から両側およそ 25m の幅で行い，道路データの線分の始点から終点まで 50m 間隔で標高差の整理を行っている．本稿では，この整理結果の内，豊田市の対象地区における結果について述べる．なお，本研究では，橋梁及び，トンネルの区間については分析の対象外としている．

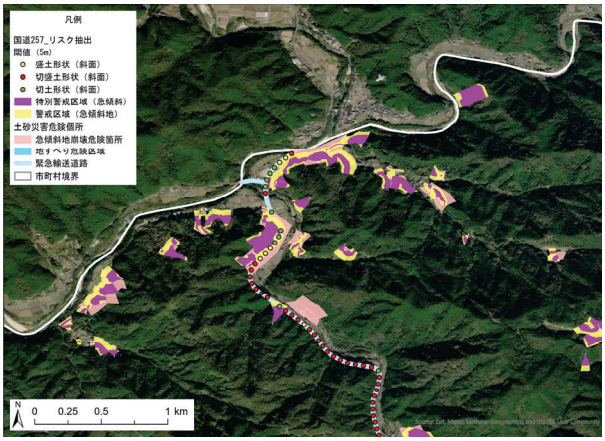


図 1．道路被災リスク検討のイメージ

３．能登半島地震の被災箇所の特徴

既報[5]で整理した，能登半島地震の道路被災箇所の特徴と一般的に孤立集落の分析に用いられる，地形データ

表1. 令和6年能登半島地震の主な道路被災箇所と地形データとの重なりの整理

路線名	被災箇所数	地形データとの重なり			
		斜面崩壊	地すべり	近接	なし
能登里山海道	20	0	2	3	15
能越自動車道	10	0	0	1	10
国道249号	10	0	2	0	8
県道38号他県道市道	9	0	4	0	5
合計	49	0	8	4	37

表2. 対象地区の緊急輸送道路の道路被災リスク抽出結果②（道路中央と路肩の標高差：±5m超の箇所）

路線名	被災想定箇所数	地形データとの重なり				不検出
		斜面崩壊	地すべり	近接	なし	
国道153号	159	74	0	45	37	3
国道257号	187	41	0	23	122	1

凡例　なし：地形データとの重なりのない被災想定箇所
　　不検出：地形データと道路データとの重なりがあるが，被災想定箇所として抽出できなかった箇所数
※道路中央と路肩の標高差がマイナスの値は盛土（または斜面），プラスの値は切土（または斜面）と推定される箇所（表3も同様）

表3. 対象地区の緊急輸送道路の道路被災リスク抽出結果②（標高差：－10m超，または＋20m超の箇所）

路線名	想定被災箇所		被災箇所の道路形状			地形データとの重なり	
	想定箇所	連坦数	盛土	切盛土	切土		
国道153号	73	22	44	2	27	9	40.9%
国道257号	91	18	50	22	19	10	55.6%

を地理情報システム（以下，GIS）上で重ね合わせ，被災箇所の想定可能性について，比較・検討を行う．

表 1 に，国土交通省が示す，能登半島地震における主な道路被災箇所 [3]の内，橋梁及びトンネルの区間と既報において被災箇所の特定が十分でないと判断した箇所を除いた 49 箇所の地形データとの重なりを整理した．この結果，能登里山海道と能越自動車においては，地すべり地形との重なりは 2 箇所，データとの近接は 4 箇所にみられたものの，被災箇所と地形データとの重なりのない地点が 8 割である．また，国道 249 号線と石川県道 38 号他県道市道では，6 箇所で地形データとの重なりはみられた．前者は，道路盛土の崩壊や亀裂が主な被災要因と被害報告 [3]において示されており，これらの土工の被災可能性については，地形データのみでは推定できない可能性が認められた．一方で，後者の国道及び県道などの被災要因は，自然斜面の崩壊を主なものであると報告されており，こうした対象では，一般的な地形データのみでも一定の被災リスクの抽出が可能であることが示唆されあるが，その割合は能登半島地震を対象とした今回の検討では約３割である．

４．対象地区におけるケーススタディ

(1) 対象地区とケーススタディの概要

対象地区は，愛知県豊田市の R 地区とする．豊田市は，市独自の地震被害予測調査 [6]を行っており，理論上最大及び，過去地震最大における地震動にともなう孤立集落の発生可能性をいずれも 203 箇所と推計している．R 地区は，地区内の全 11 の集落が孤立のリスクがあると示されている．また，豊田市市街地から最も遠い北東端にあり，道路等の被災の発生により，同市及び同県内からの災害時の支援が困難と推測される地区の 1 つである．

ケーススタディにおいては，緊急輸送道路を支援先として対象地区の 5 箇所の指定避難所と仮定し，道路被災箇所と道路を利用した支援の可能性について考察を行う．対象となる緊急輸送道路は，愛知県指定の国道 153 号線と国道 257 号線である．なお，大規模災害時は県外からの支援も期待される一方で，隣県においても一定の被災も考えられることから，本研究では，自機関並びに県内からの支援を検討の対象とする．

(2) ケーススタディの結果

表 2 に，道路中央と路肩の標高差±5m 超の箇所（道路形状）の抽出結果とその地点に対する地形データの重なりの状況をデータ種別ごとに整理した．本手法では，道路中央と路肩の標高差がマイナスの値は盛土（または斜面），プラスの値は切土（または斜面）と推定される箇所である．上記基準を満たす被害想定箇所は，国道 153 号線で 159 箇所であった．その内，地形データとの重なりは，斜面崩壊の属性のみの 74 箇所であり，半数に満たなかった．ただし，当該データに近接する地点を除くと，重なりの無い地点は 37 箇所となった．

一方で，上記基準で抽出されていない 3 地点において，

図2. 対象地区の指定避難所の分布と緊急輸送道路の被災リスクの想定
※対象地区にはA～Eの5箇所の指定避難所が立地する

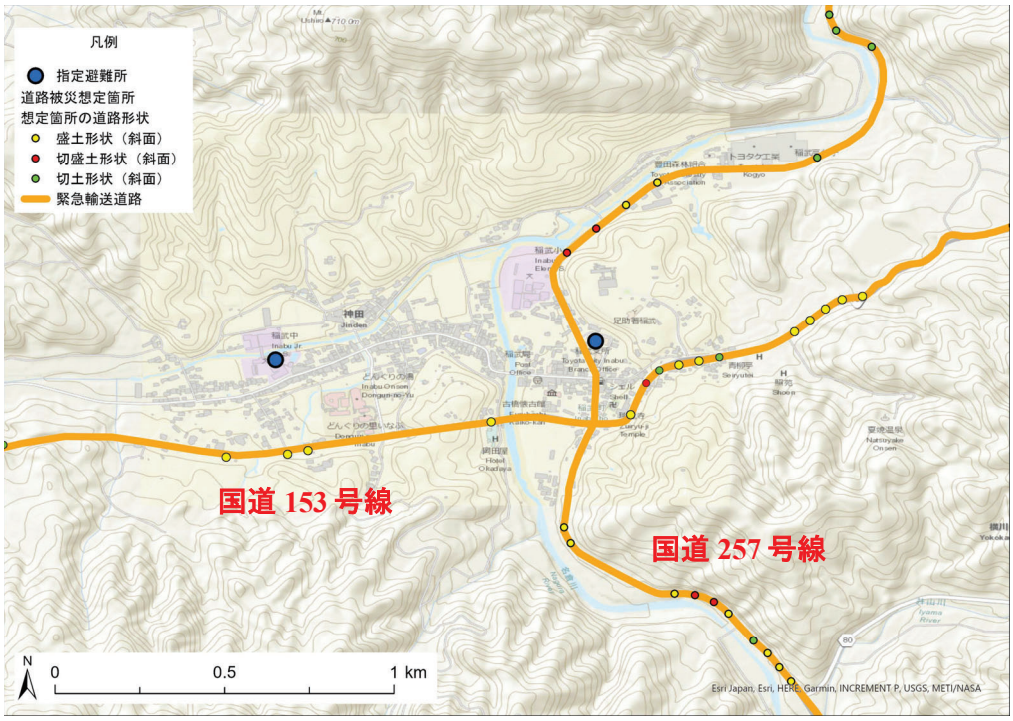


図3. 指定避難所と緊急輸送道路の想定被災箇所（例：指定避難所B及び，C）

道路データと地形データの重なりがみられた．次に，国道 257 号線では，被災想定箇所は，187 箇所であった．その内，地形データとの重なりは，斜面崩壊の属性のみの 41 箇所であり，半数を大きく下回った．当該データに近接する地点を除いても，重なりの無い地点は 122 箇所であり，国道 153 号線に比べその割合が多い結果となった．上記基準で抽出されていない 1 地点において，道路データと地形データの重なりがみられている．

以上にように，上記の閾値における想定被災箇所は多数抽出されたが，比較的規模の小さい盛土などの土工や自然斜面も含まれていると推測される．そこで，表 3 に，道路及び周辺の形状について，より土工や自然斜面の規模が大きく被災時の影響も大きいことが推測される，道路中央と路肩の標高差－10m 超，または＋20m 超の箇所の抽出結果とその地点に対する地形データの重なりについて整理した．なお，上記の閾値は，筆者が既報 [5]において示した，能登半島地震における主な道路被災箇所における標高差の平均値に基づいている．上記基準を満たす被害想定箇所は，国道 153 号線で 73 箇所，連坦（50m 間隔で抽出た被災想定箇所が連続している区間）している箇所を 1 地点とした場合は，22 箇所となった．国道 257 号線で 91 箇所，連坦している箇所は 1 地点とした場合は，18 箇所となった．地形データとの重なりを連坦箇所数に基づいて該当割合を見ると，153 号線では 50%に満たないが，257 号線では 55.6%であった．能登半島地震における地形データとの重なりにおける比較結果を踏まえると，本手法による抽出結果を補足的に用い，地形データに基づく分析を補間し得る可能性が推測される．

図 2 に，対象地区の 5 箇所の避難所と緊急輸送道路及び，その被災箇所の想定結果を示す．県内からの輸送支援に限った検討であるが，いずれの指定避難所への経路も，被災想定箇所が抽出される結果となった．また，図 3 に，指定避難所と緊急輸送道路の想定被災箇所の想定される輸送経路上の位置関係がわかる詳細図の例として，指定避難所 B 及び，C の周辺をマクロなスケールで示す．

いずれの指定避難所においても，図の左方（西側）の豊田市市街地及び，下方（南側）の設楽町からの輸送を行う場合において，複数の被災想定箇所が示されている．**表 4** に，指定避難所に至るまでの対象地区内の経路における，想定被災箇所数を示す．

被災箇所の連坦を考慮しても D 避難所では，国道 153 号線を利用する経路上に最大 24 箇所の想定がある．一方，指定避難所 B 及び，C の周辺をマクロなスケールで示す．経路上の想定被災箇所が最も少ないのは，避難所 A と C の 6 箇所であった．こうした支援先となり得る場所への経路における被災リスクの差異が事前に明らかになることで，リスクの想定に応じた異なる対応や優先順位の検討も可能となる可能性がある一方で，本稿では対象地区内かつ，緊急輸送道路に限られた検討であり，道路ネットワークの全体やラストワンマイルの道路を対象とした検討も必要である．

５．まとめ

本稿では，復旧・復興に遅れを伴う要因の１つである集落へのアクセス経路に着目し，既報で検討した標高データを用いた道路被災リスク情報の抽出方法について，愛知県の中山間地域の緊急輸送道路の被災リスクの整理

表 4．指定避難所に至るまでの想定被災箇所数

避難所	想定被災箇所数（連坦を考慮）	
	R153経由	R257経由
A	6	14
B	11	8
C	12	6
D	24	18
E	18	12

を行った．この結果，能登半島地震における道路の主な道路被災箇所の地形的特徴と一致する比較的規模の大きな盛土（自然斜面）形状並びに，切土（自然斜面）形状を抽出し得ることが示された．また，一般的に道路の被災リスクの想定に用いられる急傾斜地崩壊危険区域や地すべり地形ののみでは，そのリスクの事前想定には不十分である可能性が示された．

しかし，この研究では，過去の道路被災箇所のデータは能登半島地震のみを扱っており，より複数の災害における道路被災箇所を用いた検討を行い，簡便な手法に基づく孤立集落対策に利用可能なデータとなるよう検討を続けていきたい．また，今回の検討の対象は，緊急輸送道路に指定されている主要な道路を対象としているが，今後は，各集落へのラストワンマイルの細い道路を対象としたリスク情報整理も検討を行うとともに，孤立集落の課題解決に向けた施策立案や対策を進める上で必要な住民と行政の共通理解や合意形成を図る際の検討手順の整理も含め，こうした情報の活用における課題について精査したい．

謝辞

本研究の調査手法については，応用地質株式会社の利藤房雄氏にご助言をいただきました。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献

1) 内閣府：中山間地等の集落散在地域における 孤立集落発生の可能性に関する状況 フォローアップ調査，2014. https://www.bousai.go.jp/jishin/chihou/pdf/20141022-koritsuhoukokusyo.pdf

2) 内閣府：令和 6 年能登半島地震による被害状況等について（令和 6 年 6 月 25 日現在），https://www.bousai.go.jp/updates/r60101notojishin/r60101notojishin/index.html，2024 年 6 月 25 日閲覧.

3) 国土交通省：令和 6 年能登半島地震道路復旧見える化マップ, https://www.mlit.go.jp/road/r6noto/index2.html， 2024 年 6 月 25 日閲覧.

4) 千葉啓広, 倉田和己, 利藤房男：基礎自治体職員の活用を目的とした道路盛土の簡易的抽出方法及び被災可能性の検討, 災害情報， No. 20-2, pp. 297-308, 2022.

5) 千葉 啓広：令和 6 年能登半島地震により発生した石川県内における道路被害の概要, 自然災害科学, 43 巻, 3 号, p. 437-448, 2024.

6) 豊田市：豊田市地震被害予測結果報告書,2015.

常時微動観測に基づく横断歩道橋の振動特性の考察
Consideration on the vibration characteristics of a pedestrian bridge based on microtremor observations

○深津 宗祐[1]，江口 拓生[1]，中村 友紀恵[1]，山田 雅行[1]，羽田 浩二[1]
Sosuke FUKATSU[1]，Hiroki EGUCHI[1]，Yukie NAKAMURA[1]，
Masayuki YAMADA[1]，Koji HADA[1]

[1] (株)ニュージェック
NEWJEC Inc.

Microtremor observations were conducted to investigate the vibration characteristics of a pedestrian bridge. Based on observation records at five stations on the pedestrian bridge and at six stations on the surrounding ground, particle motions, spectral ratios and coherence in several frequency bands were calculated. Vibration characteristics of the pedestrian bridge, focusing on the connection between the main girder and stairway sections, were discussed. Vibration characteristics during earthquakes were also discussed.

Keywords *: Pedestrian bridge, MicroTremor, Particle Motion, Spectral Ratio, Coherence*

１．はじめに

横断歩道橋の振動調査は，既往の研究で数多く実施されている．門田ら(2015)[1]は，一部損傷した歩道橋の補修前後において歩道橋を人力加振して振動を計測し，波形記録の減衰自由振動波形やパワースペクトルを基に，歩道橋の固有振動数，減衰定数，モード形状について解析し，補修個所の抽出を試みている．金ら(2015)[2]は，FRP 部材を有する歩道橋を人力加振して振動を計測し，多次元の自己回帰モデルを用いて推定した固有振動数について，Stabilization Diagra や Stability Criteria を用いて振動特性を抽出し，FRP 部材を有する歩道橋の安定性について検証している．以上のような振動調査・解析は道路橋においても多く実施されており，十分な実績を有していると考えられる（例えば，長山ら(2003)[3]，岡林ら(2004)[4]，宮下ら(2012)5[]）．

これらの振動調査は，主に歩道橋の主桁や部材の健全性を調査することを目的として実施されている．しかし，歩道橋全体の振動特性について議論された研究は多くない．さらに，歩道橋の地震時の振動特性や耐震性，地盤の震動特性との関係性について議論された研究はほとんどない．過去には，2022 年福島県沖の地震（M7.4）において福島県相馬市の歩道橋の階段部が主桁から外れた事例 [6]があり，歩道橋の耐震性に関する検討は喫緊の課題であると筆者は考えている．

清川ら(1999)[7]は，図面に基づき歩道橋の解析モデルを構築し，地震応答解析を実施することにより，歩道橋の耐震性について検討している．しかし，実際の歩道橋の振動特性や地盤の震動特性との関係性について十分調査されておらず，歩道橋の耐震性に関する議論は十分でないと考えられる．

本検討では，歩道橋全体の振動特性の解明を目的として，常時微動観測を実施する．深津ら(2022)[8]は，全国の歩道橋約 25 施設を対象として常時微動観測を実施し，歩道橋と地盤の振動特性の関係性の大まかな傾向について評価している．しかし，歩道橋全体の振動特性を詳細に分析したものではない．本検討では，深津ら(2022)において常時微動観測を実施した歩道橋のうち 1 施設について，観測点を増やして詳細に常時微動観測を実施し，歩道橋全体の振動特性について考察する．

２．常時微動観測

(1) 常時微動観測の実施

本検討は，鹿児島県鹿屋市に位置する横断歩道橋（深津ら(2022)の No. 21）を対象として，歩道橋及び周辺地盤において常時微動観測を実施した．対象とする歩道橋の桁長は，現地で実測した結果 17.8m である．対象の歩道橋を**図-1** に示す．

図-1　常時微動観測を実施した横断歩道橋

常時微動観測には，白山工業(株)製の加速度計 JU210 を用いた．本検討では，歩道橋の主桁に 3 地点（中央，両端），2 つの階段部の踊り場に各 1 地点，地盤に 6 地点の計 11 地点に加速度計を設置し，自然状態の振動を 15 分間計測した．歩道橋における観測地点の位置関係を**図-2** に示す．このとき，地震計の南北方向を橋軸方向に合わせて設置し，全ての地震計を同じ方向に揃えている．また，全ての地震計を GPS により時刻同期し，記録のサンプリング周波数は 100Hz とした．ただし，15 分の間に歩道橋の上を歩行者が数人通行し，また歩道橋の下の道路では車が頻繁に通行した．

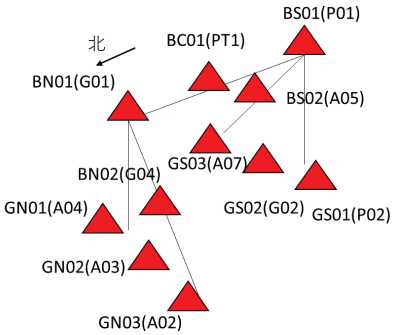


図-2　対象施設における観測地点の位置関係

(2) スペクトル比とコヒーレンス

全11地点の3成分の15分間の観測記録（加速度記録）のうち，毎分0.00～40.96秒の計15区間を取り出し，フーリエ変換した．算定されたフーリエ・スペクトルをParzenウィンドウ（バンド幅0.2Hz）で平滑化し，任意の2地点の組合せに対する同時記録のスペクトル比とコヒーレンスを，各成分について算定した．スペクトル比は幾何平均を計算することとし，平均を行う区間の抽出方法は，全15区間（All），振幅の大きな5区間（High），振幅の小さな5区間（Low）の計3パターンとした．また，コヒーレンスを平均化する際の区間の抽出方法も，スペクトル比の幾何平均の算定と同じく計3パターンとした．これらの結果は，後ほど必要に応じて記載する．

(3) 歩道橋の粒子軌跡

全11地点の3成分の15分間の観測記録（加速度記録）のうち，毎分0.00～40.96秒の計15区間を取り出し，それぞれ0.5～1.0Hz，1.0～2.0Hz，2.0～4.0Hz，4.0～8.0Hz，8.0～16.0Hzの計5つの周波数帯のバンドパスフィルターを適用して変位波形を算定し，各区間の20秒付近の約5サイクルの粒子軌跡を描画した．全15区間のうち振動の小さい区間の橋軸方向の加速度時刻歴を**図-3**に，粒子軌跡を**図-5**（次のページ）に示す．

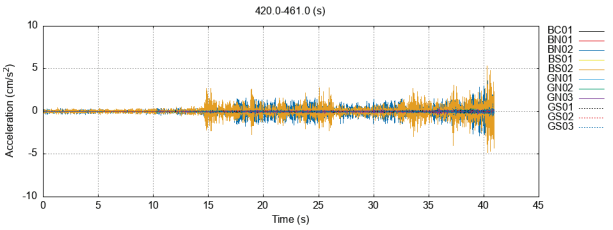


図-3　歩道橋の加速度時刻歴

3．観測結果の考察

各周波数帯における歩道橋の振動特性について考察を行い，地震時に想定される現象について議論する．

(1) 0.5～2.0Hz 付近

0.5～1.0Hz，1.0～2.0Hzの粒子軌跡によると，歩道橋上の観測点はあらゆる方向に振動している．これは，振動の大きい区間も小さい区間も同じである．また，地盤上（GN01）と橋脚上（BN01）の観測点のスペクトル比とコヒーレンスを**図-4**に示す．0.5～2.0Hz付近では，橋軸方向が5～10倍程度，橋軸直角方向が2～3倍程度である．

深津ら(2022)は，歩道橋の橋脚のピーク周波数を4.1Hz，主桁のピーク周波数を8.3Hzと推定している．0.5～2.0Hz付近はこれらのピーク周波数より低いため，歩道橋は地盤と同様に振動すると思われるが，歩道橋の振動の方が

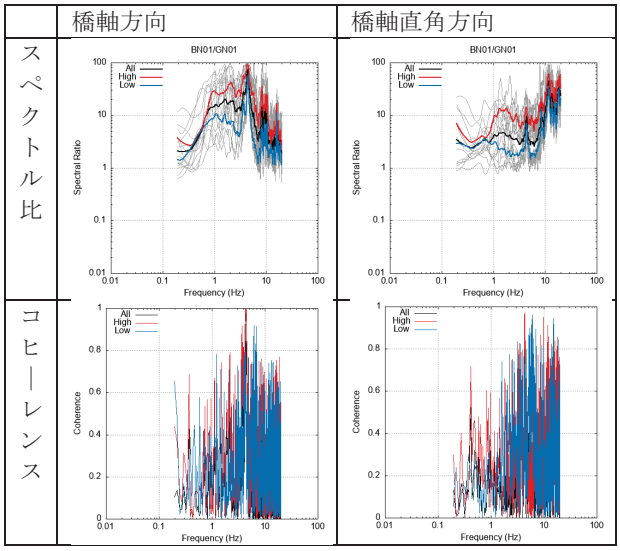


図-4　橋脚上（BN01）と地盤上（GN01）の2地点におけるスペクトル比（上図），コヒーレンス（下図）

大きい．これは，コヒーレンスが1でなく，抽出区間によりスペクトル比がばらつくことから，歩道橋と地盤の常時微動の振動源が異なり，歩道橋が地盤とは関係なく振動をしているためと考えられる．今後，地震観測によりS/N比の良い記録を取得することや，有限要素解析により構造特性を明らかにすることが望ましい．

(2) 2.0～8.0Hz 付近

2.0～4.0Hz，4.0～8.0Hzの粒子軌跡によると，歩道橋上の橋軸方向の振幅は地盤と比べて明らかに大きい．**図-4**の振動が小さい区間（Low）の橋軸方向のスペクトル比（BN01/GN01）によると，4.1Hz付近に100倍程度の明瞭なピークが確認される．よって，2.0～8.0Hz付近における歩道橋の振動は，主桁と橋脚のラーメン構造としての振動モードが卓越すると考えられる．

また，歩道橋上の橋軸直角方向の振幅は，橋軸方向と比べて非常に小さい．これは，階段部の存在により，主桁部の橋軸直角方向の振動が抑制されている可能性が考えられる．一般的な歩道橋は，階段部が主桁部にフックで引っ掛けられる構造が多い．対象の歩道橋の構造については把握できていないが，フックにより接続されているのであれば，主桁部の橋軸方向の振動は抑制しないが，橋軸直角方向の振動を抑制することは十分に考えられる．

図-4の振動が小さい区間（Low）の橋軸直角方向のスペクトル比（BN01/GN01）によると，橋軸方向と同じ4.1Hz付近に10倍程度のピーク確認される．このピークは，橋軸方向の振動モードが橋軸直角方向の成分に現れたものと考えられる．また，2.0～8.0Hz付近のスペクトル比は，2倍程度と大きくない．よって，この周波数帯では主桁部において橋軸直角方向の振動モードがないために，橋軸方向の振動が卓越している可能性も考えられる．

また，主桁部（BN01）と階段部（BN02）のスペクトル比とコヒーレンスを**図-6**に示す．スペクトル比と2.0～4.0Hz，4.0～8.0Hzの粒子軌跡によると，橋軸方向の振幅は階段部が主桁部の0.5倍程度であり，橋軸直角方向の振幅は1.0倍程度である．また，4.0Hz程度より低周波数側では，振幅が小さい区間（Low）のコヒーレンスが1に近い．以上より，2.0～8.0Hz付近では，階段部は主桁部と剛結に近い状態であり，階段部の橋軸方向と橋軸直角方向の振動は，主桁部の振動により励起されて発生している可能性が考えられる．

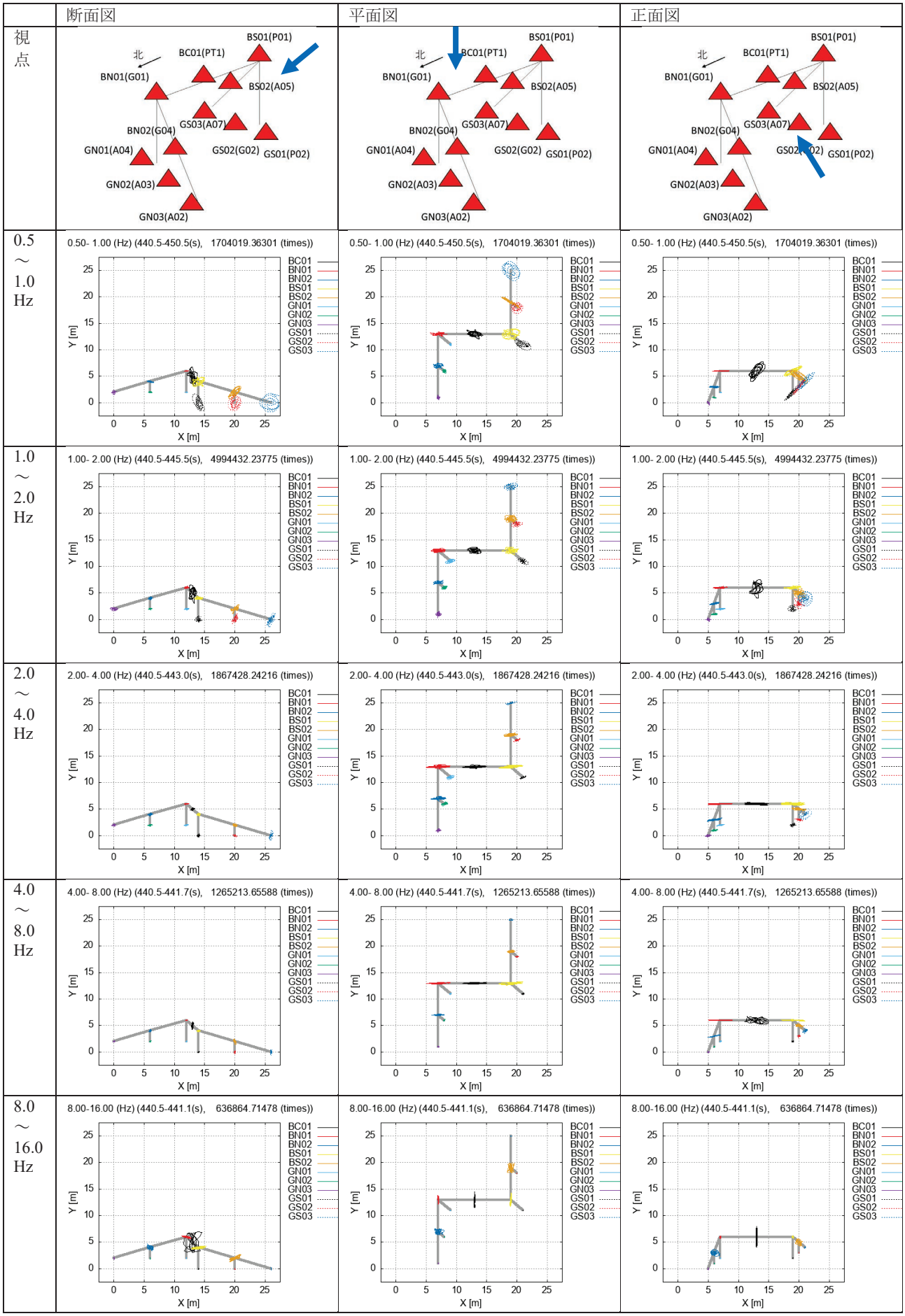


図-5　歩道橋の粒子軌跡（各図のタイトルは周波数帯，抽出時間，変位の倍率を示す）

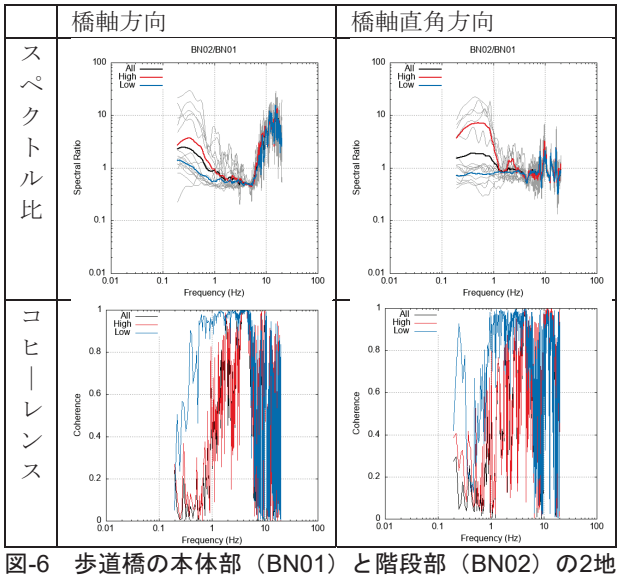


図-6　歩道橋の本体部（BN01）と階段部（BN02）の2地点におけるスペクトル比（上図），コヒーレンス（下図）

以上より，この周波数帯において歩道橋は，地震時に主桁部の橋軸方向の振動が卓越して階段部が付随し，橋軸直角方向には階段部の存在により振動が抑制され，地盤と同様に振動すると考えられる．ただし，主桁部と階段部の接続箇所の地震時の挙動については，有限要素解析などにより確認する必要がある．

(3) 8.0～16.0Hz 付近

8.0～16.0Hzの粒子軌跡によると，主桁の上下のたわみの振動が卓越している．端部（BN01）と中央（BC01）のスペクトル比とコヒーレンスを**図-7**に示す．振動が小さい区間（Low）の上下方向のスペクトル比によると，主桁のピーク周波数は8.3Hz付近である．また，橋軸方向のスペクトル比とコヒーレンスは共に1付近であるため，主桁は橋軸方向にはほとんど剛であると考えられる．

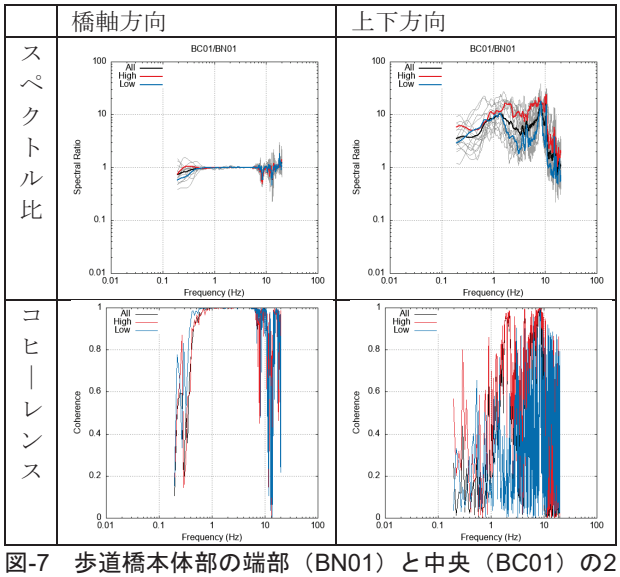


図-7　歩道橋本体部の端部（BN01）と中央（BC01）の2地点におけるスペクトル比（上図），コヒーレンス（下図）

図-4 の水平 2 方向のスペクトル比（BN01/GN01）によると，9Hz付近と15Hz付近にピークがある．これらは，主桁と橋脚のラーメン構造における 2 次，3 次の振動モードである可能性が考えられる．なお，1 次と考えられる4.3Hz と比べるとそのピーク倍率は小さい．

また，8.0～16.0Hz 付近では，**図-4** の橋軸直角方向のスペクトル比（BN01/GN01）の倍率が全体的に大きい．これは，**図-6** の橋軸直角方向のスペクトル比やコヒーレンス（BN02/BN01）が 1 に近いことから，階段部が卓越して振動して主桁部が励起されている可能性が考えられる．**図-4** の橋軸直角方向のスペクトル比（BN01/GN01）や**図-6** の橋軸方向のスペクトル比（BN02/BN01）には，11Hz 付近にピークがある．そのため，階段部のピーク周波数は11Hz付近である可能性が高い．また，**図-6** の橋軸方向のスペクトル比（BN02/BN01）の倍率が全体的に大きいのは，橋軸直角方向では 2.0～8.0Hz と同様に振動が拘束されているのに対して，橋軸方向では階段部が主桁部と独立して振動している可能性が考えられる．これは，階段部が主桁部にフックで引っ掛けられる構造であるとすれば，十分に考えられる振動状態である．

以上より，この周波数帯において歩道橋は，地震時に階段部の振動が卓越し，橋軸直角方向については主桁部が付随して振動すると考えられる．

4．まとめ

本検討では，歩道橋において常時微動観測を実施し，周波数帯ごとに振動特性の考察を行った．本検討では，対象の歩道橋において階段部が主桁部にフックで引っ掛けられる構造であると仮定したうえで考察している．今後，実際の構造について調査したうえで考察を行い，有限要素解析などにより整合性を確認する必要がある．

謝辞

鹿児島県鹿屋市の横断歩道橋で常時微動観測を実施させていただいたことに感謝いたします．

参考文献

1) 門田峰典，宮森保紀，綿崎良祐，三上修一，齊藤剛彦：実損傷を有する横断歩道橋の補修によるモード形状の変化，土木学会構造工学論文集，Vol. 61A，pp. 143-152，2015.
2) 金哲佑，林厳，鈴木康夫，橋本国太郎，杉浦邦征，日比英輝：補強を有する FRP 歩道橋の振動特性推定と FE モデル構築，土木学会論文集 A2 (応用力学)，Vol. 71，No. 2 (応用力学論文集 Vol. 18)，I_841-I_848，2015.
3) 岡林隆敏，奥松俊博，中宮義貴：常時微動に基づく AR モデルによる構造物振動数の高精度自動推定，土木学会論文集，No. 759/ I -67，pp. 271-282，2004.
4) 長山智則，阿部雅人，藤野陽三，池田憲二：常時微動計測に基づく非比例減衰系の非反復構造逆解析と長大吊橋の動特性の理解，土木学会論文集，No. 745/ I -67，pp. 155-169，2003.
5) 井上和真，植村佳大：2022 年 3 月 16 日福島県沖で発生した地震の緊急被害調査の報告（第二報），2022/3/19.
6) 清川喜博，大西隆，森崎啓，馬渡あかね：鋼立体横断歩道橋を対象とした非線形動的応答解析による耐震設計，第 25 回地震工学研究発表会講演論文集，pp. 813-816，1999.
7) 深津宗祐，江口拓生，中村友紀恵，山田雅行，羽田浩二：横断歩道橋に対する常時微動観測で得られた振動特性，地域安全学会梗概集，No. 50，pp. 39-40，2022.

様々な地震動に対する弾塑性応答解析に基づく建物共振指標の妥当性の検証

Validation of Building Resonance Index
Based on Elasto-Plastic Response Analysis using Various Earthquake Ground Motions

○時重 健実[1]，三浦 弘之[1]，川名権[2]，鈴木康介[3]
Takemi TOKISHIGE[1] , Hiroyuki MIURA[1] , Ken KAWANA[2] and Kousuke SUZUKI[3]

[1] 広島大学　大学院先進理工系科学研究科
Graduate School of Advanced Science and Enginerring, Hiroshima University
[2] あいおいニッセイ同和損害保険株式会社，広島大学　オープンイノベーション本部
Aioi Nissay Dowa Insurance Co., Ltd., Headquarters for Open Innovation, Hiroshima University
[3] レトロフィットジャパン協会
Retrofitting Japan Institute

The authors proposed an index (R-value) to evaluate a resonance risk of an building during earthquakes by natural frequencies of the building and the ground obtained from microtremor measurement. This study validated the applicability of the proposed R-value for evaluating earthquake responses of a building by elasto-plastic dynamic response analysis using various ground motion data. From the analysis of maximum story drift ratio and the input ground motion intensities, we confirmed that R-values is effective for evaluating the maximum drift ratio when the PGA of the input motion is smaller than 200 cm/s^2.

***Keywords** : Building Resonance Index, Elasto-Plastic Response Analysis, Natural Frequency*

１．はじめに

筆者らは，地盤と建物の微動計測から得られるそれぞれの固有周波数から，地震時に建物が共振しやすいかどうかを表す指標として式(1)のような R 値を提案した [1)]。

$$R = \frac{1}{\left|\left(logf_{m1} - logf_g\right) \times \left(logf_{m1} + 2\right)\right|} \qquad (1)$$

ここで，R は R 値，f_{m1} は建物の 1 次固有周波数，f_g は地盤の固有周波数である。過去に共振により被害を受けた建物では他の建物と比べて，R 値が高い値となることを示した。地震が発生する前に，地震時における建物の危険度を評価し，それを周辺住民や建物使用者に対して提示するには，R 値の違いによる建物応答を評価する必要がある。しかし，地盤と建物の固有周波数の違いが建物応答に及ぼす影響については十分に検討されていない。

そこで本研究では，R 値の妥当性を検証することを目的として，振動特性がある程度把握できている建物を対象として，様々な固有周期をもつ入力地震動を用いて弾塑性応答解析を行った。R 値と最大相関変形角などの建物応答との関係を調べることで，R 値の有効性および適用範囲について検討した。

２．対象建物とそのモデル化

R 値は主に中高層の RC 造，SRC 造の建物を対象としている [1)]。また，モデルの作成にあたり，振動特性を把握するために地震時の計測記録がある建物が望ましいため，条件を満たす建物として，広島大学工学部 A2 棟を対象とした。地下 1 階から地上 8 階までの 9 階建てであり，4 階までが SRC 造，5 階からが RC 造となっている。微動計測により得られた 1 次固有周波数は 1.73Hz である。

解析ソフトは OpenSees を用いた。モデルは地下階を剛とし，1 自由度多質点系モデルを用いた。各階の階高は 3.5m とした。各階の面積は平面図より，1141.56 ㎡とした。各階の質量は RC 造建物の一般的な質量 1t/㎡を用いて 1141.56t とした。

復元力特性は修正武田モデルを用いた。A2 棟周辺の地表付近での地震記録を入力地震動として得られた 8 階の解析結果が，実際の 8 階の地震記録と近く，かつ 1 次固有周波数が 1.73Hz になるように，表 1 のように各階の初期剛性 k_{x1}，第 2 剛性 k_{x2}，第 3 剛性 k_{x3}，第 1 降伏荷重 Q_1，第 2 降伏荷重 Q_2 を設定した。除荷時剛性低下指数は 0.4 である。

表 1：モデルの設定値

	k_{x1}(10^6kN/m)	k_{x2}(10^6kN/m)	k_{x3}(10^3kN/m)	Q_1(kN)	Q_2(kN)
1階	3.83	0.96	3.83	6476.53	19429.60
2階	3.63	0.91	3.63	6131.60	18394.80
3階	3.37	0.84	3.37	5688.00	17064.01
4階	3.04	0.76	3.04	5142.29	15426.87
5階	10.63	2.66	10.63	4489.15	13467.45
6階	8.81	2.20	8.81	3719.65	11158.94
7階	6.67	1.67	6.67	2816.36	8449.09
8階	4.11	1.03	4.11	1734.32	5202.95

図 1 は 2014 年伊予灘での地震（M6.2）での計測記録と解析結果の比較の一例，図 2 はそれぞれのフーリエスペクトルと地震動とのスペクトル比である。解析結果において 5～10Hz の高周波数成分が多く含まれているが，波形や固有周波数などはおおむね一致している。

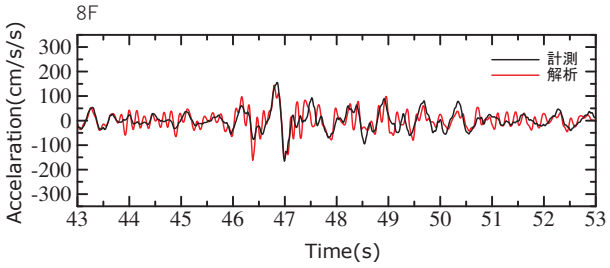


図 1：計測記録と解析結果の比較

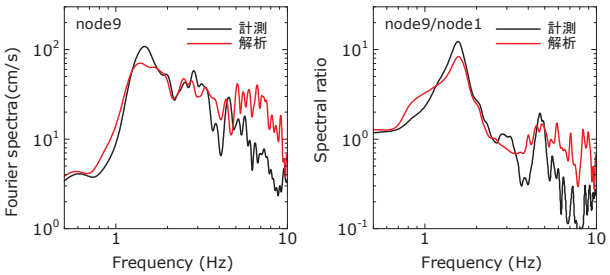


図 2：フーリエスペクトルの比較

3．入力地震動の選択

入力地震動は防災科学技術研究所の K-NET で観測された記録を用いた。PGA が 50～100cm/s/s（Case1）および 100～200cm/s/s（Case2）程度の地震動と，PGA200cm/s/s 以上の地震動として PGV を 50cm/s に規準化した地震動（Case3）の 3 種類で結果を比較した。各地点の f_g は地震時の水平動/上下動スペクトル比 [2]のデータベースによる値を用いた。各ケースにおいて，R 値が小さくなる地点と大きくなる地点が同数程度になるように観測地点を選択した。1 つの観測地点につき南北方向と東西方向の 2 つの記録を用いている。各ケースの地点数と f_g の範囲は表 2 に示すとおりである。

表 2：各ケースの地点数と f_g の範囲

	地点数	f_gの範囲(Hz)
case1	15	1.11～11.56
case2	14	0.85～7.22
case3	23	0.42～9.75

4．解析結果

PGA が 50～100cm/s^2 および 100～200cm/s^2 程度の地震動での結果がそれぞれ図 3，4 である。R 値が大きくなると，最大層間変形角，最上階の最大変位が共に大きくなる傾向がみられる。このことは，R 値が地震時の建物応答の大きさを事前に評価するのに有効であることを示している。

一方で，PGV を 50cm/s に規準化した地震動での結果が図 5 である。R 値と最大層間変形角や最大変位の関係にはバラツキが大きく，両者に明瞭な関係がみられない。図 6 は Case1～3 の代表的なケースでの建物上階と地盤のフーリエスペクトル比を表す。振幅の大きい Case3 では明らかに固有周波数が低周波数側に移動しており，塑性化の影響が強く表れていることがわかる。このように建物の固有周波数が大きく変化する大振幅時には，R 値は建物応答の予測には有効でないことがわかった。

5．結論

本研究では様々な入力地震動を用いて建物の弾塑性応答解析を行い，R 値の有効性および適用範囲について検討した。PGV が 50cm/s 程度の大きな地震動では建物の非線形化の影響により，R 値と建物応答の関係は明瞭にみられなかったが，PGA が 200cm/s^2 程度までの地震動であれば，R 値により地震時の建物応答，すなわち共振のしやすさをある程度評価できることが示された。

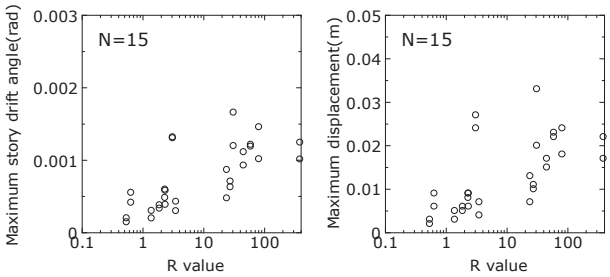


図 3：PGA が 50～100cm/s/s の地震動での結果

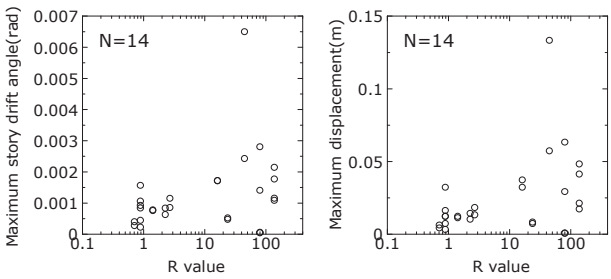


図 4：PGA が 100～200cm/s/s の地震動での結果

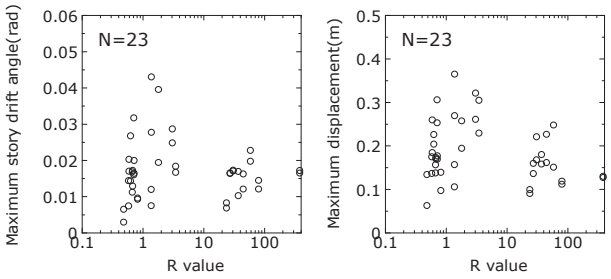


図 5：PGV が 50cm/s の地震動での結果

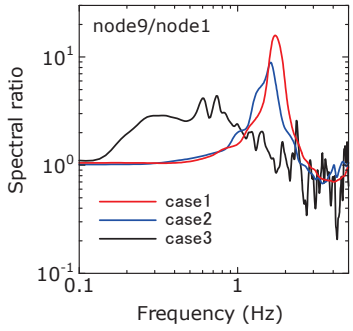


図 6：8F/1F のフーリエスペクトル比

謝辞

本研究では，防災科学技術研究所 K-NET の地震観測データを利用した。

参考文献

1)時重・三浦：微動計測に基づく地盤と建物の地震危険度指標に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集 構造 II,165-166,2024

2) Zhu *et al.*：An open-source site database of strong-motion stations in Japan: K-NETand KiK-net (v1.0.0), *Earthquake Spectra*, 37(3),2126-2149,2021

表面波探査による白紫池（宮崎県）火口縁の振動特性の分析

Analysis of Vibration Characteristics of the Crater Rim of Lake Byakushi (Miyazaki Prefecture) Using Surface Wave Exploration

○江口 拓生[1]，山田 雅行[2]，羽田 浩二[3]，藤野 義範[3]，吉見 雅行[4]，栗田 哲[5]
Hiroki EGUCHI[1], Masayuki YAMADA[2], Koji HADA[3], Yoshinori FUJINO[3], Masayuki YOSHIMI[4] and Satoshi KURITA[5]

[1] 株式会社ニュージェック 港湾・海岸グループ
Port and Coastal Engineering Group, NEWJEC Inc.
[2] 株式会社ニュージェック 研究開発グループ
Research and Development Group, NEWJEC Inc.
[3] 株式会社ニュージェック 建築グループ
Architecture Group, NEWJEC Inc.
[4] 産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門
Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
[5] 東京理科大学 工学部
Faculty of Engineering, Tokyo University of Science

The authors showed in previous studies that a part of the crater rim of the volcanic lake Byakushi vibrates extremely large. In this study, first, we analyzed high dense microtremor observations in the previous studies to identify the large vibration sites at the creater rim. Second, we conducted surface wave exploration at the same location to reveal the S-wave velocity structure of the ground. It was confirmed that the areas with large vibrations had lower S-wave velocities compared to the surrounding ground. It is considered that these site characteristics contribute to the large vibrations.

Keywords *: Byakushiike, Creater rim, Vibration characteristics, Microtremor observation, Surface wave exploration, S-wave velocity*

１．はじめに

白紫池（宮崎県）は，九州南部の霧島連山に位置しており，最高標高 1363m，直径約 600m，周囲約 2km のほぼ円形の火口縁を有する火口湖である．火口湖は，火口に水が溜まってできた湖である．白紫池の位置を**図-1** に示す．

山田ら(2022) [1]は，**図-2** に示す白紫池の火口縁において常時微動を観測し，火口縁の一部が極端に大きく振動することを示した．山田ら(2023) [2]は，大きく振動する火口縁の西側において，**図-3** に示す通り，高密度な常時微動観測を実施した．しかし，これらの既往研究は，観測点間の振動特性の違いや大きな振動の要因まで明らかにしていない．

本稿は，まず山田ら(2023) [2]の高密度な常時微動観測の結果を再整理し，大きく振動する箇所を特定した．次に，大きく振動する箇所で表面波探査を実施し，地盤の S 波速度構造を推定することにより，火口縁の大きな振動特性の要因について分析した．

２．白紫池（宮崎県）の火口縁における常時微動観測結果の再整理

山田ら(2023) [2]の高密度な常時微動観測の結果を再整理した．常時微動観測は，白山工業(株)製の JU210 を用いて実施された．観測点は，火口縁の大きく振動する箇所において火口縁沿いに配置した 7 地点と，登山口付近の定点 1 地点を加えた合計 8 地点である．観測時間は 15 分間とし，8 地点の同時観測が実施された．これらの同時観測が，**図-3** に示す合計 4 通りの配置（A～D）に対して実施された．サンプリング周波数は 100Hz とし，南北，東西，上下の 3 成分の常時微動を観測した．常時微動観測の実施状況を**図-4** に示す．

図-1　白紫池の位置図（地理院地図に加筆）

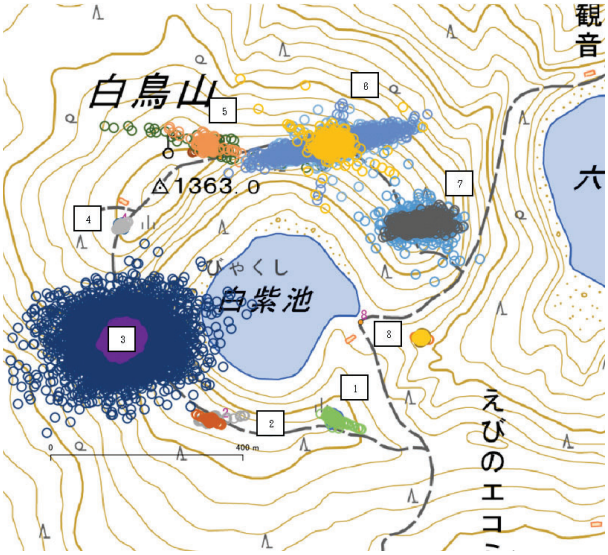


図-2　白紫池における大きな振動箇所（山田ら(2022) [1] より引用）

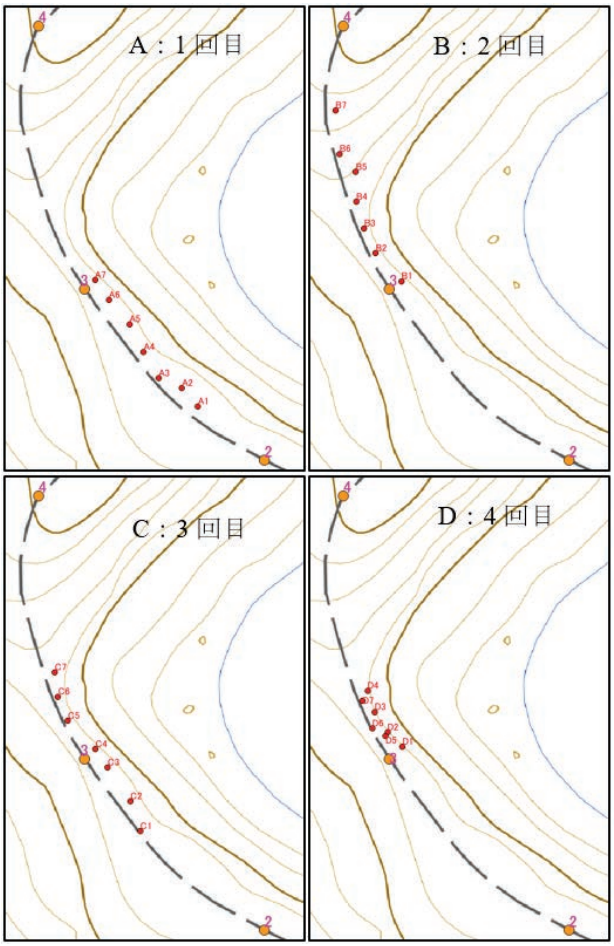


図-3　常時微動観測の観測点配置（山田ら(2023) [2] より引用）

山田ら(2023) [2] の常時微動観測は，2022 年 12 月と 2023 年 6 月に実施された．しかし，2022 年 12 月の観測では，気温が低いために機器が上手く作動しなかったことなどが確認されている．本稿においては，2023 年 6 月の観測結果を用いた．

図-4　常時微動観測の実施状況（写真）

各観測点の定点に対するフーリエスペクトル比を図-5，図-6 に示す．本稿におけるフーリエスペクトル比は，観測時間 15 分間のうち毎分 0.00～40.96 秒の区間を 15 区間抽出し，火口縁沿いの各観測点のフーリエ振幅が小さい 5 区間の各観測点と定点の間のフーリエスペクトル比をそれぞれ算定し，5 区間の対数平均を取ったものである．なお，ここでは各観測点と定点の東西成分に対するフーリエスペクトル比を示す．

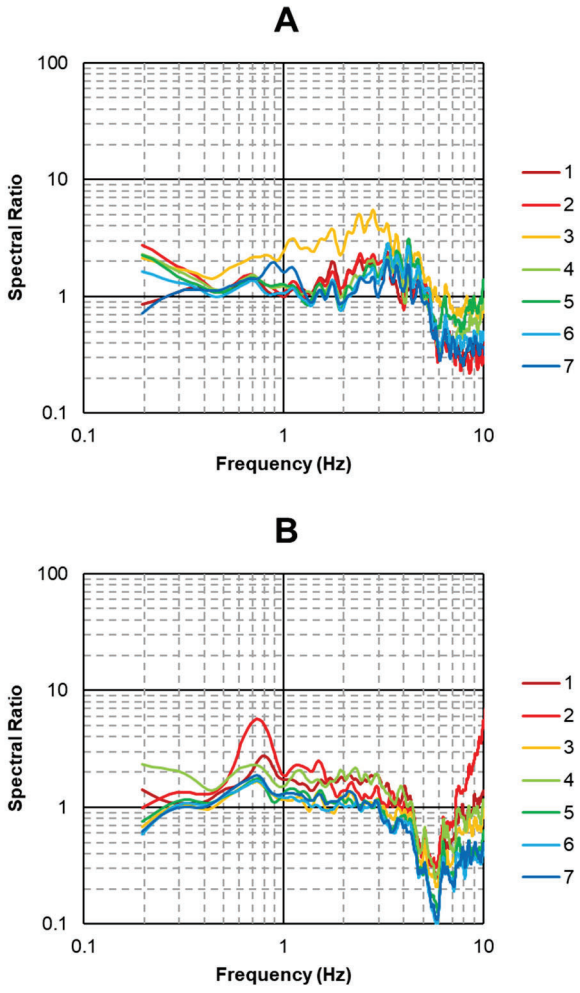


図-5　各観測点と定点の間のフーリエスペクトル比（その 1，東西成分）

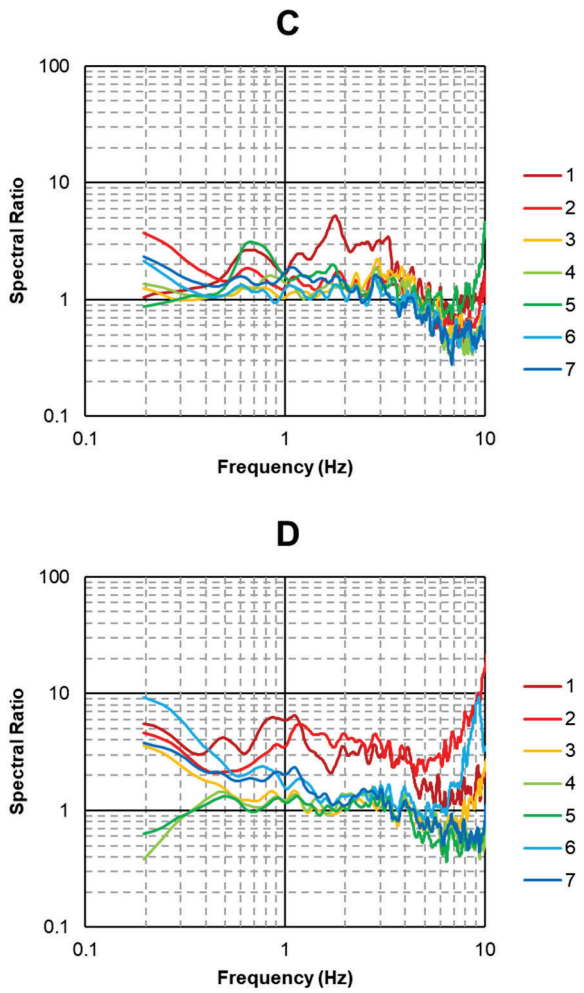


図-6　各観測点と定点の間のフーリエスペクトル比（その 2，東西成分）

基本的には，どの周波数帯においてもスペクトル比は 1 程度となることが確認された．ただし，B2，D1，D2 においては 0.8～1.2Hz 付近の振幅が大きく，A3，C1 においては 2.0～3.0Hz 付近の振幅が大きいことが確認された．上記の 2 つの振幅が大きくなる観測点は，**図-7** に示す通り概ね同じような場所に位置しているため，大きな振動は地盤特性による可能性が高いと考えられる．

ただし，設置地点は火口縁の遊歩道であり，設置場所によっては遊歩道直下にある樹木の根や石の影響を受けている可能性や，風により振動している樹木の影響を受けている可能性がある点に留意する必要がある．

3．白紫池の火口縁における表面波探査の実施

火口縁が大きく振動する箇所において表面波探査を実施した．表面波探査は，応用地質(株)製の McSEIS-SXW を用いて実施した．起振はカケヤにより行い，受振は Geospace 社の 4.5Hz の速度型地震計（上下成分）により行った．受振点間隔は 1m，受振点数は 12 点とし，1 測線を 11m とした．起振点は，測線端部から外側に 0.5m の位置と，各受振点の中間の計 13 点に設定したうえで，各起振時の受振記録をそれぞれ取得した．表面波探査は，**図-7** に示す連続した 4 測線において実施した．**図-7** には，先述の常時微動観測の観測点位置も合わせて示す．表面波探査の実施状況を**図-8** に示す．表面波探査は，2024 年 11 月に実施した．

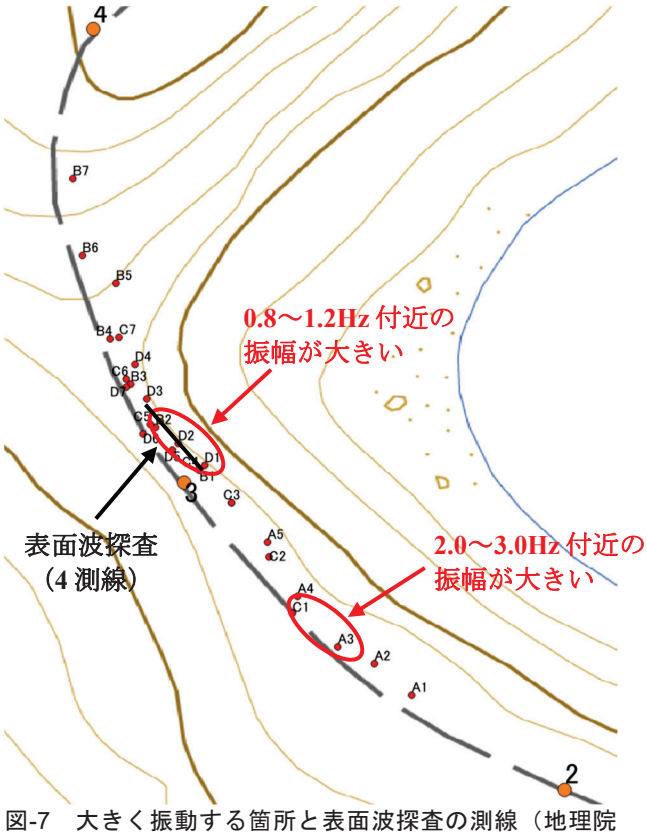


図-7　大きく振動する箇所と表面波探査の測線（地理院地図に加筆）

図-8　表面波探査の実施状況（写真）

各受振点の位相分散曲線は，複数の起振時の記録から中心位置が共通となるトレースを集めて処理する CMP（Common Mid Point）解析により算定した [3]．各受振点の S 波速度構造は，位相分散曲線の逆解析により推定した各点の構造を基に，水平方向の連続性を考慮して平滑化等の処理を行ったうえで，設定した．

地盤の S 波速度構造の推定結果を**図-9** に示す．**図-9** は，4 測線でそれぞれ推定した S 波速度構造を，水平方向に繋げて表示したものである．今回は， S 波速度の値が各測線の境界付近で大きく変わらないことを確認しており，4 つの測線全体を繋げて S 波速度構造を評価しても問題ないと考えた．また，地表標高も測線内で多少変化しているが，4 測線の全長約 40m に対して標高が大きく変わらないことを現地で確認しており，4 つの測線で地表標高を深度 0m と統一して S 波速度構造を評価しても問題ないと考えた．

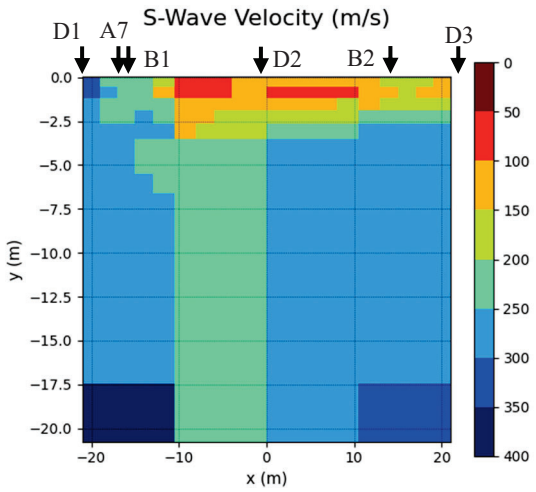


図-9　地盤の S 波速度構造の推定結果

はじめに，表面波探査の測線と常時微動観測点の対応関係について整理した．観測写真等を踏まえ，D1，A7，B1，D2，B2，D3 が概ね表面波探査の測線に含まれ，B3，D4 が測線の少し外側に位置することを確認した．各観測点の位置を図-9 に反映した．また，測線に含まれる各観測点の定点とのフーリエスペクトル比（東西成分，南北成分）を図-10 に示す．

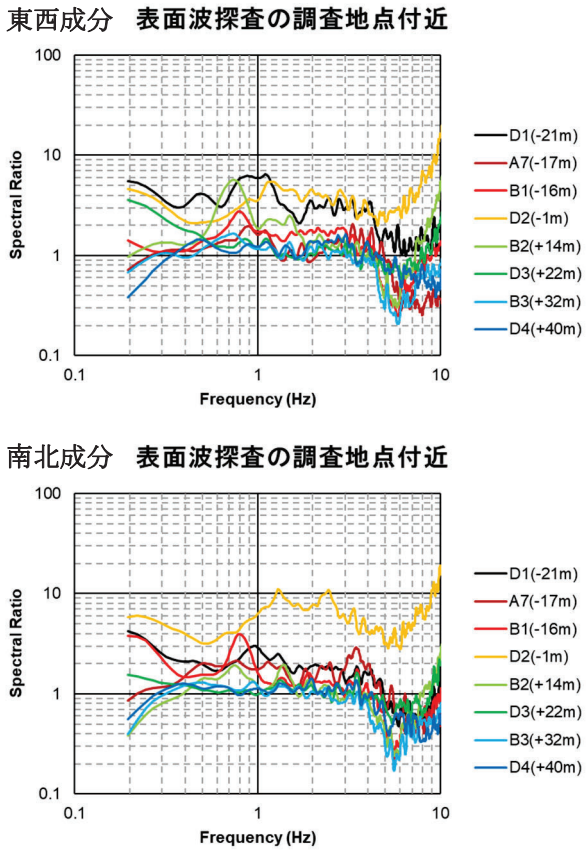


図-10　表面波探査の実施箇所付近のフーリエスペクトル比（上図：東西成分，下図：南北成分）

特に大きく振動している D2（-1m）の地表付近では，S 波速度が 100m/s を下回る軟弱な層が確認された．また，その下方の層も S 波速度は 200m/s 程度とあまり大きくなく，対象地点付近は岩ではなく堆積層で構成されている可能性が考えられる．また，比較的大きく振動している B1 から B2 に至る区間の地表付近では，下方や区間の外側と比べて地盤の S 波速度が全体的に小さい．そのため，上記区間付近は局地的な盆地構造のようになっていると考えられる．これらの地盤特性は，振動の増幅に繋がりやすい要因であることが一般的に知られている．そのため，対象地点付近の大きな振動が地盤特性による可能性が高いと言える．

なお，大きな振動が確認されている D1（-21m）は S 波速度が大きいなど，上記の推察と異なる結果も得られている．そのため，今後更なる調査が必要と考えている．

また，表面波探査により得られた位相分散曲線を確認すると，現在の受振点間隔では波長の短い位相波を捉えられていない可能性があり，実際の地盤の S 波速度が更に小さい可能性があることも確認している．そのため，受振点間隔を短くして再観測を行うことも必要であると考えている．

4．おわりに

本稿は，火口縁の一部の大きな振動が地盤特性による可能性が高いことを示した．対象地点付近は尾根沿いであるため，地盤の S 波速度が小さいことにより，地震時の大きな振動が斜面崩壊等に繋がる可能性も考えられる．そのため，今後更なる調査を行い，必要に応じて安全対策を行うことが望ましいと考えられる．また，今回調査した箇所だけでなく，火口縁の他の箇所においても同様な事象や特性が確認されないか，今後調査することが望ましい．

最後に，研究者や実務者等からの要請があれば，本稿における常時微動観測の生データ（Win 形式）や，表面波探査の生データ（テキスト形式）を提供することが可能である．

謝辞

宮崎県の白紫池で常時微動観測，表面波探査を実施させていただいたことに感謝いたします．

1) 山田雅行，栗田哲，羽田浩二，深津宗祐，江口拓生，藤野義範，吉見雅行：常時微動による複数の火口縁の振動特性の比較，第 49 回（令和 4 年度）地域安全学会研究発表会（春季），2022.
2) 山田雅行，江口拓生，羽田浩二，深津宗祐，藤野義範，森田真弘，吉見雅行，栗田哲：高密度常時微動観測による白紫池（宮崎県）火口縁の振動特性の分析，令和 5 年度土木学会全国大会第 78 回年次学術講演会，2023.
3) 林宏一，鈴木晴彦，斎藤秀樹：人工振源を用いた表面波探査の開発とその土木地質調査への適用，応用地質技術年報，No. 21，2001.

1944 年 12 月 10 日の滋賀県北部の地震(M5.3)における観測震度の妥当性に関する研究

A Study on the Validity of Observed Seismic Intensity in the Northern Shiga Earthquake (M5.3) on December 10, 1944

内村優太[1]，北村昌卓[2]，平井敬[3]
Yuta UCHIMURA[1], Masataka KITAMURA[2] and Takashi HIRAI[3]

[1] 大和大学 理工学部
Faculty of Science and Engineering, Yamato University
[2] 元 兵庫県立大学 大学院減災復興政策研究科
Former member, Graduate School of Disaster Resilience and Governance, University of Hyogo
[3] 兵庫県立大学 大学院減災復興政策研究科
Graduate School of Disaster Resilience and Governance, University of Hyogo

On December 10, 1944, an earthquake with a magnitude of 5.3 and a focal depth of 8 km struck the northern part of Shiga Prefecture. The maximum seismic intensity was reported as III (3) in Hikone, and no damage was reported in newspapers at the time. The magnitude, observed seismic intensity, and the reported damage appear to be inconsistent. In this study, the validity of the observed seismic intensity was examined by comparing the calculated seismic intensity and its probability distribution, based on ground motion prediction equation, as well as by referencing similar earthquakes. The results suggest that the observed intensity may be underestimated.

***Keywords** : 1944 Shiga Earthquake, seismic intensity, ground motion prediction, probability distribution, underestimation*

1. はじめに

1944 年 12 月 10 日，滋賀県彦根市を震源とする地震が発生した．気象庁の震度データベース[1)]によると，発生時刻は午前 1 時 15 分，マグニチュードは 5.3，震源の深さは 8 km であり，最大震度は彦根市城町（以下，彦根観測所と呼ぶ）における震度IIIである．

この地震は，当時の新聞報道に地震の記事がほとんどなく，また記事がある場合でも被害に関する記載がない．具体的には，神戸新聞[2)]，朝日新聞（大阪版）[3)]には地震発生に関する報道があったものの，被害についての記述は見られなかった．地震が近畿一帯に広がりを見せたにもかかわらず，毎日新聞（大阪版）[4)]は震源を遠州灘と報じており，誤報と考えられる．一方，京都新聞（滋賀版）[5)]や朝日新聞（滋賀版）[6)]に至っては，この地震に関する記事そのものが掲載されていない．通常，マグニチュード 5.3 の内陸の浅い地震であれば，震央付近では計測震度 5 前後の揺れがあったと想定される．そのため，この地震の規模と被害程度が整合しないように見受けられる．観測された震度が実際の揺れを過小評価している可能性，あるいは本当に被害がない程度の揺れであった可能性の両方が考えられる．

本研究では，簡便法地震動予測の手法を用いて，この地震による震央付近での揺れを推定し，観測された震度の妥当性を明らかにすることを目的とする．

2. 調査方法

(1) 簡便法地震動予測手法による震度の算出方法

本研究では，地震動の強さを評価するため，簡便法地震動予測の手法を使用した．これは，地震の規模（マグニチュード），震源深さ，および断層最短距離をもとに，経験式により地震動の最大値を計算し，地盤特性（平均 S 波速度）に基づく地盤増幅率を考慮して地表震度（計測震度）に変換する方法である．各段階で用いる経験式には様々なものが提案されているが，本研究では地震調査研究推進本部による『震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）』[7)]にて取りまとめられた地震動予測式（距離減衰式）を用いる方法に準拠した．

具体的な計算過程は次のようになる．まず，司・翠川(1999)[8)]による工学的基盤上面における最大速度 PGVb(cm/s)の計算式

$$\log_{10} \mathrm{PGV_b} = 0.58 + 0.0038M_{\mathrm{w}} - 1.29\log_{10}(D + 0.0028 \cdot 10^{0.50M_{\mathrm{w}}}) - 0.002X \quad (1)$$

に基づき，基盤での地震動を算出した．ここで M_{w} はモーメントマグニチュード，D は震源深さ(km)，X は断層最短距離(km)である．本研究で検討対象とした地震については震源断層が判明していないため，断層最短距離を震源距離で代用した．

次に藤本・翠川(2006)[9)]の地盤増幅率 AF の計算式

$$\log_{10} \mathrm{AF} = 2.367 - 0.852 \cdot \log_{10} \mathrm{AVS30} \quad (2)$$

に基づき，最大速度の増幅率を算出した．ここで AVS30 は表層 30 m の平均 S 波速度(m/s)である．本研究では，AVS30 の値は防災科学技術研究所による「地震ハザードステーション(J-SHIS)」[10)]にて公開されている値を使用した．

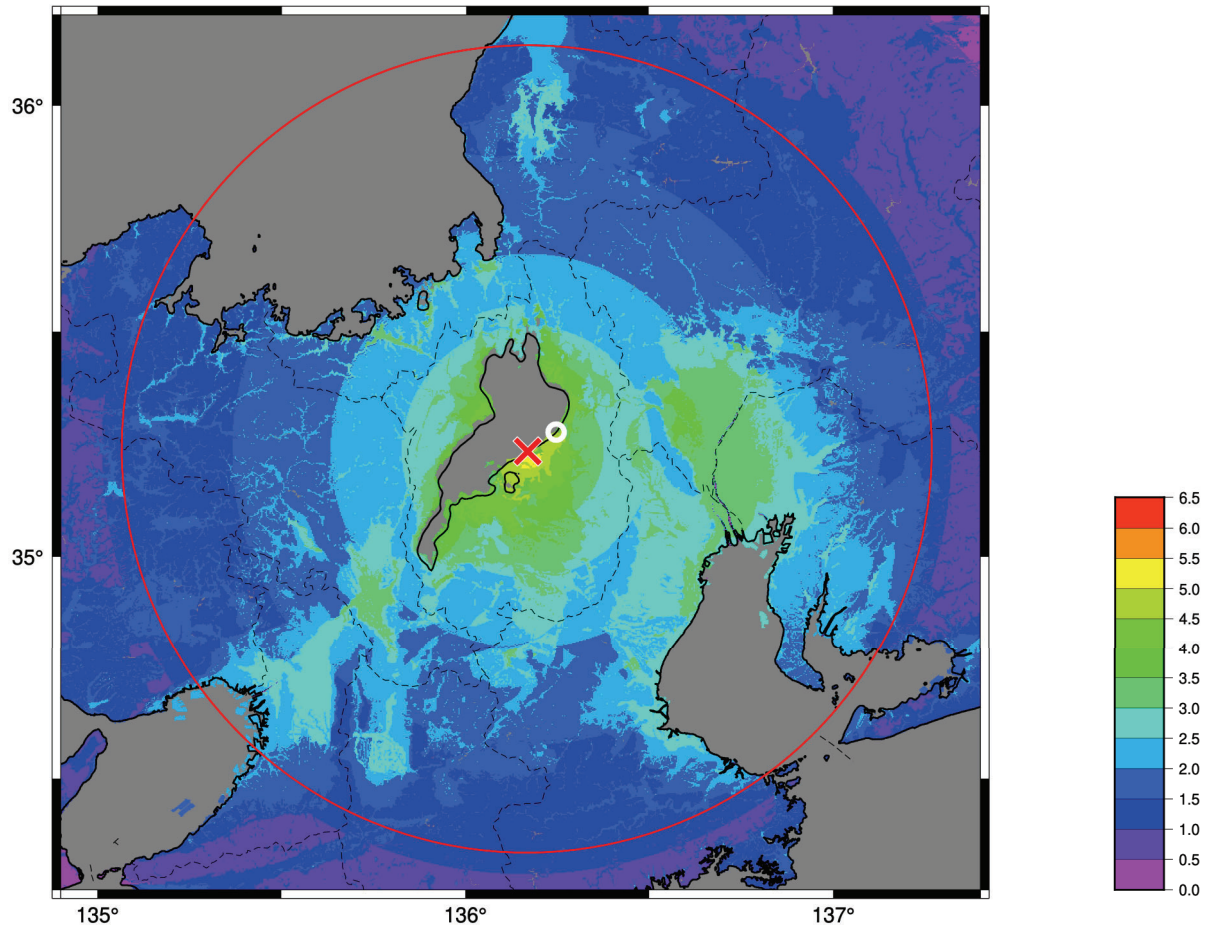


図 1 1944 年 12 月 10 日の地震による推定震度分布(平均)

次に，地表の最大速度 PGV の計算式

$$\mathrm{PGV} = \mathrm{AF} \times \mathrm{PGV_b} \tag{3}$$

に基づき，地表の最大速度を算出した．ここで PGVb は式(1)で算出した値，AF は式(2)で算出した値である．

最後に，藤本・翠川(2005)[11]による計測震度 I の計算式

$$I = 2.002 + 2.603 \cdot \log_{10} \mathrm{PGV} - 0.213 \cdot \{\log_{10} \mathrm{PGV}\}^2 \quad (4 \leq I) \tag{4}$$

$$I = 2.165 + 2.262 \cdot \log_{10} \mathrm{PGV} \quad (I < 4) \tag{5}$$

に基づき地表の計測震度を計算した．ここで PGV(cm/s)は式(3)で算出した値である．

(2) 各式の確率密度関数による確率分布

簡便法地震動予測は，震源パラメータや地盤特性から地震動の最大値を予測し，それを基に震度を算出する手法である．これらの予測式はいずれも経験的に導かれた回帰式であり，それぞれがばらつきを伴う．このため，計算結果の揺らぎを考慮するには，計測震度を決定論的な値ではなく確率変数として扱う必要がある．

厳密には気象庁マグニチュードからモーメントマグニチュードへの換算や断層最短距離の見積もりにおいても揺らぎを考慮する必要があるが，ここでは経験式を用いることによるばらつきに注目する．計測震度の確率密度関数は以下の 2 重積分によって求められる．

$$P(I) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} P_I(I|y) P_y(y|x) P_x(x)\, dx\, dy \tag{10}$$

ここで x，y はそれぞれ $\log_{10}$ PGVb，$\log_{10}$ PGV であり，P_x は x の確率密度関数，P_y は x を仮定したときの y の条件付き確率密度関数，P_I は y を仮定したときの I の条件付き確率密度関数である．式(1)，(2)，(4)，(5)にはいずれも標準偏差が示されている．P_x，P_y，P_I，をそれぞれ予測式による計算値を平均とし，与えられた標準偏差を有する正規分布の確率密度関数で表すこととした．

式(10)の計算にあたり，本研究ではモンテカルロシミュレーションによる数値的な方法を使った．各段階の変数について正規乱数を用いて 100 万通りのサンプルを作成し，計測震度の確率分布を求めた．

3. 結果

(1) 震度分布の計算結果

図 1 に，1944 年 12 月 10 日の地震(M5.3)に対して推定される震度分布を示す．計測震度を 0.5 刻みで色分けして可視化した．図中の×印は震央を示し，その周囲の円は式

(1)の適用範囲である震央からの半径 100 km の範囲を示している．また，白丸は彦根観測所の位置を示す．

この図から，震央付近では震度が高く，震源から離れるにつれて震度は低下する傾向が見られる．しかし，地盤条件の違いにより，必ずしも距離にのみ依存して震度が変化するわけではなく，局所的に震度が高くなる地域も存在している．

図 1 において，彦根観測所では計測震度が 4.5 と推定された．一方，観測された体感震度はIIIであった．国土交通省気象庁・総務省消防庁(2009)[12]によれば，旧震度IIIは計測震度に換算するとおおよそ 2〜3 程度に相当するとされており，地震動予測式により平均的に推測される震度よりも低い評価となっている．

(2) Mw・断層最短距離と計測震度の関係

第 3 章(1)では，1944 年 12 月 10 日の滋賀県北部の地震のモーメントマグニチュードを気象庁マグニチュード 5.3 で，彦根観測所の断層最短距離を震源距離 11.6 km でそれぞれ代用した．しかし，実際にはモーメントマグニチュードはやや異なる値の可能性があり，断層最短距離は震源断層の広がりを考えるとこの値よりも小さいはずである．そこで，図 2 にモーメントマグニチュード・断層最短距離と彦根観測所での計測震度推定値の関係を示す．図中に描かれている 3 色の実線は，計測震度がそれぞれ 2.5，3.0，3.5 となるモーメントマグニチュードと断層最短距離の組み合わせを示しており，黒の点線は M_w = 5.3 を示している．

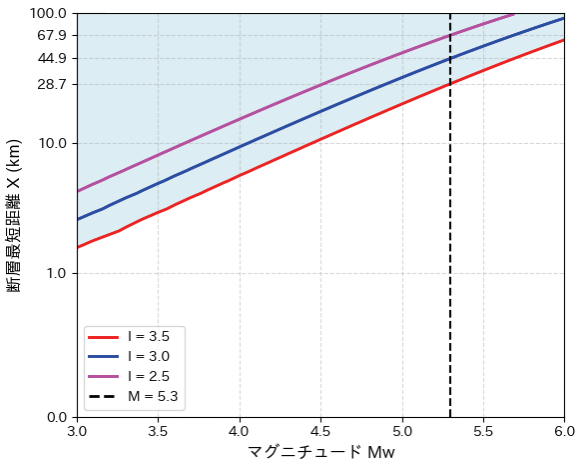


図 2 マグニチュード・断層最短距離と計測震度の関係

図 2 を見ると，各震度の線と M_w = 5.3 の交点となる断層最短距離は，彦根観測所の断層最短距離（11.6 km より小さいはずである）よりもかなり大きい値となっている．そのため，観測された震度III（計測震度 2 ~ 3 に相当）という値は，予測に基づけば「震源から遠い場所」で観測されるべき値であると言える．すなわち，彦根観測点での観測震度と計測震度推定値との乖離は，モーメントマグニチュードや断層最短距離の見積もり方に起因するものではないと考えられる．

(3) 計測震度の確率分布

これまでの節で用いてきた簡便法地震動予測に基づく震度推定値は，あくまでも経験式を利用した平均的な震度であり，現実の地震では様々な要因によりばらつきが生じることが想定される．本節では，このような震度のばらつきを統計的に評価するため，第 2 章(2)で定義した震度の確率密度関数(PDF)に基づき，1944 年 12 月 10 日の地震における彦根観測所での計測震度の確率分布を求めた．

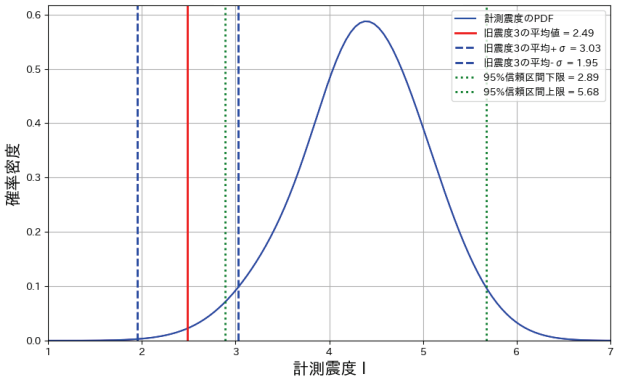


図 3　計測震度の確率分布

図 3 に，この地震に関してモンテカルロシミュレーションを用いて推定した震度の確率分布を示す．横軸が計測震度，縦軸がその確率密度を表し，青色の実線は得られた PDF を示している．また，国土交通省気象庁・総務省消防庁(2009)[12]による旧震度IIIの平均的な計測震度への換算値（平均 2.49）を赤色実線で，その±1σ 範囲(1.95〜3.03)を青色破線でそれぞれ示した．図 3 に示される PDF から，この地震の計測震度は 4.5 前後になる確率が高い．一方，旧震度IIIの換算範囲は，PDF 上では非常に確率の低い領域に位置し，この領域の確率はおよそ 3.62%である．この結果は，彦根観測所において実際に記録された旧震度IIIという評価が，統計的に見てもかなり低い値であることを示している．

(4) 類似の地震との比較

彦根観測所における震度観測の傾向を検証するため，1996 年 4 月 1 日に震度計が導入される以前の滋賀県内で発生したマグニチュード 4.0 以上の地震 37 件を対象に，彦根観測所の体感震度の記録と，簡便法地震動予測手法による計測震度推定値との比較を試みた．

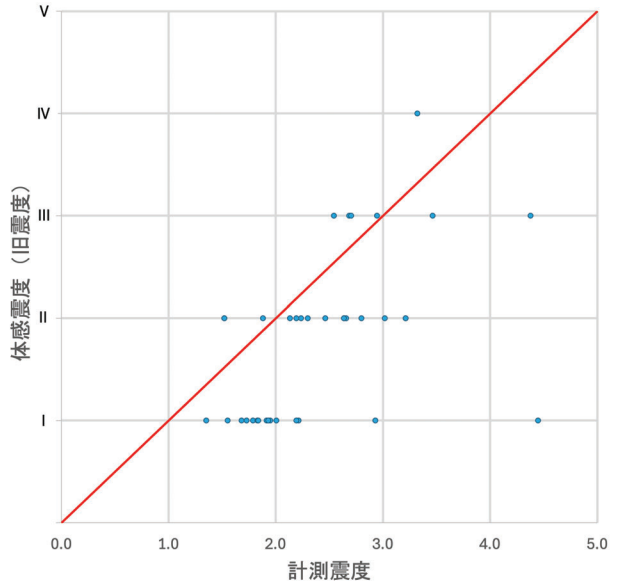


図 4　類似地震についての計測震度と体感震度の比較

図 4 に，彦根観測所で記録された体感震度（旧震度）（縦軸）と，簡便法地震動予測手法により推定された計測震度

（横軸）との関係を示す. 各点はそれぞれの地震に対応し，対角線は観測値と計測震度の計算値が一致する場合を示している.

図 4 では, プロットの半数以上が対角線より下側に位置しており, 彦根観測所での観測震度は計測震度の計算値と比べて低い傾向にあることが分かる．一方，国土交通省気象庁・総務省消防庁(2009)[12]による同種の比較では，体感震度は計測震度よりも高めに観測される傾向があるとされている. 両者は対象とするデータセットが異なるため直接的に比較することは難しいが, 彦根観測所における体感震度が過小評価の傾向にある可能性がある.

4. 考察

本研究では，1944 年 12 月 10 日の彦根を震央とする地震(M5.3)について，彦根観測所で記録された旧震度IIIという体感震度の妥当性を検証した．具体的には，震度分布の推定，マグニチュードと断層最短距離に基づく震度評価，震度の確率密度関数による統計的評価，さらに滋賀県内で発生した類似地震との比較という観点から分析を行った．第 3 章(1)では，計測震度分布の推定結果と比較すると，彦根観測所での揺れは体感震度IIIよりも高い可能性が指摘された．また，第 3 章(2)では，計算上観測震度IIIに相当する距離が実際よりも遠いことが明らかとなった．さらに，第 3 章(3)で示した震度の確率分布でも，観測された震度は極めて低い確率の領域（約 3.62%）に位置していた．最後に，第 3 章(4)にて類似地震についても観測震度と計測震度推定値を比較したところ, 彦根観測所における観測震度は計測震度よりも系統的に小さい傾向を示した. これらの複数の分析結果はすべて, 彦根観測所における体感震度評価が実際の震度に対して過小評価となっている可能性を示している.

ただし, これらはいずれも簡便法地震動予測手法による計測震度の計算結果が妥当であると仮定した場合の結論である．通常，観測値と計算値を比較する際には観測値を正とするが，旧震度は体感を基にした評価であるため，完全に客観的かつ定量的な指標とは言いがたい．そのため，本研究では, 観測された旧震度と経験式による計算震度の両者を同等に「曖昧さを持つデータ」として扱い，比較検討した. 計測震度の推定には簡便法地震動予測手法を用いたため, その正確性については十分な吟味が必要であるが，これについては今後の課題としたい.

5. まとめ

1944 年 12 月 10 日，滋賀県北部で深さ 8 km，マグニチュード 5.3 の地震が発生した．最大震度は彦根で体感震度（旧震度）IIIと報告され，新聞等にも被害の記載が見られない．しかし，地震規模に対して震度や被害の程度が小さすぎるように見え, 震度の過小評価の可能性が考えられた. そこで本研究では，簡便法地震動予測による震度計算や，震源距離と震度の関係，震度の確率分布，類似地震との比較など，多角的な分析を通じて，観測震度の妥当性を検討した.

その結果，観測された震度IIIは，予測される震度や確率論的に見た計測震度と比べて低く, 過小評価である可能性が示唆された．ただし，計測震度の推定値の正確性については引き続き検討が必要である.

今後の課題として, 本地震は太平洋戦争の報道管制が行われていた時期に発生している. さらに 3 日前には昭和東南海地震という大規模地震が発生している. 内務省警保局図書課雑誌係 [13]が作成した新聞雑誌処分日誌によれば，天気の情報が報道管制の対象であったことが記されている．また，当時の地震記録に関しての公文書は，あまり残っていない．このことから，地震記録や被害報告が十分に行われなかった可能性が考えられる. このような社会的背景も考慮しながら, 今後さらに当時の記録の掘り起こしや, 他の地震との比較，検証を進める必要がある.

6. 謝辞

本研究は，文部科学省の「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第 3 次）」による助成を受けたものの一部である．震源と震度に関する情報は，気象庁の震度データベース [1]にて公開されているものを用いた．計測震度の計算に必要な地盤情報は, 防災科学技術研究所による「地震ハザードステーション(J-SHIS)」[10]にて公開されているものを使用した．論文中の一部の図の作成に Generic Mapping Tools[14]を使用した．また，本研究を進めるにあたり兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科の柳井七海氏, 居樹幸太朗氏より有益な助言を得た. それぞれ，感謝の意を表す.

参考文献

1)気象庁：震度データベース検索，https://www.data.jma.go.jp/eqdb/data/shindo/（2025 年 4 月 1 日参照）.
2)神戸新聞，1944 年 12 月 11 日，朝刊.
3)朝日新聞（大阪版），1944 年 12 月 11 日，朝刊.
4)毎日新聞（大阪版），1944 年 12 月 11 日，朝刊.
5)京都新聞（滋賀版），1944 年 12 月 11 日，朝刊.
6)朝日新聞（滋賀版），1944 年 12 月 11 日，朝刊.
7)地震調査研究推進本部 地震調査委員会：震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」），2017.
8)司宏俊・翠川三郎：断層タイプ及び地盤条件を考慮した最加速度・最大速度 の距離減衰式，1999.
9)藤本一雄・翠川三郎：近接観測点ペアの強震記録に基づく地盤増幅度と地盤の平均 S 波速度の関係，2006.
10) 防災科学技術研究所 : 地震ハザードステーション（J-SHIS），https://www.j-shis.bosai.go.jp/（2025 年 4 月 1 日参照）.
11)藤本一雄・翠川三郎 : 近年の強震記録に基づく地震動強さ指標による計測震度推定法，2005.
12)国土交通省気象庁・総務省消防庁：震度に関する検討会報告書，2009.
13) 内務省警保局図書課雑誌係（国立公文書館所蔵）：新聞雑誌処分日誌，1945.
14) Wessel, P., Smith, W. H. F., Scharroo, R., Luis, J. F., Wobbe, F.: Generic Mapping Tools: Improved version released, EOS Transactions of American Geophysical Union, Vol. 94, No. 45, pp. 409–410, 2013.

応急危険度判定実施前に
建物の危険性を住民自身で判断するための補助ツールの開発

Development of a support tool for residents to assess the risk of buildings themselves before emergency safety evaluation is carried out

○幸山 寛和[1]，岡田 恵実[2]，都築 充雄[1]
Hirokazu KOUYAMA[1], Emi OKADA[2], Mitsuo TSUZUKI[1]

[1] 名古屋大学減災連携研究センター
Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University
[2] 株式会社ファルコン，元・名古屋大学減災連携研究センター受託研究員
FALCON Corporation, Former commissioner researcher Disaster Mitigation Research Center Nagoya University

The emergency safety evaluation system in the event of a large-scale earthquake has an issue of delays in reporting the damage situation due to a shortage of assessors. Therefore, we developed a simplified form that allows even people without specialized knowledge to quickly and appropriately assess building damage. This form can measure the inclination and crack width of a building without using technical terms or special tools. We also created a system that judges the damage to be on the dangerous side compared to the emergency safety evaluation. With this form, we aim to enable people without specialized knowledge to understand the condition of a building themselves and make initial judgments that will be useful for evacuation and recovery activities. We will continue to improve it and hope to use it as a measure against major disasters such as the Nankai Trough earthquake.

Keywords *: emergency safety evaluation*

1．はじめに

(1) 背景

大規模災害後の応急復旧から地域の社会経済活動の再立ち上げに至る自治体や企業等の災害対応のためには，発災から復旧・復興に至る時系列の中で，社会状況を適切に把握し，状況に応じた対応を選択することが必要となる．特に，南海トラフ地震のように広域かつ甚大である場合の被害規模は，南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ報告書 [1)]によると，愛知県内では地震，液状化被害として約 10 万棟と想定されている．

また，建物被害が甚大であるとともに，被災者も多くなることが予想されるなかで，二次災害を防ぐ目的で本震により被災した建物が，復旧までの期間において，余震等により建築物の継続使用可否について判定する各都道府県の条例に基づいた応急危険度判定制度がある．

なお，当該判定者を応急危険度判定士(以下，判定士)といい，建築士や，所定の講習会を受講するほか一般市民でも各都道府県が実施する応急危険度判定士養成講習会を修了した専門知識を有する者である．

(2) 目的

大規模地震災害が発生した場合，判定士を参集し，被災地域に対して上記の判定活動を行うが，下記のような問題が生じてしまう懸念がある．

①判定士の被災：大規模地震災害においては，判定士自身が被災者となる可能性が高い．自宅の倒壊や家族の安否確認など，自身や家族の安全確保を優先せざるを得ない状況下では，判定活動参加が困難となる．

②交通網の寸断：地震による道路の損壊や交通規制により，判定士が被災地へ移動することが困難となる．特に，広範囲にわたる被災地においては，移動手段の確保が大きな課題となる．

③ライフラインの途絶：電気，ガス，水道，通信などのライフラインが途絶すると，判定士の活動に必要な情報収集や連絡手段が制限される．また，避難所生活などにより，限定された環境下において体力的にも精神的にも疲弊し，判定活動への意欲が低下する可能性もある．

④判定士の高齢化：応急危険度判定士の多くは建築士であり，一級建築士を例にとると，その年齢層は 50 代以上で全体の約 52%と比較的高齢である [2)]．体力的な負担が大きい災害時の活動への参加が難しい場合や，健康上の理由で活動を断念せざるを得ないケースも考えられる．

以上の事項が想定されることから，発災時には各地で判定士が不足する可能性が高く，過去の震災において既往事例 [3)]でも同様のことが指摘されている．

また，名古屋大学には自治体の抱える課題を研究課題に取組む自治体研究会がある．同研究会にて愛知県幸田町の防災訓練の意見交換時に，同役場職員に対して，大規模地震災害時において，応急危険度判定前に自宅避難可否判別が住民自ら実施できるとよいという意見があったことが情報共有された．

これに関連して，専門知識を有さない人向けの建物損傷判定の方法をまとめた指針「大規模地震発生直後における施設管理者等による建物の緊急点検に係る指針（以下，内閣府指針）[4)]」がある．指針には専門用語が含まれ，被害写真やチェックリストが付記されており，様々な被害状況を想定され網羅性と普遍性を持たせた広範な内容である．これを基に専門知識を有さない人が行う判定において，指針の実用性が損なわれている可能性は示

唆されるものの，因果関係の特定には至っていない．

そこで，本報では専門知識を有さない人を対象に戸建て住宅を想定した木造建築物に対して応急危険度判定同等の建物損傷判定ができる帳票(以下，簡易版帳票)を開発することを目的とする．これにより，発災時に専門知識を有さない人の建物が安全なのか判断し，早急に建物の状態を把握できれば、被災時の避難に関して初期判断に資する情報になると考えられる．

なお，専門知識を有しない人とは，建物所有者はもちろんのこと，被災地で復旧活動を行うボランティアや医療関係者，自衛隊を想定している．よって，簡易版帳票判定による建物に立入る判断にも活用できるため復旧活動時の判断にも有用となる可能性がある副次的な効果も見込んでいる．

2．応急危険度判定の概要

応急危険度判定制度は，前述の通り大規模地震により被災した建築物の二次災害を防止し，住民の安全を確保するための重要な制度である．この判定は，余震による建物の倒壊や外壁・窓ガラスなどの部材の落下による危険性を評価することが目的であり，り災証明のために行う住家被害認定調査とは異なる．判定結果は調査済（緑），要注意（黄），危険（赤）の 3 段階で評価し，その結果は調査対象建物の入口など目立つ場所に掲示される．地震発生後の応急対策として重要な役割を果たし，被災地の安全確保に貢献している．

判定方法は，立入時に余震が生じ判定士が二次被害にあう可能性があるので，基本的には外観調査が行われる．

木造建築物の応急危険度判定調査表

集計欄は数字で記入　木

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）＿＿＿＿＿＿（＿＿＿／＿＿＿＿＿）

＿＿＿＿＿＿＿＿（＿＿＿／＿＿＿＿＿）

整理番号

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

建築物概要：建築物番号／住宅地図整理番号／3／4／5 階／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（ ）

調査方法／1

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

①／②／③／④／⑤／⑥／判定

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

①／②／③／④／⑤／⑥／⑦／判定

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判定する。）

1. 調査済（緑） 2. 要注意（黄） 3. 危険（赤）

総合判定

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。

図 1． 応急危険度判定帳票(愛知県)

家屋の崩落など一見して危険と判断するときは危険(赤)として調査を終了するほか，次に示す 4 つの判定項目の良し悪しから損傷程度を判定する．参考として図 1 に愛知県の木造建築用の応急危険度判定帳票[5]を示す．

①周辺建築物および地盤の状況，②家屋の傾斜，③外壁および基礎のひび割れ・ずれ，④室外機等の屋外設備および屋根材の固定状態，の 4 つに対して A(調査済),B(要注意),C(危険)の 3 段階で評価し，1 つでも B,C 判定があると，総合判定も当該判定に連動する仕組みになっている．

総じて，応急危険度判定では，判定士による専門的な見識による正確性の高い判定が得られるが，1.(2)に示す通り判定士が不足する可能性がある．簡易版帳票では，専門的な資格や講習を受けていない人による判定なので，判定結果にはばらつきが生じうるが，判定者は建物所有者等が行うため即時性が高いという利点がある．よって，建物損傷程度を判断するには，迅速性と正確性の両立が求められる．

3．簡易版帳票開発の方針

本研究では，応急危険度判定や内閣府指針が示す判定内容を踏まえ，その妥当性を維持しつつ，専門知識を有さない人でも正確に評価できるよう，簡易版帳票の以下の 4 点に留意して簡素化する．①専門用語を使わず平易な言葉で記述すること，②特別な用具がなくても評価できるよう工夫すること，③評価すべき箇所を明確にすること，④評価の手順をわかりやすく示すこと，を通じて，応急危険度判定と同等の判定精度を目指す．

図 2 に上記 4 点を反映した簡易版帳票案を示す．応急危険度判定帳票は紙面片面であるのに対して，簡易版帳票はイラストや写真等付記したため紙面両面からなる構成とした．簡易版帳票全体に共通することとして，専門知識を有さない人が使用する場面を想定しているため，既存の応急危険度判定帳票で理解しにくい表現は専門知識を有さない人に向けて同じ意味で書換えをした．

※この調査票は建物の安全を保証するものではありません。危険を感じた場合は、建物に近づかないでください。
自治体の実施する応急危険度判定や、罹災証明とは違います。ご自身で判断をする際のお助けツールとしてください。

住民による木造住宅の簡易応急危険度判定調査票(仮称)

整理番号：＿＿＿＿ 調査日時：＿月＿日 午前・午後＿＿時 調査回数：＿＿回目(余震発生後再調査が望ましい)

建築物所在地：＿＿＿県＿＿＿＿市町村

建築物用途：□戸建 □集合住宅 階数：□平屋 □2階建て □その他(＿＿＿＿)

氏名(フリガナ)：＿＿＿＿＿＿(＿＿＿＿＿＿) 電話番号：＿＿＿＿＿＿

総合評価

1-1～1-3の評価点の合計： 0点 → A判定(安全)
1点 → B判定(要注意)
2点以上 → C判定(危険)

総合評価

調査 調査方法：(□1.外から見た調査のみ実施 □2.外側だけでなく建物の内側の調査も実施)

○1-1.一目見て危険と判定されるもの(※該当する場合は○を付け、危険と判定し調査を終了して総合判定へ)

建築物全体又は一部の崩壊・落階	見てわかるほどの、基礎の破壊・基礎に乗っている構造物とのズレ	建築物全体、または、一部の著しい傾斜(一一一部)

○1-2.隣接建築物・周辺地盤等や家屋本体に関する危険度評価

周辺のがけ斜面・川の堤防について
□ 0点： がけや堤防はない
□ 2点： がけが崩れないようにしている壁状の擁壁が損壊、または、河川堤防損傷による崩落の危険性がある

隣接建物による被害の確認
□ 0点： 隣接建物ない、または、傾いて倒壊しても危険性なし
□ 2点： 周囲に傾いた家屋がある

地盤への家屋の沈み込み
□ 0点： 地盤の浮き沈みはない
□ 1点： 家屋の一部(25%程度)が浮上りor沈み込みがある
□ 2点： 家屋の全体(50%以上)が浮上りor沈み込みがある

家屋の傾斜
□ 0点： 傾斜 1°未満(本ページ左の緑色の範囲内)
□ 1点： 傾斜 1～5°ある(本ページ左の黄色の範囲内)
□ 2点： 傾斜 5°以上ある(本ページ左の黄色の範囲を超える)

図 2-1． 簡易版帳票案(表面)

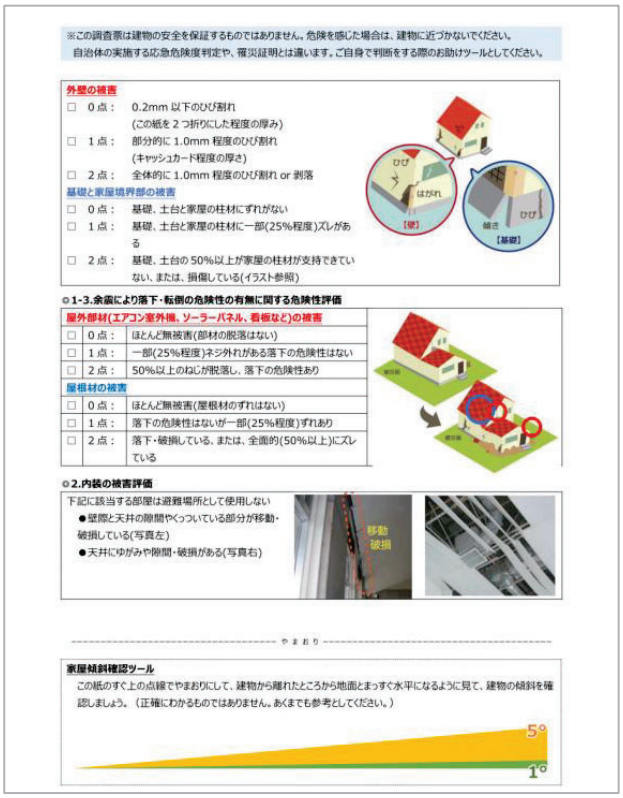


図 2-2.　簡易版帳票案(裏面)

よって，既存の応急危険度判定帳票と比較すると，簡易版帳票は専門用語を使っていないので文量は多くなるが，専門知識を有さない人が理解しやすい表現としている．また，評価対象となる箇所をわかりやすくする工夫として，評価対象をイラスト化に，見出し項目の文字色に対応した丸印を付記することで，建物のどこを評価してよいのかわかりやすい工夫を取り入れた．

4．簡易版帳票の構成と計測の簡素化

はじめに，帳票冒頭部には，簡易版帳票は建物の安全を保証するものではないことと，罹災証明とは異なる判定であることを明記した．これは内閣府策定の「災害に係る住家被害認定業務　実施体制の手引き [6]」において，応急危険度判定を含む災害後に行う建物や宅地に関する調査は被災者にとって混乱を生む場合があることが指摘されているので，被災者への周知を促すものである．

つぎに、簡易版帳票冒頭の整理番号から電話番号にかけては応急危険度判定帳票に準じて不要な情報を削除し，必要な情報のみ記載し，総合評価欄については既存の応急危険度判定帳票と同様に A から C の判定を行う内容にした．

3 点目に工夫した点として，応急危険度判定のうち「一見して危険と判定される項目」という記載については「一目見て危険と判定されるもの」へ書き換えた．一目見て危険と判定されるものに関しては，応急危険度判定帳票では文章のみであるが，この簡易版帳票においては一目見て危険と判定されるものの写真を記載することで，専門知識がなくても一目見て危険と判定されるものを想起しやすい内容とした．

4 点目に工夫した点として，建物の傾斜判定については，傾斜 1～5 度という評価項目は，応急危険度判定ではさげ降りを用いて計測を行う．簡易版帳票裏面に家屋傾斜確認ツールという部分を設けて，傾斜の目安になるような部分を付記した．本ツールは，簡易版帳票裏面下部を山折りにして帳票越しに建物を透かして傾斜角度を確認することで，どの程度傾斜しているか確認できるツールである．以上より，特別な用具がなくても建物の傾斜を計測できるようにした．

傾斜角測定の例として，図 3 に示す名古屋大学減災連携研究センター保有のストローで建物骨組の構造を学ぶ防災教材であるストローハウスを使用して，傾斜角度を測定した例を図 4 および図 5 に示す．

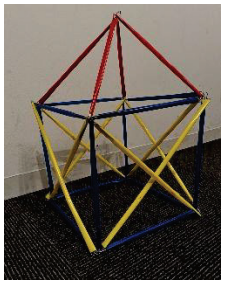


図 3.　ストローハウス

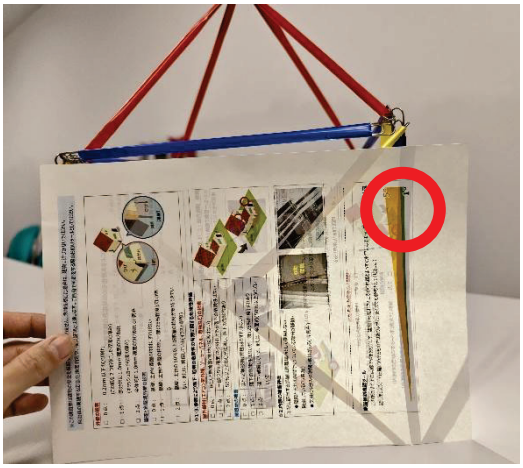


図 4.　傾斜のない建物を計測した例

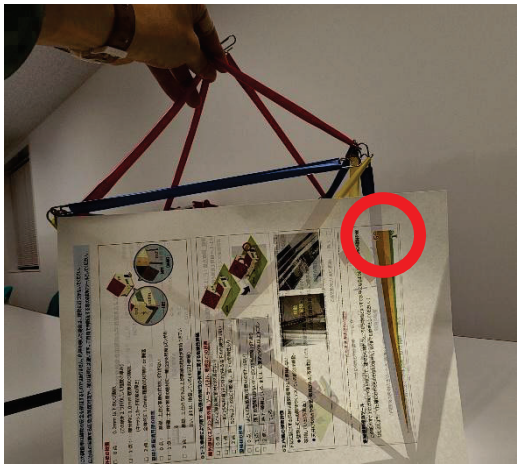


図 5.　傾斜させた建物を計測した例

夜間の室内で撮影したため，測定時にはストローハウス背後から照明を当てて透かして確認をしているが，傾斜のない場合の測定例である図 4 のうち赤丸部では家屋傾斜確認ツールと骨組みが平行になっており傾斜角度がないことを確認できる．一方で，ストローハウスを手持ちして傾斜させた場合の測定例である図 5 のうち赤丸部では，家屋傾斜確認ツールの黄色の部分に骨組みが透け

て確認できることから傾斜角度は，この場合概ね 1～5 度程度であることが確認できる．

5 点目に工夫した点として，外壁被害の判定項目において，ひび割れ幅の評価には通常は図 6 に示すようなクラックスケール [7]というひび割れ幅を測定する器具を用いるが，自治体で充分なクラックスケールを確保することは困難と想定される．具体的には，0.2㎜および 1.0㎜のひび割れの有無が判定基準になるが，この簡易版帳票を一般的な A4 サイズコピー用紙で準備した場合，2 つ折りにした厚さが 0.18㎜ であるため，2 つ折りにした帳票が入れば 0.2㎜ のひび割れが生じているという判定ができる．

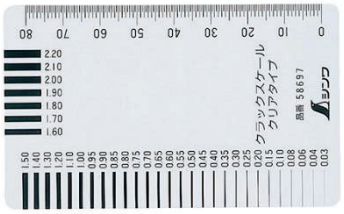


図 6.　クラックスケール

また，1㎜ 程度のひび割れにおいてはキャッシュカードの厚さとほぼ同じであるためキャッシュカードが入れば 1㎜ 程度のひび割れが生じていると判断することができるように構成した．

以上の工夫により，専門知識を有さない人がこの簡易版帳票を使用する際に前述の留意点 4 点を達成できたと考えられる．

５．簡易版帳票の判定方法

簡易版帳票の判定方法は，応急危険度判定の判定方法に概ね準拠させた．応急危険度判定のうち，一見して危険と判定される項目は簡易版帳票においては一目見て危険と判定されるものと同じであり，本項目に該当すれば，危険(赤)となり判定完了となる．

応急危険度判定帳票と異なる点としては，簡易版帳票が試行的な取組みであることから，総合判定においては危険判定になるように，応急危険度判定と比較して安全側の判定結果が得られる仕組みとしている．

具体的には，既存の応急危険度判定帳票では C 判定，B 判定の有無が，総合判定結果に反映されていたが，簡易版帳票では A から C の三段階判定ではなく，各項目に対して問題なしには 0 点，要注意には 1 点，危険には 2 点と点数をつけ，その累計点数を総合判定結果とする加点方式とした．

これにより，余震による二次被害の発生を受けないようにすることや，注意喚起を促す意図を込めることができると考えている．

６．まとめ

大規模自然災害時において応急危険度判定士が不足することを想定して，専門知識を有しない人自ら木造建物の損傷程度を判断する帳票を作成した．今後は，この簡易版帳票について，令和 6 年度能登半島地震被災者や，南海トラフ地震に向けて対策をしている方々から意見を伺い，簡易版帳票の目的である専門知識を有さない人が概ねの妥当性をもって建物損傷程度を判定できる仕組みを継続して検討する．

参考文献

1) 中央防災会議，南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ報告書
https://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku_wg_02/index.html

2) 国土交通省，建築行政に係る最近の動向
https://www.mlit.go.jp/common/001426768.pdf

3) 山形県県土整備部建築住宅課，山形県被災建築物応急危険度判定 OQ 通信第 15 号，平成 24 年 1 月 11 日
https://www.pref.yamagata.jp/documents/4306/oq15.pdf

4) 内閣府（防災担当），大規模地震発生直後における施設管理者等による建物の緊急点検に係る指針，平成 27 年 2 月
https://www.bousai.go.jp/jishin/kitakukonnan/kinkyuutenken_shishin/index.html

5)愛知県建築物地震対策推進協議会，応急危険度判定士講習会テキスト
https://www.aichi-jishin.jp/assets/file/hanteishi/manual/workshop_text.pdf

6)内閣府（防災担当），災害に係る住家被害認定業務実施体制の手引き，令和 6 年 5 月
https://www.bousai.go.jp/taisaku/pdf/r605saigai_tebiki_full.pdf

7)シンワ測定株式会社，58697/クラックスケール
https://www.shinwasokutei.co.jp/products/58697/

既存木造住宅の耐震改修促進に向けた建築士グループの役割に関する考察

Consideration of the role of architects in promoting earthquake-resistance renovation of existing wooden houses

川端 寛文[1]
Hirofumi KAWABATA[1]

[1] 名古屋工業大学高度防災工学研究センター
Advanced Disaster Prevention Engineering Center Nagoya Institute of Technology

It has been found that construction costs can be reduced when basic structural calculation methods are reviewed when retrofitting existing wooden homes to make them earthquake-resistant. There have been confirmed cases where earthquake-resistant renovations have progressed when architects involved in earthquake-resistant renovations across an entire city collectively acquire the necessary skills. There is a possibility that earthquake-resistant renovations can be greatly advanced by collaboration between city governments wishing to promote earthquake-resistant renovations and architects.

Keywords *: Old Wooden Houses, Promotion of Seismic Retrofitting, Interview Survey, Collaboration among Stakeholders*

１．はじめに

筆者は、2013 年度から，名古屋工業大学高度防災工学センター[1)]が展開する「耐震リフォーム達人塾」に参加し，木造住宅を安価に耐震改修する技術の普及に関わってきた．また，2022 年度から，市町村を単位として，安価な耐震改修技術の普及と行政，建築士，大工・工務店の連携の促進を目指した「市ぐるみ勉強会」を全国各地で開催してきた。

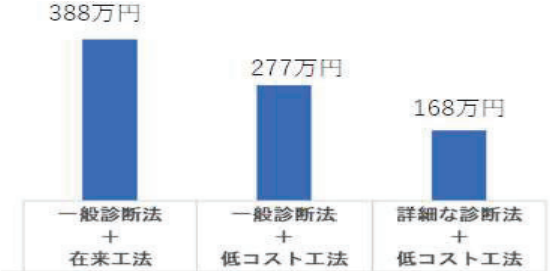
その中で，耐震改修に関わる専門家の組織化とそれにかかわる行政との連携が耐震改修の推進に関して有効に機能する場合があることが観察された．その事例を分析し，他地域でも活用可能な教訓を引き出すことが本論文の目的である．

２．木造住宅の安価な耐震改修技術の概要

図 1 は，香川県が啓発動画で説明している木造住宅の安価な耐震改修技術（以下「木造住宅の」を省略して表記する．）の効果である。これは、建物の大きさや建設時期によって変化するが、説明用としては、ほぼ妥当な金額であろうと思われる。

図 1 で説明されているように、安価な耐震改修技術は、2 つの構成要素があり、その両方の効果で木造住宅の耐震改修コストを大きく引き下げることができる。

図１　香川県の啓発動画によるコスト比較例



(1) 安価な耐震改修工法の概要

2007 年度ごろから，愛知県地区地震災害軽減システム研究協議会 [2)]（以下「減災協議会」という。）で開発・評価されてきた木造住宅の安価な耐震改修工法で、構造用合板やアルミアングルなど、通常に流通している建材を使うこと，天井・床を壊さずに施工する，既存の土壁を壊さずに施工するなどにより，工事に伴う除却工事、復旧工事を減らし，さらに，居ながら施工も可能にすることを大きな特色としている。この工法は、開発初期から東海 4 県で耐震改修工事の補助事業での使用が可能であったが、2013 年からの「耐震リフォーム達人塾」の全国での開催で賛同する府県が大きく増え、2025 年 3 月現在で 27 府県での補助事業での使用が可能となっている。また、毎年の耐震リフォーム達人塾等での要望などを踏まえて，さらに開発が進み、現在 60 工法が減災協議会で評価されている。

(2) 耐震改修設計の用いる診断法による差異

木造住宅の耐震改修技術は，国の補助制度を前提に展開していることから，一律の基準が必要であり，一般財団法人日本建築防災協会の発行する「木造住宅の耐震診断と補強方法」によることになっている．

その中でも、耐震改修設計にも使えるうちで最も簡易なのは、一般診断法で、現行の建築基準法の構造規定を踏襲したもので、2 階建ての 1 階部分の壁量計算は 2 階の面積にかかわらず総 2 階で計算するほか、壁のバランスも四分割法という簡易な方法をとっている。この診断法は、Ｗｅｅという診断ソフトと一緒に広く普及している。

これに対して「耐震リフォーム達人塾」では，一般診断法ではあるが，合理性を高めるため，①1 階の壁量計算の時，2 階の面積を適切に反映する精算法を使用する．

②耐力壁のバランスを評価するために，四分割法ではなく偏心率で評価する．③柱の引き抜きについて N 値計算をし，既存の壁の耐力も再評価する．の 3 点を実施する詳細な一般診断を推奨してきた．最近は，ソフトウェアの普及に合わせて，さらに合理性の高まる精密診断にすることを推奨している．

これらを前提に，以下耐震改修にかかわる専門家の組織化に関する事例について記述する．

3．木造耐震ネットワーク知多の展開

この組織は，半田市の成田完二氏が中心となって立ち上げられたもので，愛知県の知多半島 5 市 5 町の耐震診断員を対象に会員を募集し，組織化され，設立は，2008 年 1 月である．

設立に際して成田氏は，「知多地区の耐震診断員は，耐震診断はできるが，耐震改修設計には自信がなく，所有者から頼まれても理由をつけて断ってしまう場合が多い．」と耐震診断員に対する技術の底上げの必要性を常々感じていた．そこへ，所属する愛知建築士会半田支部に建築士会連合会から地域貢献に関する助成金 50 万円が交付されることになり，そのうちの 30 万円を原資に組織を立ち上げることとし，実行委員を募って，知多半島全体の耐震診断員（当時名簿で約 200 名程度）に呼びかけて設立した．当時賛同者は約半数ほどであった．知多半島全域を対象にしているのは，半田支部が担当しているエリアに合わせたためである．表 1 で初期の研修内容を示す．

表 1　初期の研修内容

開催日	催事名	総会記念講演テーマ・研修会テーマ
2008年1月	設立総会	待ったなし耐震化！
2月	第1回研修会	耐震改修促進に向けた説明技術
4月	第2回研修会	精算法でらくらく耐震設計
6月	第3回研修会	N値計算の手法について 新工法による耐震改修（前編）
7月	第4回研修会	補助金制度の活用について 新工法による耐震改修（後編）
9月	第5回研修会	耐震改修促進に向けた安価な工法の開発
12月	第6回研修会	100%わかる精算法とN値
2009年3月	2009年度総会	災害から一人ひとりの命と暮らしを守れる地域づくりのために
4月	第7回研修会	耐震診断・設計レベルアップ講座１
7月	第8回研修会	耐震診断・設計レベルアップ講座２ 丈三建を精密診断法で改修計画
11月	第9回研修会	これで儲かる耐震改修／事例報告 アイワンを使った安価な改修方法
2010年2月	第10回研修会	完全マスター　精算法とN値計算
3月	2010年度総会	防災落語
5月	第11回研修会	確認申請にも使える偏心率の計算
7月	第12回研修会	愛知県における防災まちづくりによる住宅の耐震化の取り組み
11月	第13回研修会	有料木造住宅耐震診断の説明会
2011年1月	第14回研修会	いろいろな工法を知ろう
4月	2011年度総会	減災をどう発展させるのか 「木造耐震ネットワーク知多」への期待
6月	第15回研修会	伝統工法の改修テクニック＆新入会員のための「精算法とN値計算の概要」
9月	第16回研修会	東日本大震災の建物被害から東海地震対策をあらためて考える
11月	第17回研修会	耐震改修事例報告会
2012年1月	第18回研修会	苦手な人のための構造入門
3月	2012年度総会	東日本大震災の災害報道と教訓 ～次の大地震に備えるために～

(1) 研修内容と研修頻度

設立当時は，ほぼ 2 か月から 3 か月に 1 回開催され，開催場所も固定し，開催時間も建築士の集まりやすい時間帯として午後 5 時 30 分から 7 時 30 分に設定され，毎回 50 人程度の参加者を集めて開催された．

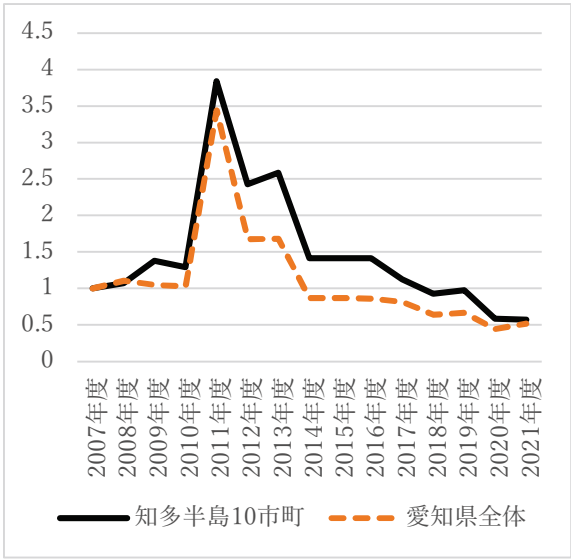
講習内容としては，特に木造住宅の耐震改修工事費を安価にするための，新しい工法に関する説明と，計算法としての，精算法，偏心率計算，N 値計算法の 3 点について繰り返し講義しているほか，伝統構法で建築された住宅について，診断法を精密診断にして設計する手法についても取り上げられている．これらの内容について，特定の診断ソフトによるのではなく，手計算を前提として，だれでもできる形で解説されたことが，大きな特色である．

(2) 研修による効果

研修による効果は，明らかに耐震改修の専門家と呼べる建築士が，少なくとも 20 名程度は生まれていると考えられるとのことであった．開始 3 年目ぐらいに数名の参加している建築士にヒアリングを実施したところ，所有者に対し，自分なら安価に耐震改修設計ができると説明している，その理由は，精算法，N 値計算，偏心率計算の 3 点を改修設計に取り入れているためであるということであった．また，2012 年の総会懇親会では，筆者に対し，2011 年度に 20 件程度の耐震改修を実施したと報告してくれる参加者が数名あった．

知多地域全体で耐震改修の技術を習得した建築士が増加したことは，その地域の耐震改修件数の増加に寄与していると考えられる．図 2 は 2007 年度の耐震改修件数を 1 としてその後の耐震改修件数の変化を知多 10 市町と愛知県全体と比較したものである．耐震改修件数は，補助金など制度の変遷や地震の発生などで変化するが，いずれの場合も，知多 10 市町が上位に来ており，この活動の効果と考えられる．

図 2　木造耐震ネットワーク知多の木造耐震改修件数への効果



(3) まとめ

木造耐震ネットワーク知多の活動は，比較的早い時期から始まっているが，講義内容が具体的で，合理性も高いので，現在でも各地で通用する内容である．この内容は，2013 年度から始まった「耐震リフォーム達人塾」にも取り込まれることとなった．また，ここで講義された N 値計算によって既存の建物の保有耐力を見直す手法は，主催者の成田氏の発案であると考えられ，非常に先進性

の高いものであったと考えられる．一定の地域の専門家をまとめて，レベルアップするこの取り組みは，耐震改修を推進してゆくうえで大変有効な手法であるといえる．

4　愛媛県松前町における行政と建築士グループとの連携

筆者は，2022 年 5 月に，松前町から愛媛県で初めて「市ぐるみ講習会」の開催を要請されたのを契機に松前町と耐震改修の推進や減災まちづくりに共同して取り組むようになり，そこで知ることとなった，松前町と建築士を中心とした建築士グループとの連携について述べてゆくこととする．

(1) 2008 年度からの連携開始

2005 年度に，松前町内の建築士 7 名が「松前町ボランティア建築士グループ」結成し，町内の木造住宅の無料耐震診断を開始した．これは，メンバーの建築士が，「我が家の耐震診断」のソフトを入手したため，それを使って，社会貢献として開始したとのことで，2008 年度までに 57 件実施された．

一方，松前町は，県の耐震診断の制度化に伴い「松前町木造住宅耐震診断事業」を立ち上げた．2 分の 1 補助で最大 2 万円の補助額であったが，実施する人が少なく，2008 年度までに 4 件の実施であった．

2008 年度になり，建築士グループと町の間で，耐震診断の制度の改善について話し合うようになった．その過程で，愛知県吉良町の合同視察を取り組んだ．吉良町では，町と建築士・大工の連携が進んでおり，戸別訪問や派遣による無料耐震診断が実施されていた．

松前町としては，その後，愛媛県などとの協議を進め，2009 年度から派遣による無料耐震診断制度を開始することとした．建築士グループは組織体制を明確化し，「松前町木造住宅耐震促進協議会」（以下「協議会」という．）となって町との間で協定を締結した．委託による無料耐震診断が開始され，2009 年度には 18 件の耐震診断を実施するなど，制度の改正は一定の効果を示すこととなった．

(2) 耐震改修工事にまで及ぶ連携の拡大

2012 年度から，耐震改修工事費に対する補助制度を作るにあたり，町と協議会で，千葉県市原市の視察を実施した．市原市では，建築士と工務店が連携した無料相談会，耐震診断時の概算工事費の提示，診断時から設計，監理までの一連のチェック体制の確立などの優れた取り組みがあり，それらを参考に松前町でも制度化に取り組んだ．建築士による無料相談会はすでに取り組んでいたが，耐震診断の協議会からの派遣制度を拡大し，耐震改修の設計・監理に関しても町からの委託で，所有者の負担がない形で建築士を派遣する制度を確立した．概算工事費も協議会で試算して知らせることとした．

設計と監理の費用については，国と県の補助金を前提としていた．その後，国の補助制度の改変によって，補助制度がなくなってしまったが，町としては耐震化の促進を維持するため制度を堅持した．

この結果，図のグラフの通り，人口約 3 万人の自治体としては多い耐震改修件数を実現しており，2016 年の熊本地震，2024 年の能登半島地震などを反映した耐震改修需要の拡大に的確に対応しているといえる．

(3) 2022 年度からの「町ぐるみ勉強会」等を契機とした展開

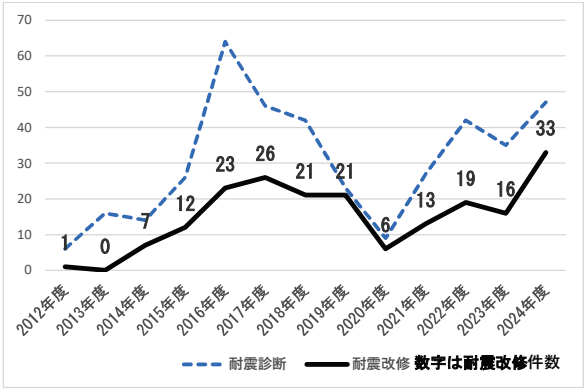
2021 年度に筆者と愛媛県の間で，自治体単位の耐震改修技術に関する講習会の開催について，市町から要請があれば対応する旨の合意があり，それに基づいて松前町からの要請であった．2022 年 5 月に「町ぐるみ勉強会」として実施することとなった．さらに，筆者から，その年に採択された京都大学防災研究所の地域防災実践型共同研究として，松前町における「たいしんだより」の全戸配布や耐震改修の普及に関する取り組みの実践を申し入れ，松前町に承認していただいて，それも進めることとなった．

「たいしんだより」に関しては．月 1 回の発行で 2023 年度まで取り組まれ，2023 年度の後半は町広報に取り込まれることとなった．その他の取り組みでは，伊予高校生に対するストローハウスなどを使った児童に向けた耐震教育プログラムの講師講習を協議会メンバーの協力で取り組み，その後伊予高校生が，小学生に対して耐震教育を実践するなどの展開があった [3]．

町ぐるみ勉強会については，1 回目は建築士と工務店を対象にした内容で，2 回目 3 回目は建築士を対象にして実施され，2022 年度中に 3 回実施された．この過程で特筆されることは，2 回目の参加者の素朴な質問から，3 回目に精密診断による耐震改修技術に限った勉強会が実施されることとなったことである．その講習会を経て，2023 年度から松前町は基本的に耐震改修設計を精密診断で実施するということが，町と協議会で合意されることになった．前述の通り，耐震改修設計に関しては，ほぼ建築基準法の仕様書規定を踏襲した一般診断と，それを改良した詳細な一般診断と精密診断による方法がある．精密診断になることにより，より安価に，合理的に設計できるようになる．

自治体で耐震改修設計について精密診断に限っているのは，高知県だけであったが，協議会の自主的な判断ではあるが，松前町がそれにつづくことになった．

図 3　松前町の耐震診断耐震改修件数の推移



(4) まとめ

松前町での協議会と行政との連携は，大変教訓に富んでいる．協議会は 10 名程度で，メンバーは変わらず耐震診断・耐震改修に取り組んでいる．町は，制度を作るにあたって，協議会に相談し，さらに共同で先進地を視察し，そのまま導入するのではなく，一度咀嚼して，松前町独自に制度として立ち上げている．また，たとえ，補助制度が変更されても，制度を維持する行政としての意志力を備えている．さらに，精密診断への移行にみられるような，有用なことであることが町と協議会で納得されれば，すぐに転換できる自由度もある．

5　蒲郡市における行政と建築士との連携

愛知県蒲郡市では，2002 年度の木造住宅の無料耐震診断事業の開始時から，愛知建築士会に耐震診断員の派遣を委託する体制をとっていて，対応する愛知建築士会蒲郡支部は，1 市で 1 つの支部を構成していて，比較的市との関係も良好であった．耐震診断・耐震改修の状況を見ると，耐震診断に関しては，比較的大きい件数を実施していたが，耐震改修件数は年間 5 件以下の低い値にとどまっていた．耐震診断に関しては，建築士会なども協力して個別訪問が実施され，効果を上げているが，耐震改修には結びつかない状況にあった．

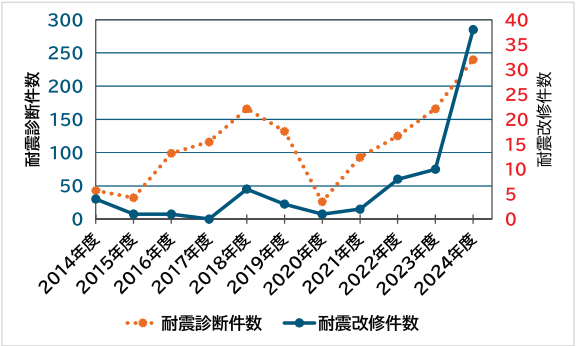
この状況に変化が現れたのは，2022 年 1 月に開催した「市ぐるみ勉強会」であった．愛知建築士会蒲郡支部の主催で，市職員も多数参加し，30 名を超える参加者があった．2024 年 5 月のヒアリングによると，この講習会を契機に蒲郡市では，市内で耐震診断を実施する耐震診断員 10 名と市職員の間で精密診断による耐震改修設計を行うという機運が高まったとのことであった．

蒲郡市では，2022 年度に補助事業で実施する耐震改修の設計を，精密診断で実施するように，市の 10 人の耐震診断員に依頼した．これは，対価の伴わないものであったが，その年の耐震改修件数 8 件すべてを精密診断で設計することとなった．

この状況を踏まえて，蒲郡市では，2023 年度から耐震診断実施時に，それを実施する耐震診断員に対して，耐震診断に加えてその物件を精密診断で設計した場合の概算工事費を所有者に示す事業を開始した．費用については，1 件当たり 1 万 5 千円で，耐震診断員との間で単価契約を結んで支払うこととした．

この結果，2024 年度に，能登半島地震の影響もあり，大きく耐震改修が増加することとなった．5 月のヒアリングでは，既に 2024 年度予算の 20 件は申し込みが埋まっており，9 月補正を実施するとのことであった．2024 年度は，最終的には 38 件の実施となった．

図 4　蒲郡市の耐震診断耐震改修件数の推移



2025 年 2 月のヒアリングによれば，2023 年度には 10 人の耐震診断員全員が精密診断で耐震改修設計ができるようになっていたとのことである．蒲郡市では年 2 回，戸別訪問で木造住宅所有者に耐震診断を勧誘するローラー作戦が開催されるが，耐震診断員が，耐震改修について，比較的安価にできることや住みながらできることなどを説明して耐震診断の申請を勧誘していたとのことで，2022 年の精密診断への転換を契機に耐震改修件数が増加し始めたものと考えられる．

蒲郡市の例は，市の耐震改修にかかわるすべての建築士（耐震診断員）が設計を精密診断に転換することによって状況を大きく転換する下地を作ったと考えられる．さらに，耐震改修工事費が大きく減少することを木造住宅の所有者で耐震診断実施者に概算工事費の提示という形で伝える仕組みを作ったことが，耐震改修につながる割合を増やしたといえる．蒲郡市では確かな手ごたえを感じており，2025 年度は 50 件の耐震改修補助金の予算を計上している．

6　まとめ

2024 年度になり，国が木造住宅耐震改修の補助金を増額したのに合わせて，多くの自治体で補助金が増額されている．さらに，能登半島地震などあり，木造住宅の所有者の間で耐震改修に対する関心が高まっていると考えられるが，多くの自治体で，件数がそれほど増加していない状況がある．工事費が 300 万円を超えると，補助金の多少の増加があまり耐震改修の増加に結び付かない状況がある．しかし，安価な耐震改修技術によれば，大きく工事費が下がることから，補助金の増加は目に見えて所有者負担を減らし耐震改修の件数増に直接つながることとなる．

今回の 3 つの地域の例は，市町村またはその集合された地域の耐震改修にかかわるすべての建築士を対象に展開され，多くの建築士が新技術を身に着けることによって耐震改修が安価に実施される体制が整ったと考えられる．さらに，松前町，蒲郡市の例では，行政がそれらの建築士と連携した形で施策が展開されたことが成果につながったといえる．

今後も，愛媛県，奈良県，愛知県，三重県，静岡県などで「市ぐるみ勉強会」が開催される予定であり，建築士，大工，行政が共に学び連携を深めることにより新たな展開が生まれるよう取り組んでゆきたい．

7　謝辞

本研究は，京都大学防災研究所の地域防災実践型共同研究として取り組まれたものの一部で，採択していただいたことに謝意を表する．さらに，３つの地域の建築士の皆様や行政の方々にも，ヒアリングに応じていただいたことに謝意を表する．

補注

1)名古屋工業大学高度防災工学研究センターの活動については，https://adpec-nitech.jp/about/

2)愛知建築地震災害軽減システム研究協議会の活動及び安価な耐震改修工法に関しては，https://www.aichi-gensai.jp/

3)2022 年度，2023 年度の京都大学防災研究所の地域防災実践型共同研究の成果は，

https://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/handle/2433/289341

参考文献

1)　川端寛文，井戸田秀樹，花井勉：高知県における既存不適格木造住宅の耐震改修促進に関する調査，日本建築学会技術報告集　第 25 巻　第 59 号，pp. 135-140，2019

2)　川端寛文，井戸田秀樹，花井勉：安価な木造住宅耐震改修工法の普及に関する考察，日本建築学会大会学術講演梗概集，構造Ⅲ，pp381-382，2013

中央構造線断層帯でのセグメント連動を考慮した巨大地震の被害想定の必要性

The Importance of Seismic Damage Assessment Incorporating the Possibility of Multi-segment Rupture in the Median Tectonic Line Fault System

森 伸一郎[1]
Shinichiro MORI[1]

[1] MORI研究所
MORI Research Institue

By adding up the results of all municipalities that have assumed earthquake damage for active faults in the Median Tectonic Line (MTL) Fault System, I obtained the earthquake risk when all segments of the MTL Fault System become active in a chain reaction along the entire length of the fault system. In detail, there are some inappropriateness, such as differences in the method of assumption among municipalities and double counting of damage due to simple addition of the assumed results for the multi-segment rupture. However, it was found that the total destruction by shaking and loss by fire would be of a very large national disaster scale, possibly larger than that of a Nankai Trough mega-earthquake. It is necessary to assume the damage considering full length multi-segment rupture in a unified manner.

Keywords *: Median Tectonic Line (MTL) Fault System, multi-segment rupture, seismic damage asessment, municipalities, Nankai Trough mega-earthquake*

1．はじめに

2024年能登半島地震と2023年トルコ・シリア地震は、ともに予期されていなかった断層セグメントの連動とそのために予期されていなかった想定外に大きな災害が起きた．日本では，2011 年東日本大震災が起き，想定外の地震津波として捉えられて以来，特に南海トラフ巨大地震に重きが置かれて注意が喚起されてきた．2024 年 4 月 17 日に豊後水道で M6.6 の地震が発生し，南海トラフ巨大地震の想定震源域内であった 1)ことから，その影響について人々の関心を引いた．また，2024 年 8 月 8 日に M7.1 の地震が日向灘で起き，それが南海トラフ地震の監視領域内であったことから，「南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）」が発表され，その対応結果などが議論されている 2).

しかし，内陸活断層による直下型地震が起き，それも断層セグメントが複数連動して大規模な地震となる可能性があり，そのリスクを算定・想定・認識しておかないと，起きた後の災害対応で混乱が生じることは必至である．日本の中でも最長の活断層である中央構造線断層帯の連動リスクを重視する必要がある．

国では，中央構造線断層帯の全長にわたって各セグメント（活動区分）が連動することを想定して地震動ハザードを算定してはいる．しかし，被害の想定は各活動区分の地震が起きた場合の概算値が示されているのみであり，それらが連動した場合の被害想定は行われてはいない．また，これまで南海トラフでの地震を想定対象としてきた各自治体でばらばらに行ってきた被害想定では，中央構造線断層帯全長での連動はどこも考えていない．歴史的に起こったことが確認されていないというのが主な理由と推察される．

そこで，被害想定をしている全ての自治体の想定結果を合わせることで，中央構造線断層帯の全長にわたって連鎖的に活動した際の地震リスクを求めた．震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）では，内陸活断層で発生する地震の震源断層モデルの幅 W が地震発生層の厚さで飽和する．地震の相似則を考慮しても深さ方向にすべり面積が増えたり，すべり量が大きくなったりすることはないため足し合わせは地震学的に合理的である．単純な足し合わせでは被害の二重計上（ダブルカウント）が懸念されるが，一般に建物の全壊などは，震度 6 弱以上で生じ，震度 6 強以上でその数が支配的になるが，そのような強い地震動は強震動生成域の近傍領域と地盤増幅による領域とが支配的であると考えられる．複数のセグメントによる活動で地盤増幅の効果による強震動に暴露される領域でのダブルカウントは懸念されるが，強震動生成域の近傍領域はセグメント連動ではダブルカウントの懸念はないことから，各セグメント地震活動の被害想定を足し合わせる，つまり，被害量を足し合わせただけでも工学的に有効な被害リスク算定となると考えられる．そのような観点で注意喚起を図り [21), 22)]，また，発表してきた [23)]．前述の観点と構成で本論文を作成した．

なお，2025 年 1 月 15 日に，地震調査委員会は，主要な活断層や海溝型地震の活動間隔，次の地震の発生可能性等の長期評価を公表した [24)]が，本論文に述べた内容を修正する必要はないことを確認している．

2. 南海トラフ巨大地震の被害想定

南海トラフで起きる地震として，様々なケースが想定されているが，代表的なものは基本モデルと陸域モデルであり，これらを比較することで，地震動や被害の想定の規模感が理解できる．基本モデルは南海トラフ全域での過去の活動に基づくリスク評価をするものであるが，陸域モデルは，東日本大震災を引き起こした地震・津波

の経験を基に想定外をなくすために陸側断層モデルが採用されたものである．被害範囲が広域化し，基本モデルのリスク集中地域への注意喚起が薄れる懸念がある．

3. 中央構造線活断層帯における地震被害想定

日本の活断層は国によって長期評価がなされている．その中でも中央構造線断層帯が 360 km から 444 km と再評価され，しかも昔は別のセグメントと考えられていたが，今回の長期評価では広域セグメント同時活動が現実に起こる可能性を検討することが必要だとわかった．同時活動が起きたときの震度は算定されている，被害想定までは算定されていなかった．2003 年は 1 から 6 まで 6 つの活動区分，360 km で起きるとされていたが，2017 年に九州側が足され 10 の活動区分，444 km になった．**図-1** に中央構造線断層帯の活動区分を示す．そしてこれらの活動区分での地震の同時発生（連動）の可能性にも言及している．**図-2** に中央構造線断層帯が全区間活動した場合の震度分布（国・地震本部，詳細法ケース 1）[7]を示す．被害が生じる震度 5 強以上の揺れ京都，奈良，和歌山，大阪，徳島，香川，愛媛，大分の 8 県にわたっている．また，震度 6 強以上の領域が MTL の沿って広範囲にわたっている．このように全区間のセグメント連動の場合の揺れの評価は行っているが，同時発生の被害想定まではされていなかった．

地方自治体の被害想定においては，大分県 [20]，愛媛県 [13),14)]，香川県 [15]，徳島県 [16]，大阪府 [17]，和歌山県 [18]，奈良県 [20] の各府県がそれぞれに強い影響を及ぼす活動区分における地震に着目した被害想定をしているが，影響の大きくない活動区分の地震については触れておらず，したがって連動も算定されてはいない．国においては中央構造線断層帯の全長にわたって各活動区分における地震が同時活動した場合（連動）の震度の想定を非常に広い領域で簡易判定と詳細評価を行っている．中央構造線断層帯の中でも最も発生確率の高いのが松山に近い石鎚山脈北縁での区分であり S ランクとして評価されている [14]．

図-3 に中央構造線断層帯の地震被害想定における各セグメントの活動区分（愛媛県）を示す．愛媛県の中央構造線断層帯の地震被害想定においては，9 つのセグメントが連動する活動区分として西から 4 セグメント，1 セグメント，4 セグメントの 3 つに分けられて評価されている．これは国の区分 8，7，6・5 に対応する．図には，

図-1 中央構造線断層帯の活動区分 [7]

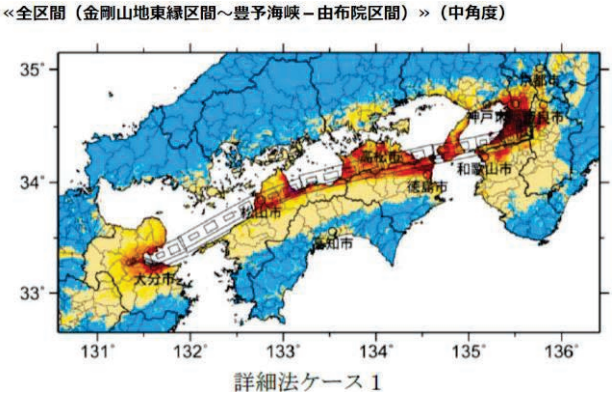


図-2 中央構造線断層帯が全区間活動した場合の震度分布（国・地震本部，詳細法ケース 1）[7]

各セグメントの大きさとマグニチュードを示している．各々の連動する活動区分におけるマグニチュードは，それぞれ，M7.5，M6.8，M7.6 に相当し，これらが全て連動したときのマグニチュードは M7.8 となる．

図-4 に地震被害想定の想定結果である震度分布（愛媛県）[14),15)] を示す．**図-3** に示したセグメント連動の各活動区分による 3 つの想定する地震活動による地震動の震度分布である．愛媛県の北東部（東予地方）では，特に西条市と新居浜市では，3 つの想定ケースで震度 6 弱～震度 7 という激烈な地震動と評価されていることから，それぞれの想定ケースにおける重度の地震被害（全壊，焼失）の数量は同じ家屋を対象となっていると考えられる．したがって，被害想定数量を単純に総計すると，ダブルカウント，トリプルカウントするなど，二重・三重

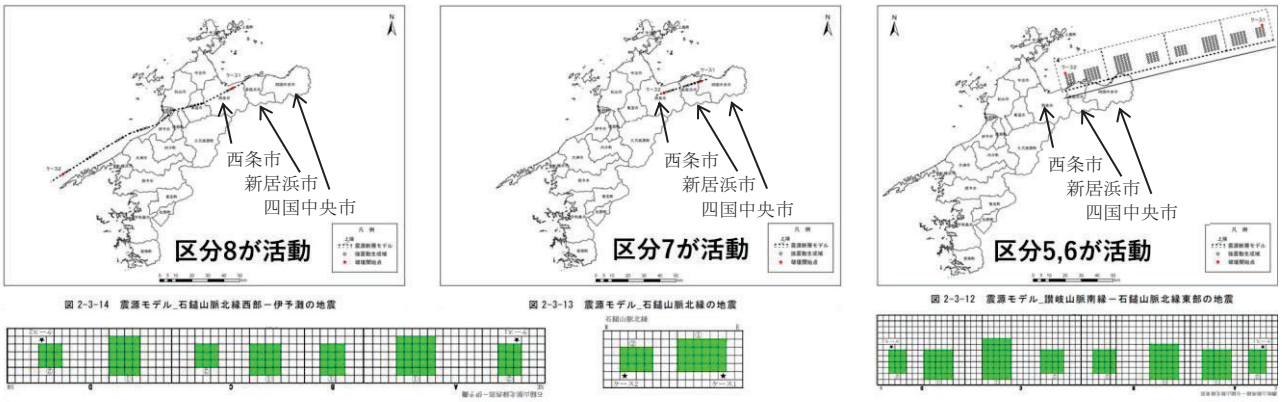


図-3 中央構造線断層帯の地震被害想定における各セグメントの活動区分（愛媛県）[14)]

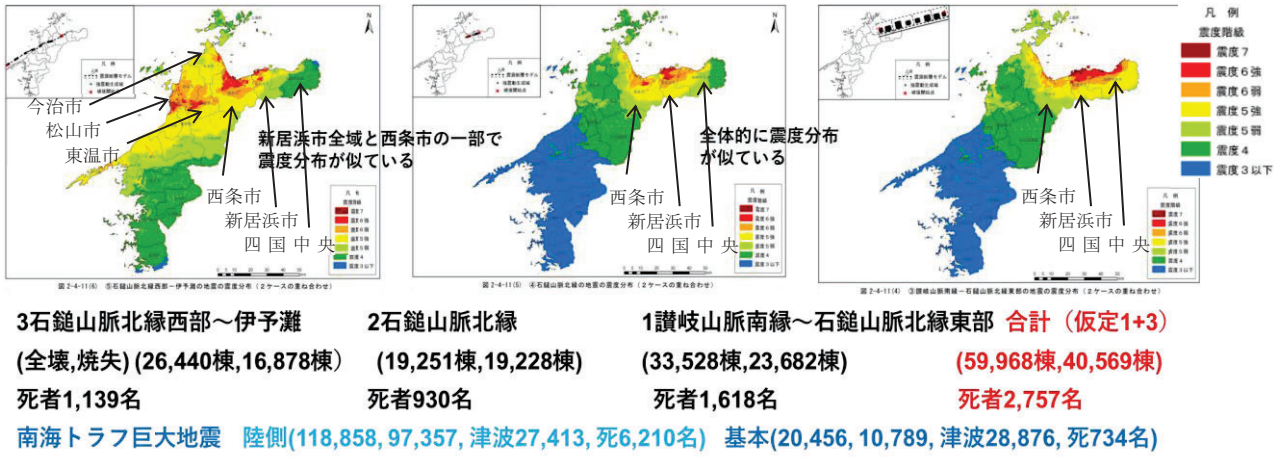


図-4　中央構造線断層帯の地震被害想定結果である震度分布（愛媛県）[14),15)]

に足し合わせることになるので，全てのセグメントが連動した場合の被害数量の単純和は明らかに被害数量を過大に算定するという不適切さがある．しかしながら，愛媛県の北西部の松山市，東温市，今治市と北東部端部の四国中央市では重度の建物被害を生じさせる震度 6 弱～震度 7 の激烈な揺れの分布は，3 つの想定連動ケースで重ならないことから，単純和でも大きな問題とはならないことがわかる．

したがって，各セグメントの連動を考えた活動区分ごとの地震の揺れとそれによる全壊・焼失などの被害，全壊数量から評価されることが多い死者数などの被害数量を単純和により全区間連動の場合の被害数量の概数を把握することは対象となる市町にとっては二重・三重の計数による過大評価の問題があるものの，そのような問題がない場合もあり，全区間連動の被害数量の概数を評価することに一定の意義があるものと考えられる．

表-1 に各府県と J-SHIS による中央構造線断層帯各区分での地震の被害想定の結果と総計を示す．これらの数字は，各府県の地震被害想定結果による．

四国電力の伊方原子力発電所の耐震安全性検討では，全長が同時破壊するという検討をしている．その検討では，もっと長い 480 km が全部連動するケース，四国西部の断層セグメントが活動するケース，そして目の前のセグメントだけが活動するケースの 3 モデルで想定しているが，発電所サイトの地震動の大きさはほとんど変わらない．1 つのサイトの 1 つの構造物だけに注目した場合には活動する断層の長さには寄らず，最も近い断層活動が強い影響を及ぼすことが確認できる．各自治体が影響の大きな地震活動のみに焦点を絞るのと同様である．

たとえば，愛媛県では，区分 8 に相当する「石鎚山脈北縁西部～伊予灘」，区分 7 に相当する「石鎚山脈北縁」，区分 5,6 に相当する「讃岐山脈南縁～石鎚山脈北縁東部」での地震を想定しており，それぞれ 4 セグメントで 136 km，1 セグメントで 30 km，4 セグメントで 136 km となり，それぞれの区分でのセグメント連動は考慮されている．これらの 9 セグメントが全て連動した場合に断層長は 302 km となる．その結果，各活動区分のマグニチュードはそれぞれ，M7.1+M7.1+M6.7+M7.2=M7.5，M6.8，M7.2+M7.3+M7.3+M7.2=M7.6 となり，区分 5, 6, 7, 8 の 9 セグメントが全て連動した場合には M7.8 となる．まさに，2023 年トルコ・シリア地震とほぼ同じような長さになる．愛媛県の被害想定は中央構造線断層帯での想定地震は 3 つあるが，重なっているところがあるので仮定として真中の区分での想定を抜けば，全壊家屋約 6 万棟，焼失約 4 万棟で，合計約 10 万棟が被害を受ける．死者は 2,757 名となる．一方，南海トラフ巨大地震では，想定外をなく

表-1　各府県と J-SHIS による中央構造線断層帯各区分での地震の被害想定の結果と総計

	中央構造線断層帯地震				南海トラフ巨大地震（参考）				J-SHIS(2015)		
都道府県	活動区分	全壊(棟)	焼失(棟)	死者(人)	全壊(棟)	焼失(棟)	津波(棟)	死者(人)	区分	全壊(棟)	死者(人)
奈良県	区分1, 2	98,086	15,207	4,319	1,253			4	区分1	71,893	1,337
大阪府	区分1, 2, 3	28,142		321	15,375			735	区分2, 3	159,999	3,443
和歌山県	区分2, 3, 4	74,800	81,593	4,564	35,000			6,200	区分4	16,137	192
徳島県	区分5, 6	63,700		3,440					区分5, 6, 7(北縁東部)	26,509	314
香川県	区分5, 6	30,000		1,400	35,000			6200			
愛媛県	区分5, 6	33,528	23,682	1,618	陸側						
	区分7	19,251	19,228	930	118,858	97,357	27,413	6,210	区分7(北縁)	7,340	104
	区分8, 9	26,440	16,878	1,139	基本				区分8(北縁西部), 9	7,725	94
	合計（仮定1+3）	59,968	40,560	2,757	20,456	10,789	28,876	734			
大分県	区分9, 10		88,407	30,627	29,704			20,077			
合計	大分県除く	**354,696**	**137,360**	**47,428**	205,486			19,349	合計	289,603	5,484
			492,056								
合計	大分県含む		580,463		235,190			39,426			

すために想定された陸側モデルでは全壊約 12 万棟，焼失約 10 万棟で合計約 22 万棟になるが，これまでの南海トラフ地震を想定した基本モデルでは全壊約 2 万棟，焼失約 1 万棟，合計約 3 万棟となる．つまり，南海トラフでの想定外クラスの巨大地震より中央構造線断層帯全長にわたりずれる方がはるかに影響の大きいことがわかる．2023 年トルコ・シリア地震や 2024 年能登半島地震での断層セグメントの連動地震の経験からは，連動地震の影響評価の重要性と想定してリスクを評価することが非常に重要である．

同じように徳島県も中央構造線断層帯の区分 5，6 が活動すると約 6 万棟，香川県も区分 5，6 が活動すると約 3 万棟，和歌山県も区分 2，3，4 が活動すると液状化被害も起きて約 7 万棟，焼失 8 万棟を合わせて約 15 万棟，死者 4,500 人となっている．大阪府では全壊 28,000 棟，死者 300 人である．奈良県は区分 1，2 が活動してやはり全壊 10 万棟超、さらに大分県はけた違いの死者約 3 万人，全壊約 8 万棟となっている．全部の府県の想定結果を単純に足し合わせると，全壊・焼失が約 50 万棟、死者が約 4.7 万人という国難級の災害になる．

4. まとめ

目安という意味で各府県が独自に算定している被害想定の結果から，中央構造線断層帯での地震に対する被害想定結果を単純に足すと，全壊・焼失では非常に大きな国難級の災害規模となり，各府県で見ると災害規模は南海トラフ巨大地震より大きい．今後は，二重計上などを避けるべく，各府県単位で中央構造線の連動を考慮した地震リスク評価が必要であると考えられる．

参考文献

1) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：2024 年 4 月 17 日豊後水道の地震の評価 https://www.static.jishin.go.jp/resource/monthly/2024/20240417_bungosuido.pdf
2) 気象庁：南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）について，2024.8.8. https://www.jma.go.jp/jma/press/2408/08e/NT_2024080819 45sv.pdf
3) 内閣府：南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ（第 18 回）資料，2024.9.9. https://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku_wg_02/18/index.html
4) 気象庁：「阪神・淡路大震災から２０年」特設サイト　観測データ・解析結果 https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/1995_01_17_hyogonanbu/index.html
5) 気象庁：主な地震の CMT 解 1995. https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/mech/pdf/cmt1995.pdf
6) 地震調査研究推進本部：主要活断層帯の長期評価 https://www.jishin.go.jp/evaluation/long_term_evaluation/major_active_fault/
7) 地震調査研究推進本部：中央構造線断層帯(金剛山地東縁－由布院)の長期評価（第二版），平成 29 年 12 月 19 日，2017. https://www.jishin.go.jp/main/chousa/katsudansou_pdf/20171219_mtl.pdf
8) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：中央構造線断層帯（金剛山地東縁－由布院） https://www.jishin.go.jp/regional_seismicity/rs_katsudanso/rs_chuokozosen/
9) 原子力規制庁：「中央構造線断層帯（金剛山地東縁―由布院）の長期評価（第二版）」の知見に関する技術情報検討会の検討結果等について，2020. https://www.nra.go.jp/data/000303932.pdf
10) 四国電力：伊方発電所中央構造線断層帯の長期評価の改訂による地震動評価への影響について（コメント回答），平成 31 年 4 月 19 日，国立国会図書館，2019. https://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/12315900/www.nsr.go.jp/data/000268055.pdf
11) 地震調査研究推進本部：震源断層を特定した地震の強震動予測手法 (「レシピ」) （令和 2 年（2020 年）3 月 6 日）, 2020. https://www.jishin.go.jp/main/chousa/20_yosokuchizu/recipe.pdf
12) 防災科学技術研究所：地震防災ハザードステーション（J-SHIS），想定地震別地震リスク https://www.j-shis.bosai.go.jp/labs/map_r/
13) 大分県：大分県地震被害想定調査（平成３１年公表版），2019. https://www.pref.oita.jp/soshiki/13550/jishinhigaisoutei.html
14) 愛媛県：愛媛県地震被害想定調査結果（第一次報告）第 2 編 地震動・液状化・土砂災害, 2013. https://www.pref.ehime.jp/uploaded/attachment/95947.pdf
15) 愛媛県：愛媛県地震被害想定調査結果（最終報告）第 5 編 建物被害，2013. https://www.pref.ehime.jp/uploaded/attachment/96006.pdf
16) 香川県危機管理総局危機管理課：香川県地震・津波被害想定（第一次公表報告書）（案）第一次公表報告書，Ⅱ 地震・津波被害想定, 2013. https://www.pref.kagawa.lg.jp/documents/3821/report_2jisin-tsunami.pdf
17) 徳島県：徳島県中央構造線・活断層地震被害想定の公表について，2017 https://anshin.pref.tokushima.jp/docs/2017072500091/
18) 大阪府：大阪府地震被害想定（平成 19 年 3 月）ハザードの想定（地震動-－5） https://www.pref.osaka.lg.jp/attach/31241/00267683/02_7.pdf
19) 和歌山県：和歌山県地震被害想定 2.中央構造線による地震，2006. https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/011400/d00153970_d/fil/h18_higaisoutei_chuuou.pdf
20) 奈良県：第２次奈良県地震被害想定調査報告書，平成１７年３月，2005. https://www.pref.nara.jp/40777.htm
21) 森 伸一郎：寄稿（上）［県内震度６弱１ヵ月］連鎖的断層活動警戒を　愛媛大学院・森伸一郎特定教授，愛媛新聞，令和 6 年 5 月 18 日 https://www.ehime-np.co.jp/article/news202405210222
22) 森 伸一郎：寄稿（下）［県内震度６弱１ヵ月］屋根耐震化へ補助重要　愛媛大学院・森伸一郎特定教授，愛媛新聞，令和 6 年 5 月 19 日 https://www.ehime-np.co.jp/article/news202405210225
23) 森 伸一郎：将来の南海トラフ・中央構造線断層帯などで起こる巨大地震の被害想定，土木学会四国支部第 19 回南海地震四国地域学術シンポジウム，#20, 2024. 12.
24) 地震調査研究推進本部：今までに公表した活断層及び海溝型地震の長期評価結果一覧，2025.1.15. https://www.jishin.go.jp/main/choukihyoka/ichiran.pdf

建物被害認定調査の調査精度に関する基礎的考察：損傷程度判断のばらつきの検討

A Fundamental Study on the Accuracy of Building Damage Assessment: An Analysis of Variability in Damage Severity Judgments

○田中 聡[1]，山崎 凪菜[2]， 松浦 瑞希[2]

Satoshi TANAKA[1], Nagina YAMAZAKI[2] and Mizuki MATSUURA[2]

[1] 常葉大学大学院環境防災研究科
Graduate School of Environment and Disaster Research, Tokoha University
[2] 元常葉大学社会環境学部生
Department of Social Environment, Tokoha University

This study examines the reliability of building damage assessments by analyzing how investigators classify exterior wall damage level utilizing building damage photographs. Significant variation was found among investigators using the current five-level classification defined by Japan's Cabinet Office, highlighting issues such as ambiguity in definitions and limitations of visual inspection. To address this, a simplified three-level classification was proposed and tested, resulting in notably reduced assessment variability. The findings suggest that adopting a simpler classification system can improve consistency in post-disaster damage evaluations, ultimately contributing to more reliable and equitable disaster response and recovery efforts.

Keywords *: Building Damage Assessment, damage classification, Visual Inspection, o Assessment Variability*

１．序論

災害が発生し，建物に損傷が発生すると，さまざまな目的で被害状況の調査が実施される．中でも被災者支援のための建物被害認定調査は，その結果によって支援の質と量が決定されるため，被災者の関心は高く，調査の公平性が求められる．

建物被害認定調査は，主として自治体職員からなる調査員によって実施される．調査方法は，「災害に係る住家の被害認定基準運用指針」に示されているが，調査結果が調査員によってばらつくことが以前より指摘されてきた．そのため自治体では，調査方法の研修などを通じてばらつきの発生を抑える努力をしてきたが，調査現場において実際にどの程度のばらつきが発生しているかという点について調査された事例はなく，調査結果の精度の議論はなされていない．

自治体は，調査結果に疑問を持つ被災者に対して丁寧に説明すると言われているが，自治体調査員の判定精度の議論なくして，被災者の納得を得るとこは難しい．さらにこの調査結果は統計処理されて，被害想定などで使われる建物の損傷曲線の構築に利用されている．例えば，村尾・山崎 [1)]は兵庫県南部地震における神戸市灘区による被災度認定調査結果と推定地震動分布を用いて構築した．また，内閣府が実施した想定南海トラフ巨大地震や想定首都直下地震に対する建物被害想定は，山口・山崎 [2)]が兵庫県南部地震における西宮市の建物被害データに基づいて構築した建物被害関数に補正を施したものを使用している．また近年では，須藤・山崎 [3)]らが，2016 年熊本地震における益城町の罹災証明データを用いて建物被害関数を構築している．これらの研究では，いずれも自治体から提供された罹災証明データ，すなわち全壊・半壊等の判定結果をそのまま使用しており，この判定結果の精度についての議論はなされていない．

一方，深層学習を活用した建物損傷程度の評価の自動化に関する研究がおおくの研究者によって進められている．この研究では，まず大量の損傷建物写真を収集し，それらの損傷程度を判断しコンピューターに学習させる必要がある．この学習データ作成時の損傷程度のラベル付けについて，その精度やばらつきも，ほとんど議論されていない．例えばWu[4)]らは，深層学習により検出された損傷を5段階（基礎は8段階）で分類するしくみを構築したが，この5段階の分類の学習モデル作成時の判断のばらつきは議論されていない．また，Gaoらは[5)]，米国Pacific Earthquake Engineering Research (PEER) Hub ImageNetを構築するために36, 413枚の被害画像の損傷程度を4分類のラベル付けした．この作業では，20人の構造技術者を雇い，判断のバイアスの発生を最小化するために，それぞれの画像の損傷程度の判定には最低3人以上の技術者による投票で決定した．

そこで辻らは[6)]建物の外壁の損傷写真50枚を使い，87名の自治体職員に建物被害認定調査の5分類の判定実験を実施し，損傷判断のばらつきについて分析した．この研究では，建物の外壁損傷写真上で損傷箇所を事前に枠で囲んで明示し，自治体職員はそれぞれの枠についてⅠ-Ⅴの損傷程度を判断した．この調査によって，損傷判断のばらつきにはいくつかのパターンがあること，1枚の写真に複数の損傷が存在する場合，一つの損傷として認識される範囲が，調査者によって異なることがあきらかになった．ただし，損傷枠が実際の調査における判断より細かく，また実験対象者に，必要であれば複数の損傷枠をまとめて一つの枠として判断するように依頼したため，傾向の分析はできたが，定量的な調査としては不十分であった．

そこで本研究では，定量的な分析をするために，損傷認識の範囲を実際の調査に則して補修の見切り範囲を基準として再編集・統一するとともに，画像を 100 枚として程度Ⅰ-Ⅴの 5 分類の実験を実施した．また，実験対象者として自治体職員のみならず建築専門家 7 名にも同様の実験を依頼し結果を比較した．さらに，同じセットの損傷写真で新たに 3 分類の損傷区分を提案し，同様な実験を実施した．実験の結果，最頻値を正解とすると，5 分類の自治体職員による正解率は 59%，専門家の正解率は 66%であり，相当程度のばらつきの発生が確認された．一方 3 分類では，自治体職員による正解率は 86%，専門家の正解率は 91%となり，3 分類の損傷区分とすれば，ばらつきの発生が相当程度低減可能であることがあきらかになった．

2．損傷区分の定義

建物被害認定調査における損傷程度の定義は，「災害に係る住家の被害認定基準運用指針」[7]で，損傷程度Ⅰ-Ⅴの 5 区分で定義されている（表 1）．

表 1　災害に係る住家の被害認定基準運用指針における損傷の定義（外壁）

損傷程度	損傷の定義
Ⅰ	【モルタル塗り仕上等】開口隅角部廻りにわずかなひび割れが生じている。 【ボード】目地部にわずかなずれが生じている。
Ⅱ	【モルタル塗り仕上等】仕上の剥離が生じている。 【ボード】仕上面の目地部にひび割れやずれが生じている。
Ⅲ	【モルタル塗り仕上等】仕上材が脱落している。 【ボード】目地部に著しいずれ、面材釘打部の部分的な浮き上がり、ボード隅角部の破損が生じている。
Ⅳ	【モルタル塗り仕上等】仕上材が脱落しており、下地材にひび割れが生じている。 【ボード】釘の浮き上がり、ボードの脱落が見られる。
Ⅴ	【塗り壁、ボード共通】全ての仕上材が脱落している 【塗り壁、ボード共通】下地材に破損が生じている。

辻ら [6]によると，この区分で外壁損傷写真の分類実験を実施した結果，調査結果に相当程度のばらつきが発生することが確認された．この原因の一つとして，既存の損傷基準の定義では，ひび割れの幅など定量的に表現されている場合もあるが，おおくは“著しい”，“わずかな”などの定性的な表現によって，損傷程度が表現されているため，調査者によってその解釈が異なってしまうという課題が指摘されている．そこで本研究では，損傷程度の定義において，できるだけ定性的ではなく現象そのものの表現を検討し，新たに損傷程度　小・中・大の 3 区分の定義を提案する（表２）．

表 2　提案した 3 区分の損傷定義（外壁）

損傷程度	損傷の定義
小	【モルタル塗り仕上等】細い線状のひび割れだが、壁面に顕著な凹凸は見られない 【ボード】目地にずれが生じているが、壁面に顕著な凹凸は見られない
中	【モルタル塗り仕上等】複数のひび割れによって壁面に凹凸が発生している 【モルタル塗り仕上等】仕上げ材の表面は剥離しているが、下地の板や断熱材までは見えない 【ボード】ボードの浮き上がりやずれにより、壁面に段差が生じている 【ボード】複数のボードをまたぐように連続したひび割れが生じている
大	【塗り壁、ボード共通】仕上げ材（ボード）が脱落、あるいは剥離し落ちかけている

3．実験方法

(1) 損傷写真

実験では2016年熊本地震において著者らが撮影した木造・プレファブ住宅の被害写真から100枚を選定した．写真は損傷部分の拡大写真ではなく，対象から一定距離はなれ，各階の階高全体が撮影されている写真を使用した．

(2) 損傷範囲の統一

損傷は一般的に，複数の損傷が連続して発生する．そのためどの範囲の損傷を基本単位とするのかによって，損傷程度の判断が分かれる．そこで本研究では，辻ら[6]が設定した損傷枠を下地にしつつ，内閣府指針で規定されている損傷範囲の定義（補修の見切りの範囲）を参考に153枠設定した．損傷程度の判断は必ずこの損傷枠単位で実施し，複数の損傷枠をまとめて判断することは禁止とした．

(3) 実験対象者

実験は複数の自治体の職員および建築専門家を対象に実施した．ここで建築専門家とは，建物被害調査に精通している，建築系大学教授，建築系学部を卒業した行政職員，ならびにコンサル会社社員である．

5分類の実験は，複数の自治体の職員120名，専門家６名に対して実施した．3分類の実験は，5分類を実施した職員とは別の複数の自治体の職員87名，および5分類と同じ専門家6名に対して実施した．

実験方法は，著者が講師をつとめる自治体の建物被害認定調査の研修会において，事前に損傷写真のセットを送付し，職員一人一人が独立して損傷程度を判断し，印刷された写真に書き込む方法とした（図１）．この結果を研修会当日の回収し，集計・分析した．専門家に対しては写真セットを個別に送付し，5分類・3分類の両方の判断を依頼した．

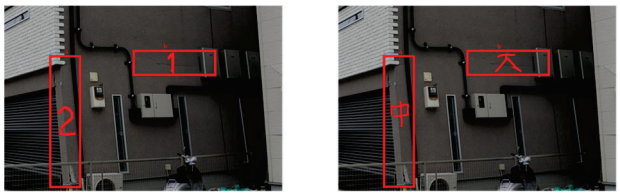


図１　実験の結果の記入法（左：5分類，右：3分類）

実験方法は，著者が講師を務める自治体の建物被害認定調査の研修会の際に，事前に損傷写真のセットを送付し，職員一人一人独立して損傷程度の判断をし，印刷された写真に書き込む方法とした．この結果を研修会当日の回収し，集計・分析した．

4．実験結果とその分析

(1) 実験結果の概要

実験結果の概要を表3に示す．

表３　5分類・3分類の実験結果

5 分類

自治体職員120名	正解率	60.0%
	標準偏差	0.69
専門家6名	正解率	66.2%
	標準偏差	0.65

3 分類

自治体職員87名	正解率	83.5%
	標準偏差	0.35
専門家6名	正解率	91.1%
	標準偏差	0.17

まず本研究では，各損傷枠の仮の正解を回答の最頻値と定義する．その上で5分類では，153枠の正解率の平均値は自治体職員で60.0%，最頻値周りの標準偏差の平均が0.69．専門家であっても平均正解率66.2%，最頻値周りの標準偏差の平均は0.65と，損傷程度の判断には自治体職員，専門家ともに大きなばらつきが発生していることがあきらかになった．一方3分類では，正解率の平均は自治体職員で83.5%，最頻値周りの標準偏差の平均が0.35，専門家では平均正解率91.1%，最頻値周りの標準偏差の平均は0.17と大きく改善した．さらに，自治体職員と専門家との最頻値の一致率は，5分類では76%，3分類では93%となった．

この結果から，調査員ごとの損傷程度の判断のばらつきは確実に存在し，その程度はきわめて大きいことがあきらかになった．また専門家も同様な傾向であることから，真の正解は一義的に決められない状況である．一方提案した3分類では，ばらつきは改善されているものの，100%ではない．また自治体職員と専門家の最頻値の一致率が，3分類では93%と高い結果となり，両者がほぼ同じレベルで評価できていると考えることができる．

(2) ばらつきのパターン

ばらつきのパターンについて分析する．定性的な分析ではあるが，図4に示すように4つのパターンに分類した．

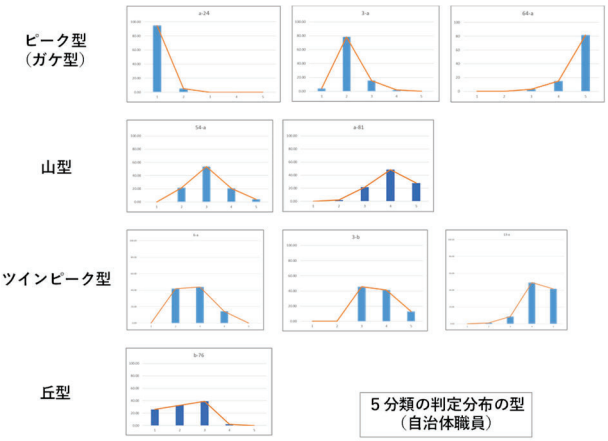


図２　5分類におけるばらつきの4パターン

まずピーク型（ガケ型）は，正解率が高くばらつきがきわめて小さいパターンであり，一見して判断できる程度ⅠやⅤで多く見られる．

山形は，一応ピークは存在するが裾野も広く，ばらつきも大きい．ツインピーク型は，2つの損傷程度がほぼ拮抗しているパターンである．この発生要因として，(a)損傷の定義が“著しい”など曖昧な表現で，調査者の主観的な判断となる場合や，(b)下地材の損傷など目視では判断できない場合が考えられる．これらは例えば程度ⅡかⅢかの損傷区分の境界で判断に悩む，いわば境界問題であるといえる．このような場合，実際の調査では，複数の調査員の合議で判断したと証言する調査員が多いが，この結果からいえることは，その合議は調査員の不安感を解消しているだけで，正しい結果が得られているか疑問である．さらに丘型のように３つ以上の判定が拮抗している場合は，損傷の定義では説明できない現象であると考えられる．一方，３分類では，これらの損傷は，どこかの損傷区分に収斂しており，境界問題の解決には有効な手段であると考えられる．

(3) 具体的な事例での比較分析

いくつかの事例で5分類と3分類を比較する．ここで，図３から図５の縦軸は各損傷区分の回答率(%)である．

図３のｂ枠では，5分類では自治体職員も専門家も程度ⅢとⅣで判断が拮抗している．これはおそらく，下地材にひび割れが生じているかどうか判断ができないことが理由として推察される．一方3分類では，どちらも程度大に収れんしている．

図３　外壁の損傷事例　その１

図４のa枠では，５分類では程度ⅡとⅢで判断が分かれており，b枠では，程度のⅢからⅤに分布しており，大きくばらついている．a枠は，仕上げ材の剥離（程度Ⅱ）なの

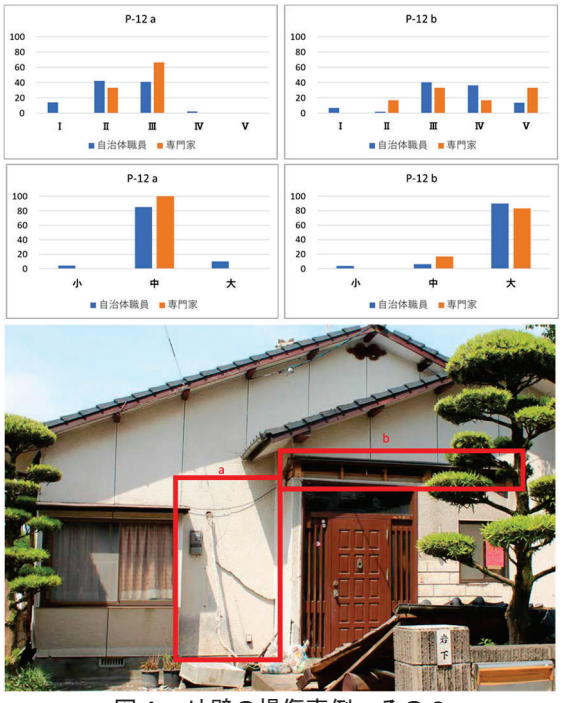


図４　外壁の損傷事例　その２

か仕上げ材の脱落（程度Ⅲ）なのか，判断が二分している．これはそもそも“剥離”と“脱落”の違いはどこにあるのか，定義が曖昧なため判断できない状況であると考えられる．b枠については，仕上げ材が脱落しているように見えるが，“ボードの脱落”という記述は程度のⅣにもⅤにも共通して存在するため，判断分かれていると考えられる．このように損傷程度の定義の曖昧さに起因するばらつきは多く存在する．一方３分類では，a枠では程度中に，ｂ枠では程度大に集約されており，自治体職員と専門家が同じ結果となっている．

図５の ａ 枠では，自治体職員であっても専門家であっても程度ⅡとⅢで判断が分かれる．これは，一つの枠に複数の損傷が存在する場合，枠内の最大損傷で判断するか，最大面積の損傷程度で判断するかの違いであると推察される．これは境界問題ではなく，いわば程度/面積問題であるため，３分類においても同様な傾向が出現した．損傷の判断方法を規定する必要がある．

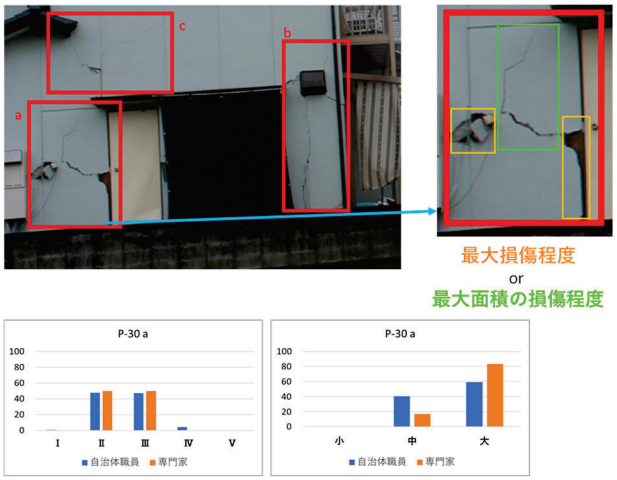


図５「最大面積の損傷」か「最大程度の損傷」

５．結論

本研究では，建物被害認定調査の精度を検討するために，建物損傷写真の中から外壁の損傷を事例として取り上げ，その損傷程度を複数の自治体職員が判定する実験をおこない，判定のばらつきの程度やその要因について分析した．本研究であきらかになった点は以下の通りである．

（１）損傷程度の判断は，現行の5分類では調査員によって大きなばらつきの発生が確認された．同様な傾向は建築専門家でも確認されたため，損傷定義と目視調査の限界との関係に問題があると考えられる．少なくとも調査員の目視による調査は，現行の５分類に耐えうる解像度がないといえる．したがって，実際の建物被害認定調査においても，同様のばらつきが発生していることが推察される．

（２）損傷程度の真の正解は損傷写真だけからでは判断できない．調査の精度を議論するには，まずそれぞれの損傷程度の正解がわからなければならない．しかし本研究であきらかになったことは，この正解がわからないという点である．この原因として以下の3点を指摘できる．

(a)　損傷程度の定義に，「わずかな」や「著しい」などの曖昧な記述が主観的判断となる

(b)　目視調査だけでは，損傷の詳細が見えない

(c)　一つの損傷枠内に複数の損傷が存在する場合の取り扱いが規定されていない

(a)(b)は，2つの損傷程度のどちらかで悩む，境界問題である．また(b)については，仮に損傷を近くから観察し，さらに触る，はがして内部を観察するなど十分な時間をかけて調査すれば，各損傷区分の定義に合致した正解に近づくことは可能であろう．しかしこのような調査は，建物被害認定調査で想定されている範囲を超えている．また(c)については，面積/程度問題であり，調査方法の中で規定する必要がある．

（３）損傷程度を3区分とする新たな損傷定義を提案し，5分類と同様な実験をおこなった結果，境界問題はおおむね解決し，ばらつきは大幅に低減した．ただし3分類においても面積/程度問題は検討が必要な課題となった．

建物被害認定調査では，調査の正確性や迅速性とともに，調査結果の公平性や被災者の納得性が重要となる．調査の正確性が確保されれば，公平性や納得性も確保されるが，迅速性を損なう可能性が高い．一方で，迅速性と公平性を担保できれば，正確性は多少欠如しても被災者の納得性は確保できると考えている．すなわち，仮に詳細な調査によって得られる真の正解と異なる結果であっても，だれが調査しても同じ結果が得られるという状況が実現すれば，調査の公平性は担保される．現行の5分類では，ばらつきが大きく公平性を欠いているという指摘を否定することはできないが，3分類であれば実現可能であると考えられる．

参考文献

1）自治体の被害調査結果に基づく兵庫県南部地震の建物被害関数，村尾修，山崎文雄，日本建築学会構造系論文集，65 巻（2000）527 号，p. 189−196

2）西宮市の被災度調査結果に基づく建物被害関数の構築，山口直也，山崎文雄，地域安全学会論文集，2 巻（2000），p. 129−138

3）益城町の罹災証明データに基づく 2016 年熊本地震に対する建物被害関数の構築，須藤巧哉，山崎文雄，松岡昌志，井ノ口宗成，堀江啓，劉ウェン，日本地震工学会論文集，19 巻（2019）4 号，p. 4_13−4_31

4）Earthquake damage detection and level classification method for wooden houses based on convolutional neural networks and onsite photos, KaiWu, MasashiMatsuoka, Haruki Oshio, Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, Wiley, 2025;40:674–694.,

5）PEER Hub ImageNet: A Large-Scale Multiattribute Benchmark Data Set of Structural Images, Yuqing Gao and Khalid M. Mosalam, Journal of Structural Engineering,ASCE, 2020, 146(10): 04020198,

6）建物被害認定調査における調査員の損傷程度の判断に関する考察, 辻翔平, 小泉沙樹, 林海希, 田中聡, 地域安全学会梗概集, No.54, pp.179-182, 2024.

7）内閣府(防災担当)，災害に係る住家の被害認定基準運用指針，(2024 年 5 月)
https://www.bousai.go.jp/taisaku/pdf/r605shishin_all.pdf

謝辞

本研究の一部は，2023年度常葉大学共同研究「令和６年度能登半島地震に関する総合研究（研究代表者：田中聡）」による．

本研究では，損傷写真の判断実験に，建物被害認定調査研修に参加されたおおくの自治体職員ならびに専門家諸氏に協力いただいた．記して謝意を表す．

企業向け地震保険と建物の耐震補強の関連性に関する一考察

A Study on the Relationship between Earthquake Insurance for Businesses and Seismic Reinforcement of Buildings

○望月 智也[1]，古澤 靖彦[1]
Tomoya MOCHIZUKI [1] and Yasuhiko FURUSAWA [1]

[1] (株)イー・アール・エス エンジニアリング部
Engineering and Risk Services Corporation

This paper attempts to classify the relationship between insurance premiums and seismic retrofitting to clarify the extent to which seismic retrofitting contributes to the reduction of insurance premiums. As a preliminary study to examine the best mix of earthquake insurance and seismic retrofitting, this classification aims to measure the effect of seismic retrofitting by the reduced insurance premiums. Additionally, it seeks to find significance in quantitatively assessing the reduction effect through probabilistic risk evaluation.

Keywords *: Earthquake insurance for businesses, Seismic retrofitting of buildings, Insurance premiums*

１．序論

企業向け地震保険は，一般にリスクマネジメントにおけるリスクファイナンス手法として位置付けられ，経済的損失に対する最も効果的なリスク転嫁策として認知されている．他方，建物の耐震補強はリスクコントロール手法に位置づけられており，その効果はこれまでの実績からも明らかである．リスクコントロールとリスクファイナンスは異なる手法で，前者は建設分野，後者は保険分野が専門と範疇も違うため，従前は直接的には相容れない関係であった．

しかしながら，被害地震の頻発化や南海トラフ巨大地震や首都直下地震などの大地震の発生が懸念される昨今においては，地震対策をどちらかに頼るのではなく，地震保険と耐震補強によるリスクマネジメント手法のベストミックが必要になると思われる．例えば，事業継続マネジメント（Business Continuity Management; BCM）においては，予防策として耐震補強を採用し，発災後の対応策としては，地震保険を活用により，企業存続の可能性を向上させる．但し，種々の対策 を講じることは費用負担となり，企業の経営を圧迫しかねない．耐震補強を行い，地震による損害額が軽減されると見込める場合は保険料が抑えられる，などの仕組みが上手く適用されると望ましい．地震保険の効果の計測に関する研究については，先行研究 [1,2)]があるが，あくまでも理論的な見解であり，保険分野における実務とは乖離があると思われる．

そこで本論文では，地震保険と耐震補強のベストミックスを検討する初段の研究として，耐震補強がどの程度保険料の削減に寄与するのかを明確化する目的で保険料と耐震補強の関係を類型化を試みる．類型化により，耐震補強効果を保険料の削減量で測ること，さらには地震リスクを定量的する意義を見出すことが可能となる．

２．企業向け地震保険とアンダーライティング

企業向けの地震保険の呼称は，厳密には，地震危険保証特約，もしくは地震危険拡張担保特約であり，一般には火災保険の特約として付保されるものである．付保内容としては，物理的損失（PD; Physical Damage）と，休業損失（BI Business Interruption）がある．保険付保のためには，保険会社によるアンダーライティングが必要となるが，アンダーライティングは，保険の契約時に引き受けの可否をの判断や引受条件，保険料などを決める一連の業務のことを指し，保険設計において必要な行為である．企業向けの地震保険におけるアンダーライティングでは，統計情報が少ないため，説明力が高い工学的に評価されたリスク情報が極めて重要視される．

なお，保険分野における統計情報とは，損失額の実績値に関するデータを指す．

３．アンダーライティングに必要なリスク情報

アンダーライティングで参照されるリスク情報（AEL, PML）は，リスクカーブ [3)]から読み取る．リスクカーブは図 1 に示すように，横軸を損失，縦軸を損失の年超過確率とした関数である．ここで，AEL（Annual Expected Loss）は AAL（Annual Average Loss）ともいわれ，地震により予想される年間損失期待値を意味し，これは純保険料に相当する．また，PML（Probable Maximum Loss）は予想最大損失であり，保険料の設定において AEL とともに参照される重要なリスク指標である．

リスクカーブと AEL，また PML の関係は図 1 に付記しているが，リスクカーブは国内用語で，諸外国では EP カーブ（Exceedance Probability Curve）や Loss Frequency Curve と呼ばれている．AEL はリスクカーブから算出される加重平均，PML は再現期間 475 年に対応する損失，言い換えれば，今後 50 年で 10%以上の確率で発生する損失として求められる．

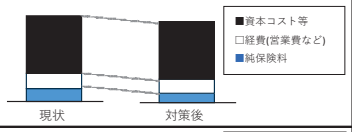
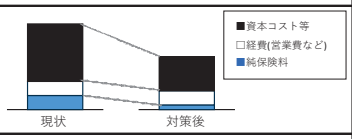
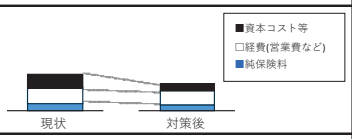
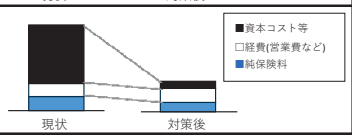
３．耐震補強の効果の類型化に関する検討

（1）保険料の構成

保険料は一般に純保険料と付加保険料で構成され，付加保険料は保険会社の営業費＋資本コスト等で設定される．純保険料は，基本的には AEL がベースになる．

一方，付加保険料における資本コスト等については，

表１　地震保険において耐震補強の効果が出るパターンと類型化

パターン	概説	保険料の軽減イメージ	耐震補強の効果	備考
A	その保険会社が抱える全ての対象施設をポートフォリオとみて、これを１ディールとする場合		非常に低い	対象施設数が多く、アンダーライティングにおいて、ポートフォリオの組み換えが多数行われるため、リスクの定量化情報が保険料に反映されにくい。
B	特定の企業が保有する複数施設をポートフォリオとして、これを１ディールとする場合		ある／高い	耐震補強の効果は、ポートフォリオにおいて、より価格の高い建物に講ずるほど高い。
C	新耐震の建物など、損失の不確実性が低い安定案件を１ディールとする場合		低い	施設の耐震性が高く、もともとリスクが低いため（耐震補強が不要な場合もある）、耐震補強の効果はでにくい。
D	旧耐震の建物や図面がない古い建物など、損失の不確実性が高い不安定案件を１ディールとする場合		高い／非常に高い	耐震補強の効果が顕著に効果に現れる。

損失の不確実性を考慮して見積もられる．

この際の不確実性の大きさの目安となるのが PML である．リスクカーブの右端の部分に位置する PML は，AEL に比べて大きな数値となり，AEL と PML の差がある程，不確実性が大きいと判断される．このため保険会社は不確実性が大きな保険取引（ディール）については，資本コスト等を高く設定し，自社のリスクを回避する．次節では，耐震補強効果という観点で，保険料がどのケースの場合，どのように変化するのか類型化する．

（2）耐震補強の効果の類型化と考察

表 1 が地震保険において耐震補強などハード対策の効果が保険料に現れる可能性があるパターンを類型化したものである．表 1 より，ディールがポートフォリオ案件の場合，ポートフォリオが保険会社の抱える様々な企業の建物で構成される条件下では，耐震補強を施した企業の建物の地震リスクのみが減り，他の企業の地震リスクが下がらない．これはポートフォリオの PML が改善されない，つまり資本コスト等が下がりにくい結果となり，耐震補強が上手く保険料の軽減効果に反映されないケースである．但し，ポートフォリオが特定企業のみの建物で構成される条件では，耐震補強の効果が顕著に表れる．この傾向は表 1 の備考に示すように，ポートフォリオにおいてより高額な建物を補強することで，AEL も PML も下がり，保険料の軽減といった形で高い効果が得られると推測される．このため，本研究ではこの二つを A,B と分類した．一方，ディールが一つの建物を対象とした場合では，耐震性の低い建物に対する耐震補強が明確に AEL も PML も下げ，これが保険料の軽減効果に反映される．但し，耐震性の高い建物に関しては，耐震補強が不要になることが多いため，耐震補強効果は見えにくい．したがって，これら二つのパターンを C,D と分類した．

なお，総じてポートフォリオのディールより，建物単体のディールの方が，耐震補強効果は高くなる．

５．結語

本論文では，耐震補強がどの程度保険料の削減に寄与するのかを明確化する目的で，地震リスクの定量化情報等に基づき，保険料と耐震補強の関係を類型化した．

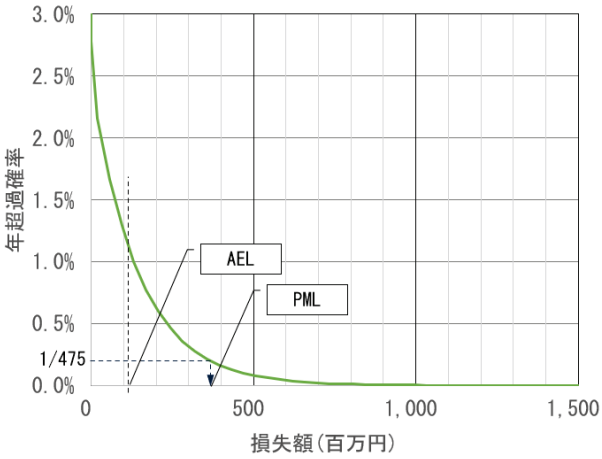


図 1 リスクカーブ

この結果，両者の関係がディールにおける案件の内容がポートフォリオであるか否かにより分類でき，特に後者の場合の方 が，耐震補強により AEL も PML が下がるため，耐震補強効果が保険料の軽減として出やすい傾向があると考察できる．一方，ディールがポートフォリオの場合は，複数社の建物で構成されるディールより，特定企業の建物のみで構成されるディールの方が耐震補強効果が高いと考察できる．なお，この類型化と考察の妥当性については，今後，保険会社へのヒアリング等を通じて検証する必要性がある．

参考文献

1) 望月智也, 中村孝明, 木村正彦, 星谷勝: 損失に対する主観金額を考慮した地震保険の最適化, 土木学会論文集, 2002 巻 703 号, pp.203-210, 2002.
2) 赤石沢総光，福島誠一郎，安田登: 企業財務を考慮した地震保険によるリスク移転の評価に関する考察, 土木学会論文集 2004 巻号, pp.95-106, 2004.
3) 兼森孝: 特集リスクマネージメント入門,2.リスクマネージメントの手法 リスク分析, 土木学会誌,Vol.85, pp 13-17, 2000.

応急危険度判定実施前に建物の危険性を住民自身で判断するための補助ツール有効性の検証

Verifying validity of a support tool for residents to judge the risk of buildings themselves before emergency safety evaluation is carried out

○岡田 恵実[1]，幸山 寛和[2]，都築 充雄[2]
Emi OKADA[1], Hirokazu KOUYAMA[2], Mitsuo TSUZUKI[2]

[1] 株式会社ファルコン，元・名古屋大学減災連携研究センター受託研究員
FALCON Corporation, Former commissioner researcher Disaster Mitigation Research Center Nagoya University
[2] 名古屋大学減災連携研究センター
Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University

In this study, we verified validity as a tool for residents to judge the risk of secondary damage caused by aftershocks before an emergency safety evaluation is carried out. It is based on resident's voices who have risk of damage from large-scale disasters such as the Nankai Trough earthquake. We verified this tool with the cooperation of victims of the Noto Peninsula Earthquake and civil servants affected by the disaster. As a result, we found that if this tool is used correctly, even residents without specialized knowledge can grasp the level of building damage equivalent to an emergency safety evaluation and judge the risk.

***Keywords**: emergency safety evaluation, support tool for residents to judge the risk of buildings themselves*

１．はじめに

(1) 研究の背景と目的

地震発生時，都道府県条例に基づき，一定の震度，被災状況に応じて被災建築物応急危険度判定が実施される．しかし，令和 6 年能登半島地震を含む過去の震災時において，応急危険度判定士の不足により，建物所有者が建物から退避する判断を早期にできないことや，自治体被災建物状況把握の早期対応が困難であったという課題がある[1)]．

このことについて，令和 6 年能登半島地震での応急危険度判定の遅れについての報道等を見聞きした愛知県幸田町の住民から同町役場職員に対して，応急危険度判定がされない状態で建物の中に入っていいのかの判断をどうしたらいいのかという声があった．応急危険度判定前に住民が自ら建物の安全を確認するための手段として，建物内に滞在する者の安全を確保することを目的に，専門知識を有さない人向けの建物被災判定の方法について内閣府が作成した「大規模地震発生直後における施設管理者等による建物の緊急点検に係る指針（以下，内閣府指針）[2)]」があるが，これを読んだ幸田町住民からは，ページ数が膨大であり，わかりづらい表現があり理解しにくいという意見が出された．

この課題に対し筆者らは，内閣府指針を基に作成したイラストなどを交えた感覚的に判断できるチェックシート「住民による簡易版被災建物応急危険度判定帳票（以下，簡易版帳票）[3)]」を用いて，事業主体となる幸田町および周辺自治体職員，建築構造を専門とする研究者からなるチームにて，簡易版帳票の社会実装に向けたその有効性の検証に取り組んだ．

(2) 研究の位置づけ

これまで応急危険度判定に関する研究は，自治体の災害対応における GIS を用いたデータ活用の実態の報告[4)]，応急危険度判定を迅速に実施できるようにするための手順やシステムの開発を考察した研究[5)]がある．

また，住民が被災建物に立ち入る可能性として，住民による救助活動があるが，これに関する研究は，住民が救助活動に参加した場合の人命救助率の上昇に関する内容となっている[6)]．日本地震工学会の研究委員会である地震による倒壊家屋からの救助訓練プログラムに関する研究委員会では，倒壊家屋からの救助活動を安全かつ的確に実践するために，構造物の危険度評価・応急補強に関する知識や自己安全確保など，地震工学，建築工学，環境工学，災害医学などの学際的観点からのアプローチに基づいた消防・警察等の専門部隊および一般の地域住民向けの実践的な救助訓練プログラムの開発の研究・開発を実施している[7)]．

一方，本研究では，住民を対象とした建物の危険性の判断を補助するためのツールの有効性検証を行っている．応急危険度判定を受ける前に住民自らが被災建物の危険性を，帳票を使って判断する点に特徴がある．自治体が実施する応急危険度判定の内容に言及するものではなく，住民自らが建物損傷程度について判断するという視点は，既往研究と異なる点といえる．

２．簡易版帳票の作成検討

簡易版帳票（図 1）は，専門知識を持たない住民でも，イメージと実際の建物を見比べ感覚的に帳票の設問に回答しやすいものにすることを目指した．本稿では，作成検討の概要を記載する．ツールの開発の詳細については，別稿[3)]を参照のこと．

本研究は，75 歳前後の幸田町住民の意見を参考にしたため，ターゲットとなる年齢層を後期高齢者と仮定した．

簡易版帳票の内容は，応急危険度判定項目を整理したうえで，建物や周辺状況などについては写真やイラストで示し，実際の状況と比較して確認できるようになっている．イラストや写真で示したのは，文字は読んで理解する必要があり理解に差が出やすいことから，目で見た情報で確認できるようにした．簡易版帳票内で使用する表現についても，自治体として地域で実施している防災訓練などの経験から，子どもから高齢者まで広く理解できるよう難しい表現は避け，「著しい」を「目で見て明らかに」など，かみ砕いたものに変更し，わかりやすくなるよう配慮されている．

簡易版帳票完成後，その有効性について，検討メンバーや周辺の協力者で試行し，検討を行った．しかし，回答者に被災経験がなく，回答が想像に基づくため、有効性の検証には回答が十分ではない可能性が指摘された．このため，令和 6 年能登半島地震で被災した地域での聞き取り調査を実施した．

図 1．簡易版帳票

3．簡易版帳票の有効性を確認するための調査

簡易版帳票の有効性を確認するための調査は，令和 6 年能登半島地震で被災した地域で，住民と自治体職員それぞれに分けて実施することとした．

住民に対しての調査は，令和 6 年 9 月 19 日に七尾市田鶴浜地区で実施した．“応急危険度判定を受ける前に実際に建物に入るか入らないかという判断に迫られる状況があったのか”，“その際にどのような条件でどのような判断をしたのか”という実情を知るとともに，被災時に簡易版帳票を使えていたら住民が自ら建物に入るかの判断ができていた可能性があるかを確認することとした．

自治体職員に対する調査は，令和 6 年 9 月 20 日に内灘町役場で実施し，総務課，都市建設課，住民課，税務課，福祉課の職員が参加した．さらに，9 月 24 日および 26 日には，オンラインウェブ会議システムで七尾市役所の職員を対象に実施し，税務課，都市建築課が参加した．災害時に住民が自ら簡易版帳票を使用し建物に入る判断ができることで，自治体の災害対応の軽減につながる可能性があるかを検証することとした．

(1) 七尾市田鶴浜地域での住民およびコミュニティセンター職員への聞き取り

調査当日は平日木曜日で外出している住民の割合が多く，訪問した 6 軒中 3 軒で住民から話を伺うことができた（表 1）．話を伺えたのはいずれも高齢者で，被災後すぐの建物に自らは入らず，大工や若い人に入ってもらったことがわかった．簡易版帳票を試行していただいたところ，被災時の住宅の様子や判断材料などについては前述のとおり自身で建物に立ち入っていないため，回答できない箇所があった．実際に被災直後に建物に入った大工や若い人は，被災から時間が経ち仕事に復帰しており自宅におらず，話を伺えなかった．

そのため，田鶴浜地区の避難所になった田鶴浜地区コミュニティセンターの職員の男女 2 名に協力いただき簡易版帳票について意見をいただいた．職員は概ね 50～60 代で，地域での聞き取りで聞けなかった若い世代に該当する．簡易版帳票を使用してみた感想としては，「調査項目の前に総合評価の欄があり，どこから手を付けていいのか戸惑った」，「隣接建物による被害の確認について，倒壊しても自宅に被害がないほど距離がある場合は危険性なしとしていいのか？」，「地盤への家屋の沈み

込みについて，敷地内だけで考えればいいのか？」，「パーセンテージで表現されると少しわかりづらい」という意見があったが，おおむね理解できるという回答だった．

表 1．七尾市田鶴浜地域での聞き取り調査（現地）

日時	令和 6 年 9 月 19 日（木）
対象	地域住民：3 軒 コミュニティセンター職員 3 名

地区住民への調査で簡易版帳票について使用してみた感想を集めることが難しかったという状況を知り，田鶴浜地域コミュニティセンター職員から，同センターの他の職員や，利用者へ声掛けをして実施してみるのはどうかという提案をいただいた．このため，簡易版帳票とアンケート，どのような趣旨で簡易版帳票の作成検討を行っているかという文書を作成し，後日回答をお願いすることとなった．

郵送により回収した簡易版帳票は 31 名分あった（表 2）．簡易版帳票の判定結果では A 判定（調査済）が 4 軒，B 判定（要注意）が 3 軒，C 判定（危険）が 24 軒という結果だった．この中で，簡易版帳票では C 判定となるが実際の応急危険度判定では A 判定だった住宅が 2 軒あった．住民からは「この帳票で判断しようとすると，ほとんどの人が危険判定になってしまう。」という意見があった．なお，内閣府指針の判定方法は，各判定項目のうち最も危険な項目に対応して総合判定結果が得られ安全側の判断に振れるので，これに基づいて作成された簡易版帳票で危険判定になる建物が多くなる結果は妥当であるといえる．

アンケートは 6 名から回答を得ることができ，この中で，6 名中 3 名が応急危険度判定前の被災建物の中に入ったと回答しており，その理由としては「次の日、必要なものを取りに」，「建物が安全と判断」という回答だった．また，応急危険度判定や罹災証明のための建物被害調査結果に所感を伺う設問においては，6 名中 3 名が「危険個所の周知とその程度の記述が不十分であるためどう対処すれば建物内に入れるかわからなかったので十分考慮している制度とは言えないと思う」と回答している．簡易版帳票では，イラスト等による評価部位の図示と，帳票を用いた建物傾斜角の計測やひび割れ幅の計測方法の指定により，この既存制度の課題を一部解決しうると考える．

表 2．七尾市田鶴浜地域での紙による調査（現地）

実施期間	令和 6 年 9 月 25 日（水）～10 月 15 日（火）
回答数	簡易版帳票：31 名 アンケート：6 名

(2)内灘町役場職員への聞き取り

内灘町役場での聞き取りでは，能登半島地震において総合的な対応を行った総務課，応急危険度判定を行った都市建設課，罹災証明の申請受付を行った住民課，罹災証明のための調査を行った税務課，液状化被害が著しかった西荒屋地区の実家が被災した職員から話を伺うことができた（表 3）．総務課，都市建設課，被災した職員については，簡易版帳票とアンケートについて意見をいただけた．

聞き取りにおいて，住民や報道関係者など応急危険度判定について知っている人が少なく，「応急危険度判定とは何か？」，「赤色の紙と黄色の紙の違いは何か？」という問い合わせがあったとのことだった．応急危険度判定は二次被害を防ぐものだが、罹災証明との違いが住民に理解されにくく、未判定だと罹災証明が出ないと誤解されていた．さらに，みなし仮設に入る要件として，石川県が応急危険度判定で著しく危険性が認められた場合を後から含めたことから，住民から応急危険度判定をして欲しいという要望や，再度の判定を求められることがあったとのことだった．

こうした対応から，今回使用した応急危険度判定に関連する簡易版帳票について，“使用する住民の安全を確実に保証するものではないこと”，“応急危険度判定や罹災証明，各保険会社の損害調査とも違うこと”を十分理解してもらえるようにする必要があるという意見をいただいた．自治体が実施する住民への防災啓発活動の際に，応急危険度判定や罹災証明についての理解してもらえるよう啓発を行うことが必要と強く思われるとのことだった．その上で，作成した簡易版帳票を住民が使用し，二次被害を避けつつ建物に必要なものを持ちに立ち入ることができるのは住民にとっての一助となる上，自治体への問い合わせが減ることで自治体の災害対応業務の軽減につながるのではないかと思うとのことだった．

表 3．内灘町役場での聞き取り調査（現地）

日時	令和 6 年 9 月 20 日 13 時 50 分～16 時 30 分
対象	行政職員 （総務課，都市建設課，住民課，税務課，福祉課）※福祉課職員は実家が被災

(3)七尾市職員への聞き取り

七尾市役所への聞き取りは，オンライン会議システムを使用して行った．罹災証明の申請受付から調査発行を行った税務課，応急危険度判定を行った都市建築課の職員から話を伺うことができた（表 4）．この中で，応急危険度判定と罹災証明，保険会社の損害調査との違いがわかりにくいという，内灘町と同様の住民からの問い合わせが多かったことがわかった．

簡易版帳票については，事前に応急危険度判定がどんなものであるか住民周知ができるのは良いと思うという意見をいただいた．また，簡易版帳票の性質から，主務担当課に住民からの問い合わせが寄せられる可能性が大いに考えられるため，防災担当課だけでなく関係課との調整も事前に密にした方が良いというご意見もいただいた．さらに，配布をどこの課が担当するのかなどの整理も必要という指摘をいただいた．

表 4．七尾市役所への聞き取り調査（オンライン）

日時	①令和 6 年 9 月 24 日（火）10 時～11 時 ②令和 6 年 9 月 26 日（木）10 時～11 時
対象	①　税務課，②都市建築課

4．まとめと考察

応急危険度判定を受ける前に住民自らが建物の危険性の判断を補助するためのツールとして，簡易版帳票の有効性の検証を行った．

応急危険度判定が実施される前に，住民が余震等に起因する二次被害の危険性を自ら判断できる材料として開

発された簡易版帳票は，能登半島地震の被災住民や自治体職員を対象とした検証の中で，住民から応急危険度判定がされていない中でどうしたらいいのかわからない状況の中での一助になること，自治体職員からは自助のツールとして活用することで発災直後の住民から問い合わせが減ることが期待され自治体の業務が軽減される可能性があるという意見をいただけた．

一方で，簡易版帳票の記入動線が一方通行ではないため混乱すること，被害程度の定量的表現がわかりにくいこと，応急危険度判定との差が出る可能性があることが課題としてわかった．さらに，住民にとって応急危険度判定と罹災証明と保険会社の損害調査が違うということがわかりにくいという問題点が改めて浮き彫りとなった．

また，簡易版帳票作成の段階では，75 歳前後の幸田町住民の意見を参考にしたため，ターゲットとなる年齢層を後期高齢者と仮定していたが，被災住民への聞き取り調査の中で，高齢者は若い世代を頼ることがわかった．このことから，対象とする年齢層を，実際に使用することになると考えられる 50～60 歳代として再検討する．

さらに，簡易版帳票の社会実装に差し当たっては，応急危険度判定や罹災証明の概要とそれぞれの違いを発災前に住民が知る機会が少ない現状を自治体の課題として認識した．自治体による地域防災訓練などの中で，発災時の対応だけでなく被災後の復旧などについても事前啓発が必要である．

簡易版帳票は内閣府指針に沿う内容であり，判定としては安全側に振れるため，実際に使用した場合，多くの被災建物に立ち入ることが危険であるという判断になることが想像される．しかし，災害時という冷静な判断をすることが難しくなる緊急事態の中で，建物への立ち入りが危険であると分かることは，被災者が自身の身を守る判断の一助となり得るのではないかと感じた．また，危険な状態やその箇所を理解することで，必要家財の取り出しなどのために建物に立ち入る際にどこに気をつけるのか，さらに立ち入りが危険であるから滞在時間を最小限に留めると判断できる可能性があることから，簡易版帳票の作成には一定の意義があると考える．

今後は，明らかになった問題点の解消など簡易版帳票のブラッシュアップをするとともに，若い世代の使用を考慮してデジタルツールの開発も検討する．

謝辞

住民による簡易版被災建物応急危険度判定帳票は，田鶴浜地区住民および同町コミュニティセンター，石川県七尾市，石川県内灘町，愛知県幸田町，愛知県名古屋市，京都府立大学の協力のもと実施した．関係者の皆様にお礼申し上げます．

参考文献

1) 土木学会，2016 年熊本地震における建設技術者の応急対応に関する調査研究小委員会　終了報告，https://committees.jsce.or.jp/eec2/system/files/%E5%9C%B0%E9%9C%87%E5%B7%A5%E5%AD%A6%E5%A7%94%E5%93%A1%E4%BC%9A%E7%86%8A%E6%9C%AC%E8%AA%BF%E6%9F%BB%E5%B0%8F%E5%A7%94%E5%93%A1%E4%BC%9A%E5%AE%8C%E4%BA%86%E5%A0%B1%E5%91%8A.pdf
2) 内閣府（防災担当），住民による簡易版被災建物応急危険度判定帳票，2015.2
3) 幸山寛和・岡田恵実・都築充雄：応急危険度判定前に建物の危険性を住民自身で判断するための補助ツールの開発, 地域安全学会, 2025
4) 折橋祐希・鈴木進吾・倉本啓之・宇羅良博・浦川豪：市町村の災害対応における GIS を用いたデータ活用の実態 －令和 6 年能登半島地震の石川県輪島市における 協働的実践－，自然災害科学 J. JSNDS，43-3，619-630，2024
5) 柴田良一・長尾彩・加藤史郎：携帯電話を活用 した応急危険度判定支援システムのプ ロ トタイプ開発，日 本建築学会技術報告集 第 19 号，355-358，2004.6
6) 沖拓弥・大佛俊泰：住民による救助活動を組み込んだ大地震時における木密地域の広域避難シミュレーション分析，日本建築学会計画系論文集 第 81 巻 第 724 号，1345-1353，2016.6
7) 公益社団法人日本地震工学会，地震による倒壊家屋からの救助訓練プログラムに関する研究委員会，https://www.jaee.gr.jp/jp/research/research18/

災害復興過程が地域社会に及ぼす影響に関する研究
—新潟県中越地震被災地域における20年後のインタビュー調査を通じて—
A Study on the Impact of Disaster Recovery Processes on Local Communities
Interviews Conducted 20 Years After the Niigata Chuetsu Earthquake

○石塚 直樹[1]，澤田 雅浩[2]
Naoki ISHIZUKA[1] and Masahiro SAWADA[2]

[1] 公益社団法人中越防災安全推進機構
Chuetsu Organization for Safe and Secure Society
[2] 兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科
Graduate school of Disaster Resilience and Governance, University of Hyogo

Twenty years have passed since the Niigata Chuetsu Earthquake struck in 2004. This study conducted a series of interviews with residents in the affected areas to investigate the research question: "How have the community-based revitalization efforts during the first decade after the Chuetsu Earthquake influenced the subsequent ten years of regional development?" The findings indicate that the recovery efforts during the first ten years were "observed" by both local and external stakeholders, including those not directly involved in the process, thereby fostered a "sense of potential succession" that contributed to the emergence of future actors.

Keywords *: Chuetsu earthquake, Community-based revitalization, Two decades later, Impact, Interview survey*

１．はじめに

2004 年 10 月 23 日に発災した新潟県中越地震（以下，中越地震）から 20 年が経過した．過疎化と高齢化が進む集落が点在する中山間地域における地盤災害であった中越地震からの復興は，被災により一時全村避難となった旧山古志村の合言葉となった「帰ろう，山古志へ」に代表されるように，被災した中山間地域における暮らしの再生に焦点があてられた．

震災復興ビジョン策定懇話会が 2005 年 3 月に策定した「新潟県中越大震災復興ビジョン」では，旧を踏まえつつその上に新たなものを生み出していく「創造的復旧」の理念のもと，「2014 年の二つの記録」[1]として，震災から 10 年後の対照的な 2 つの物語が掲載された．記録 1「我が国の中山間地の息の根を止めた地震（絶対回避シナリオ）」と，記録 2「日本の中山間地を再生・新生させた地震（実現希求シナリオ）」である．記録 1 を避け，記録 2 を目指すことを共通の理解として，県と被災自治体において 10 年間の復興計画が策定され，計画に基づく中山間地域における復興地域づくりが展開された．震災から 10 年が経過した 2015 年 3 月には，官民による中越地震から 10 年までの検証が行われ，検証から得られた知見は「新潟モデル」[2]として整理されている．

しかし一方で，震災から 10 年以降の被災地域の状況の整理は行われておらず，復興の取組や担い手がその先の地域にどのような変化や影響を及ぼしたかは明らかとなっていない．20 年が経過した被災地域は記録 1 がさらに進行したようにも見受けられるものの，復興の取組は何らかの影響を及ぼしている可能性があると考えられる．

本研究は，災害復興過程がその後の地域社会に及ぼす長期的影響を明らかにすることを目的とする．本稿では中越地震被災地域住民を対象に実施した中越地震 20 年後のインタビュー調査から考察を行う．

２．研究方法

本研究では，中越地震被災地域に居住する住民を対象とした半構造化インタビュー調査を実施した（表１）．対象者の選定は震災以降中越地域に関わり続けている中越防災安全推進機構職員により行い，変化や影響を測るため，地域活動への関与開始時期に基づき以下の二群に分類した．第一群は「震災以前あるいは震災当時から地域活動に関与していた地域住民」，第二群は「震災から 10 年以降に地域活動に関与し始めた地域住民」である．

インタビュー調査は新潟県中越大震災 20 年プロジェクトの一環として組織した「復興プロセス研究会」の研究員および学生研究員により実施し，逐語記録を作成した．同研究会では，調査結果に基づき，二分類間に見られる変化や影響について分析的検討を行い，その傾向の整理を試みた．

表１．中越地震 20 年インタビュー調査の実施概要

調査名称	新潟県中越地震被災地域における 震災 20 年後のインタビュー調査
調査目的	中越地震からの復興の取組は，その後の 10 年にどのような影響を与えたのかを明らかにするため，当該地域住民の語りを収集し記録する
調査形式	半構造化インタビュー調査
調査期間	2023 年 10 月～2025 年 3 月
対象者	中越地震被災地域に居住する住民 第一群…震災以前あるいは震災当時から地域活動に関与していた住民 第二群…震災から 10 年以降に地域活動に関与し始めた住民
調査項目	１．中越地震以降の取組について ２．中越地震や復興の取組の捉え方 ３．10 年の取組の，その後 10 年への影響 ４．これからの展望について
実施主体	復興プロセス研究会 （事務局：中越防災安全推進機構）

３．研究結果

インタビュー調査は計 43 名へ実施した．43 名の内訳は以下のとおりである（表２）．

表２．中越地震 20 年インタビュー調査の実施者数

地域		調査実施者数（人）		
自治体	地区	内訳		全体
		第一群	第二群	
長岡市	長岡	1	0	1
	山古志	5	2	7
	川口	16	4	20
	小国	1	1	2
	栃尾	3	0	3
小千谷市		8	1	9
十日町市		1	0	1
合計		35	8	43

インタビュー調査の結果および研究会における分析的検討に基づき，中越地震からの復興における 10 年の取組が，その後の 10 年に及ぼしたと考えられる変化や影響の傾向を以下の 6 項目に整理する．

(1) 家長や家屋の継承

震災時に家長を担っていた親世代（第一郡）のリタイヤや逝去により，当時は地域活動への関与が無かった子ども世代（第二群）が家屋や家長としての役割を引き継ぐ事例が複数確認された．子ども世代は，家長や家屋の継承を語る際，震災後，家や家族に対する親の思いに触れたことや，地域の復旧・復興に取り組む親の背中を見ていた経験を共有しており，復興過程を通して家や地域に対して「執着が生まれた」と述べる対象者も見られた．

(2) 地域活動組織における担い手の変化

地域活動に取り組む自治組織，民間団体などの組織においては，少数ではあるものの，第一群から第二群への役割の移行が見られた．中には世代間で共同して役割を担うに至った事例も含まれる．役割の移行は，時間経過に伴うリーダーの高齢化や家族構成の変化，または復興地域活動に対する受賞により一定の達成感が生まれたことなど，様々な要因が契機となっており，バトンが明確に手渡されている事例ばかりではないことが確認された．

(3) 地域づくりの活動領域の変容

第一群による震災後 10 年間の復興活動は主に集落単位で行われてきたことに対し，その後の 10 年間の活動領域は，特に第二群において，一つの集落には限定しない形に広がっていた．特定の人やコミュニティに紐つく「界隈」が形成されていることが確認された．

(4) 総合型 NPO や中間支援組織による広がり

中越地震からの復興過程により生み出し，育まれた総合型 NPO や中間支援組織への所属や関わりにより，「集落」や「復興」ではなく「市民協働」等の文脈で新たな担い手が発掘され，集落や自治体を超えた地域に活動やネットワークが広がる事例が複数見られた．

(5) 地域外の人々との交流の変化

中越地震からの復興によって進められてきた集落外人材との交流は特定の人と人との結びつきであり，時間が経過した現在，地域内の次の担い手に引き継がれていないことも多い．一方で山古志地区においては 10 年以降の新たな関係人口の取組として，NFT を活用したデジタル村民の取組が進められている．

(6) 行政による地域支援の変化

行政は震災 10 年以降，事務拠点制や支所の地域づくり業務に特化した位置づけ等により，さらなる人口減少，及び職員数の減少に備えた体制構築を進めている．市民の行政窓口に関する利便性は変わらないものの，行政職員の負担は増加傾向にある．現在も地域おこし協力隊や集落支援員等の人的支援制度の活用は行われているものの，「人的支援をしながらニーズを把握し，事業メニューを組成していく地域づくりの取組」は，新潟県中越大震災復興基金事業修了以降，失われていると考えられる．

４．考察

結果に基づき，中越地震被災地域において，復興過程が地域社会に及ぼした変化や影響を考察する．

まず，中越地震から 10 年間の第一群による復興活動は，復興に向けた推進力となるとともに，自覚されない形で地域の「気配」をつくり出していたと考えられる．その「気配」は活動に直接関わりのない地域内外の関係者や次世代の担い手（第二群）に届き，周囲から「見えている」状況を生じさせていた．

次に，第二群である地域内外の関係者や次世代の担い手は，親世代の背中や地域活動の「気配」を感じ，活動を「見ている」だけの期間を経て，10 年以降に地域活動に関与するに至っている．「見ている」だけの期間が，当事者意識や主体性の醸成に寄与したと考えられる．

そして，地域活動への参加を開始した第二群は，集落における階層的な社会構造だけではなく，総合型 NPO や中間支援組織により新たな文脈で発掘されることにより，集落を越えた「界隈」の形成につながったと考えられる．

これらのことから，災害復興過程が地域社会に及ぼす影響として，短期的な復興活動や復興過程において生み出された地域経営の仕組みが，長期的には次の地域の担い手の出現に寄与していたことが示唆された．

５．おわりに

本報告では，中越地震から 20 年が経過した被災地域におけるインタビュー調査をもとに，復興過程が地域社会に与えた影響に関する傾向を考察した．しかし一方で，それぞれの変化や影響の関係性や，復興時と平常時の影響の差異については論じるに至っていない．今後は追加調査および再整理を通して影響を分析するとともに，被災地間において比較するなどの展開も考えられる．

謝辞

本研究は，北陸地域づくり協会「『北陸地域の活性化』に関する研究助成事業」および長岡市「中越大震災 20 年プロジェクト支援補助金」を受け実施した「復興プロセス研究会」において得られた研究成果の一部をまとめたものである．調査に協力いただいた皆様及び復興プロセス研究会のメンバーに記して御礼申し上げる．

参考文献

１）震災復興ビジョン策定懇話会：新潟県中越大震災 復興ビジョン，pp.4-16，2005.3
２）新潟県中越大震災復興検証調査会：新潟県中越大震災復興検証報告書，pp.459-510，2015.3

東日本大震災の津波被災地における人口移動の要因に関する研究

A Study on Factors of Population Migration in Tsunami Affected Areas of the Great East Japan Earthquake

阿部翔平[1]，秋山結衣[1]，佐々木唯[2]，田中貴宏[3]
Shohei ABE[1]，Yui AKIYAMA[1]，Yui SASAKI[2]，and Takahiro TANAKA[3]

[1] 広島大学大学院先進理工系科学研究科　博士課程前期
Graduate Student, Advanced Sci. and Eng., Hiroshima University
[2] 広島大学大学院先進理工系科学研究科　博士課程後期・修士（工学）
日本学術振興会特別研究員（DC2）
Ph.D. Student, Grad. School of Advanced Sci. and Eng., Hiroshima University M.Eng
Research Fellow of Japan Society for the Promotion of Science
[3] 広島大学大学院先進理工系科学研究科　教授・博士（工学）
Professor, Hiroshima University, Ph.D.

In recent years, there have been concerns about the possibility of a Nankai Trough Earthquake and tsunami in Japan, and when such an event occurs, a different population outflow than under normal circumstances is expected to occur. In order to prevent rapid population outflow due to tsunami damage, it is considered effective to develop living bases in areas that are not damaged. In this study, we identified the factors of population migration, and the factors of population increase/decrease around the base facilities in the municipalities affected by the tsunami after the Great East Japan Earthquake

Keywords *: Great East Japan Earthquake, tsunami damage, population migration, base location, pre-reconstruction*

１．はじめに

近年、南海トラフ地震の発生が懸念されており、この地震による大津波の被害が予想されている。2011 年の東日本大震災の際に津波では、沿岸部で大きな被害が発生し、結果として人口移動が発生した。震災発生から 10 年以上が経過し、多くの被災自治体では、居住地の高台移転や、復興土地区画整理事業といった復興事業が完了しつつある一方で、震災前の人口水準に戻らず、復興事業における計画人口に満たない自治体も存在する。

その背景として、人口や施設が集積する拠点の津波被害が大きく、平常時と大きく異なる震災時の人口移動の予測が困難であったため、復興事業の際に設定する計画人口を適切に設定できなかったことが要因の 1 つと考えられる。震災前から、津波エリア外に拠点があり、平常時と大きく異なる人口移動を防ぐことができれば、適切な復興事業につなげられる可能性がある。

既往研究として、上田 [1]は、震災の被災地で生じた人的被害と、震源からの距離や浸水面積率などとの関係性を明らかにしており、また、曽我部ら [2]は、2004 年に発生した新潟県中越地震の被災地域である新潟県長岡都市圏を対象に、2015 年までの長期的人口動態を分析しているが、どちらも各自治体の拠点に対する被害と人口移動の関連性には着目していない。

以上を踏まえて、東日本大震災で津波被害を受けた自治体を対象に、拠点の津波被害と人口移動の関係性を明らかにし、また、津波被害の際に拠点に人口が集まる要因を把握することを本研究の目的とした。

２．対象地域

本研究では、震災の被害を受けた岩手県・宮城県の自治体を対象とした。なお、福島県の沿岸部に位置する自治体における人口移動は、震災時の福島第一原子力発電所の事故による避難指示区域に指定された影響が大きいと考え対象地には含まないこととした。

３．津波被災地における時期別人口移動傾向

本章では、2010 年、2015 年、2020 年度の国勢調査の「5 年前の常住地による現住地」[3]指標を用いて、沿岸部自治体（27 自治体）から、他の自治体（移動元自治体を除く 67 自治体）への自治体間移動人数を整理し、震災前（2005 年～2010 年）と震災後（2015 年～2020 年）と、震災時（2010 年～2015 年）で比較した。図 1 に震災前と震災時の自治体間移動人数、図 2 に震災前と震災後の自治体間移動人数の散布図を示す（n=1,809）。震災前後で人口移動傾向の変化は小さく、震災時も、平常時と同様の人口移動ではあるが、一部この傾向が加速した自治体

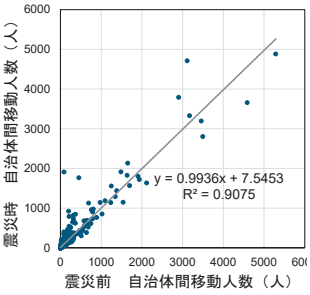


図 1　震災前・震災時
自治体間移動人数散布図

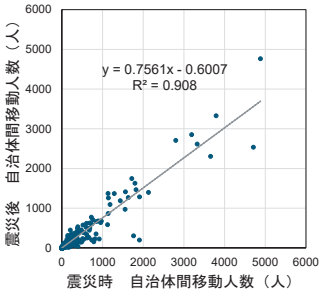


図 2　震災前・震災後
自治体間移動人数散布図

間人口移動も見られた。

4．津波被災地における時期別人口移動要因

本章では、平常時と震災時における人口移動の要因を把握することを目的に、人口移動要因指標となる説明変数を選定・算出し、2 章で整理した自治体間移動人数を目的変数として重回帰分析を行った。説明変数には、自治体間直線距離（各自治体の、市役所、町役場、村役場の位置を利用）、移動元自治体人口、移動先自治体人口、移動元自治体庁舎浸水状況（0：浸水、1：非浸水）、移動先自治体位置（0：沿岸部 27 自治体、1：内陸部自治体）を用いた。表 1 に結果を示す。自治体間直線距離の標準化偏回帰係数は負であり、これは自治体間の距離が近いほど移動人数が多くなることを表す。また、移動元・移動先自治体人口の標準化偏回帰係数は正であり、これより自治体の人口規模が大きいほど移動人数が多く、また人口規模が大きい自治体に移動が集中するといえる。都市規模の大きい自治体は、生活利便施設や就業環境が豊富であり、生活利便性や雇用機会を求めて人口移動が多くなったと考えられる。移動元自治体庁舎浸水状況に関しては、震災時のみ高い有意性が確認できた。さらに標準化偏回帰係数は負であることから、庁舎が津波浸水被害を受けていなければ、移動人数への影響は小さい傾向が見られた。また、移動先自治体の位置に関しては、震災後のみで高い有意性が確認でき、標準化偏回帰係数が負であることから、沿岸部への移動人口が多くなっている傾向が見られた。これは、仙台市が沿岸部に位置していることが影響していると考えられる。以上の結果より、平常時と震災時で、主な人口移動要因に大きな変化は見られなかったが、震災時の人口移動においては、移動元自治体の拠点への被害が影響している可能性が示唆された。津波被害による人口移動を防ぐには、自治体の拠点が津波被害を受けないようにすることが重要であるといえる。

5．津波被災地内拠点における人口増減要因

本章では、非浸水拠点施設周辺の人口増減が、どのような要因により引き起こされているのかを、決定木分析により把握した。なお、仙台市の変動が特殊であるため、仙台市は除外した。小学校を拠点施設とし、目的変数を施設周辺の人口増減数、説明変数を、標高、総施設数（行政施設、福祉施設、スーパーマーケット、内科、外科、郵便局、公園、運動公園等文化施設の総数）[4]、施設-津波直線距離とした。決定木分析の結果を表 2 に、得られたノードの空間分布を図 3、図 4 に示す。非浸水小学校周辺の人口増減は、まず、小学校と津波との距離により分類された。このことから、震災時の小学校を拠点とするエリアにおける人口変動は、津波被災エリアとの距離の影響が大きいと考えられる。一方、小学校と津波被災エリアとの距離が約 450m～3.7km では、さらに総施設数で分類された。平均値の高いノード 4,5 は被災地の各地に点在している。津波被害を受けた地域から、概ね 450m～3.7km の範囲に、小学校を中心とした拠点が存在した場合、震災時に、その周辺において人口が増加した可能性が示唆された。

6．総括

本研究では、拠点の津波被害と人口移動の関連性を明らかにすることを目的とした。自治体間の人口移動要因の把握を目的に重回帰分析、拠点施設周辺の人口増減要因の把握を目的に決定木分析を行った結果、震災時の都市間の人口移動傾向として、平常時と同様に、距離が近く、人口規模の大きい自治体への移動傾向が見られた。一方で、拠点が津波被害を受けていない自治体は、被害を受けた自治体と比べ、人口流出を抑えることができた可能性が示唆された。拠点施設を津波被害の受けないエリアで整備することが、震災時の津波に伴う急速な人口流出を防ぐひとつの方策と考えられる。

参考文献

1) 上田遼, 重回帰分析を用いた東日本大震災における津波の人的被害の考察 —津波性状と社会的要因を考慮した検討—, 地域安全学会論文集, No.18, pp.443-450, 2012

2) 曽我部哲人・牧紀男・澤田雅浩, 地震災害が地域人口に与える長期的影響の研究 —2004 年新潟県中越地震を対象として—, 地域安全学会論文集, No.40, pp.29-38, 2022

3) 「平成 22 年、平成 27 年、令和 2 年国勢調査　移動人口の男女・年齢等集計」（総務省）を基に作成　出典：政府統計の総合窓口（e-Stat）（https://www.e-stat.go.jp/）

4) 国土交通省, 立地適正化計画の手引き【基本編】
https://www.mlit.go.jp/en/toshi/city_plan/content/001741220.pdf

表 1　重回帰分析結果

時期	説明変数	補正R^2	標準化偏回帰係数	標準誤差	P値	VIF	有意水準
震災前	自治体間直線距離(log10)		-0.528	0.026	0.000	1.038	***
	移動元自治体人口(log10)		0.401	0.019	0.000	1.031	***
	移動先自治体人口(log10)	0.750	0.463	0.020	0.000	1.016	***
	移動元自治体庁舎浸水状況		-0.001	0.020	0.960	1.013	
	移動先自治体位置		-0.020	0.019	0.095	1.018	
震災時	自治体間直線距離(log10)		-0.540	0.027	0.000	1.040	***
	移動元自治体人口(log10)		0.387	0.020	0.000	1.035	***
	移動先自治体人口(log10)	0.751	0.470	0.020	0.000	1.016	***
	移動元自治体庁舎浸水状況		-0.038	0.021	0.001	1.016	***
	移動先自治体位置		0.010	0.020	0.389	1.018	
震災後	自治体間直線距離(log10)		-0.503	0.026	0.000	1.040	***
	移動元自治体人口(log10)		0.413	0.018	0.000	1.046	***
	移動先自治体人口(log10)	0.746	0.469	0.019	0.000	1.012	***
	移動元自治体庁舎浸水状況		-0.014	0.020	0.246	1.027	
	移動先自治体位置		-0.054	0.019	0.000	1.014	***

有意水準　*, **, ***：0.5%

表 2　小学校(n=219)周辺決定木分析結果

人口増減数（2010年～2015年）	要因		平均値	サンプル数	標準偏差	ノード
平均値　-31.2	拠点 － 津波直線距離 0.11km以下		-340.7	43	615.9	1
標準偏差　392.1	拠点 － 津波直線距離 0.11～0.44km以下		-62.5	44	402	2
サンプル数　219	拠点 － 津波直線距離 0.44～3.69km以下	総施設数 1以下	8.2	14	71.8	3
		総施設数 2以上4以下	129.5	22	195.6	4
		総施設数 5以上	269.4	30	222.1	5
	拠点 － 津波直線距離 3.69～km		-7.1	66	112.9	6

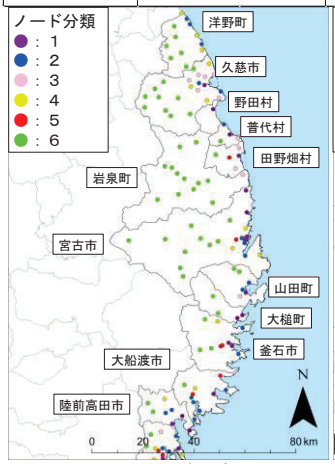


図 3　ノード分類の空間分布（岩手県）

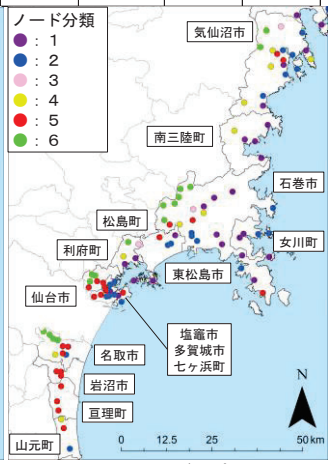


図 4　ノード分類の空間分布（宮城県）

津波被災地における集団移転跡地の土地利用計画とその現状に関する研究

Reserch on land use planning and current status of land use planning for former mass relocation sites in tsunami-affected areas

○金山 侑真[1]，村尾 修[2]，加藤 春奈[1]
Yuma KANEYAMA[1], Osamu MURAO[2] and Haruna KATO[1]

[1] 東北大学大学院 工学研究科 都市・建築学専攻
Department Architecture and Building Science, Graduate School of Engineering, Tohoku University
[2]東北大学 災害科学国際研究所
International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

After the Great East Japan Earthquake, tsunami-affected cities designated disaster hazard areas to guide land use and implement group relocation. While this supported resident recovery, it also created low-density areas due to underused relocation sites. To promote sustainable reconstruction, effective brownfield utilization during the inter-disaster period is essential. This study compares land use plans and actual usage in municipalities with designated hazard areas, aiming to identify mismatches and propose planning strategies. Findings will contribute to post-disaster recovery in the Noto Peninsula and inform pre-disaster reconstruction for the anticipated Nankai Trough Earthquake.

Keywords *: 2011 Great East Japan Earthquake, disaster prevention group relocation promotion project, disaster hazard area, tsunami, land use control, spatial transformation, relocation site*

１．はじめに

2011 年の東日本大震災を受け，被災自治体は復興を目指し，住環境整備事業を進めた．その一つである防災集団移転促進事業（以下，防集事業）は，被災宅地を買い上げや内陸・高台宅地の造成で被災者を支援するものであるが，その適用には建築基準法第 39 条に基づく災害危険区域（以下，危険区域）の指定が必要となっている．危険区域は被災リスクを低減するため住宅の建築を規制するが，土地の利活用が難しく低密な市街地が形成される危険性を孕む．災間を見据えた防災のため，指定による都市への影響を考慮した制度活用が求められる．

本研究では防集跡地の有効活用を見据え，岩手県，宮城県の危険区域の土地利用実態と，復興計画上での区域内土地利用計画を分析し，その実現度を明らかにする．

２．災害危険区域の土地利用実態

(1) 復興事業と災害危険区域の概要

岩手県，宮城県における危険区域の土地利用の変化を分析する．分析にあたっては国土交通省が公開する 100m メッシュ [1)]を用いた．土地利用種別を表 1 に示す．本論文では農用地と建物用地の合計を開発面積として扱う．また，その他の用地には公園として開発された土地と造成された空地の両方が含まれていることに注意したい．

以上のデータと文献調査から，危険区域指定自治体の被害状況と開発面積の推移を整理した（表 2）．浸水域居住人口率は自治体の人口のうち被害を受けた割合を表し，値が高い自治体は市街地が沿岸に位置していたと言える．浸水域面積と全・半壊棟数は被害の規模を表す．危険区域は規制がかかる土地の面積を表し，移転促進区域と移転戸数は復興事業の規模を表している．

危険区域面積は浸水域面積に応じて南の平野部で大きいが移転促進区域との相関はない．最も危険区域面積が大きい山元町は，その 3%が移転促進区域に指定されているが，最も小さい野田村では 65%が移転促進区域に指定されている．開発面積に着目すると，他と比較して危険区域面積が大きい自治体が高い傾向にある．被災前後の比では（2014/2009）では全体として 1 を下回っているが，被災後の復興（2021/2014）では 2 以上の値を取る山田町，大槌町から，1 を下回る塩竈市や女川町など，ばらつきが見られる．県別で見ると，岩手県では宮古市以外の自治体は 1 以上の値をとるが，宮城県では半数以上が 1 を下回っている．危険区域の大きさやそれによる被災前の開発規模が後の復旧に影響を与えていると考察できる．

(2) 復興事業と災害危険区域の概要

土地利用種別の推移を図にした（図１）．北のリアス部から南の平野部にかけて災害危険区域面積が大きくなる傾向が見られる．農用地に着目すると 2014 年から 2021 年にかけて約半数の自治体が増加している．仙台市，東松島市では 2021 年時点で概ね被災前の水準まで復旧しており，山田町では被災前よりも増加している．建物用地に着目すると著しい復旧が確認できる自治体は少ない．2014 年から 2.8 倍に増加した女川町など，亘理町を除いて比較的区域面積の小さい自治体で増加傾向が見られる．

表 1　土地利用種別

開発面積	農用地と建物用地の合計
農用地	米・麦・陸稲・野菜・草地・芝地・りんご・梨・桃・ブドウ・茶・はぜ・こうぞ・しゅろ等を栽培する土地とする.
建物用地	住宅地・市街地等で建物が密集しているところとする.
その他の用地	運動競技場・空港・競馬場・野球場・学校・港湾地区・人口造成地の空地等とする.
森林	多年生植物の密生している地域とする.
荒地	しの地・荒地・がけ・岩・万年雪・湿地・採鉱地等で旧土地利用データが荒地であるところとする.
道路・鉄道	道路・鉄道・操車場などで面的に捉えられるものとする.
海浜	海岸に接する砂, れき, 岩の区域とする.
水域	人工湖・自然湖・池・養魚場等で平水時に常に水を湛えているところ及び河川・河川区域の河川敷とする. 海水域, 隠顕岩, 干潟, シーバースも含める.

表 2　区域指定自治体のデータ

（単位：ha）		浸水域居住人口率 [2]（%）	浸水域面積 [3]	全・半壊棟数 [2]（棟）	災害危険区域	移転促進区域 [4]	移転戸数 [4]（戸）	2009 年開発面積	2014 年開発面積	2021 年開発面積	開発面積比 2014/2009	開発面積比 2021/2014
岩手県	野田村	68.6%	237.1	479	74.9	10.7	131	17.2	1.3	1.3	0.07	1.00
	宮古市	30.9%	824.7	4,005	516.3	56.4	1,050	185.6	101.8	84.7	0.55	0.83
	山田町	61.3%	489.2	3,167	228.1	59.7	1,506	102.6	15.0	40.3	0.15	**2.69**
	大槌町	78.0%	374.9	4,167	149.8	53.6	1,764	114.4	10.3	23.4	0.09	**2.26**
	釜石市	33.3%	724.8	3,656	209.6	16.4	536	133.4	55.9	62.8	0.42	1.12
	大船渡市	46.8%	823.7	3,638	755.0	48.9	1,130	564.7	302.1	318.6	0.54	1.05
	陸前高田市	71.4%	1,340.3	4,046	103.8	162.0	2,346	88.7	22.3	23.9	0.25	1.07
宮城県	気仙沼市	54.9%	1,732.4	11,054	1286.0	**204.5**	**4,906**	**895.2**	**466.3**	**403.1**	0.52	0.86
	南三陸町	**82.6%**	1,094.8	3,321	761.3	138.9	**3,105**	537.8	267.2	194.1	0.50	0.73
	女川町	**80.1%**	328.6	3,273	268.1	68.2	1,823	148.5	22.1	12.5	0.15	0.56
	石巻市	69.8%	**5,654.2**	**33,087**	**1887.6**	**355.1**	**6,292**	**1490.5**	**919.6**	**744.6**	**0.62**	0.81
	東松島市	**79.3%**	**3,432.4**	**11,077**	**1327.9**	**201.0**	2,278	758.4	269.2	413.1	0.35	**1.53**
	塩竈市	33.1%	410.9	3,950	13.9	4.6	70	6.0	3.6	1.0	0.61	0.28
	七ヶ浜町	44.8%	482.0	1,324	213.3	31.9	556	88.6	33.4	26.4	0.38	0.79
	仙台市	2.9%	**4,719.8**	**139,643**	1242.8	156.9	1,857	425.7	181.3	205.1	0.43	1.13
	名取市	16.6%	2,550.6	3,930	812.6	71.0	1,717	405.2	192.1	277.5	0.47	1.44
	岩沼市	18.2%	2,549.7	2,342	1070.6	134.2	465	554.7	382.1	327.9	**0.69**	0.86
	亘理町	40.4%	3,089.1	3,539	554.4	47.5	551	358.1	228.7	238.5	**0.64**	1.04
	山元町	53.8%	2,379.1	3,302	**2114.8**	115.5	1,669	**1636.3**	**756.7**	**794.7**	0.46	1.05

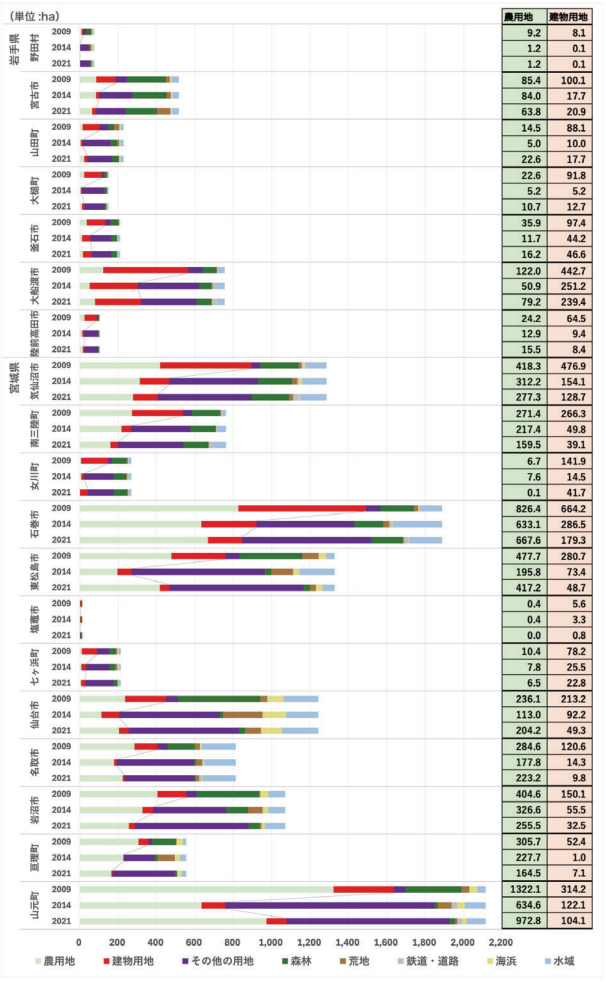


図 1 各自治体の区域内土地利用別面積

(3) 危険区域指定自治体の類型化

以上のように，状況は多様で区域内の復興事業は地勢や自治体の規模など様々な条件の影響を受ける．そこで表 2 のデータを起点に，妥当性があり災害危険区域の規模と開発面積の復旧状況を説明可能な主成分分析を試みた．上位２つの固有値が１以上となり，累積寄与率が約

表 3　区域内土地利用の主成分得点

	災害危険区域	被災前開発面積	開発面積比 2014/2009	開発面積比 2021/2014	固有値	寄与率	累積寄与率
主成分 1	**0.9325**	**0.9244**	**0.7739**	-0.4470	2.5228	0.5975	0.5975
主成分 2	0.3976	0.3975	-0.4659	**0.8449**	1.2470	0.2953	0.8928
主成分 3	-0.0764	-0.1505	0.4893	0.3766	0.4097	0.0970	0.9899

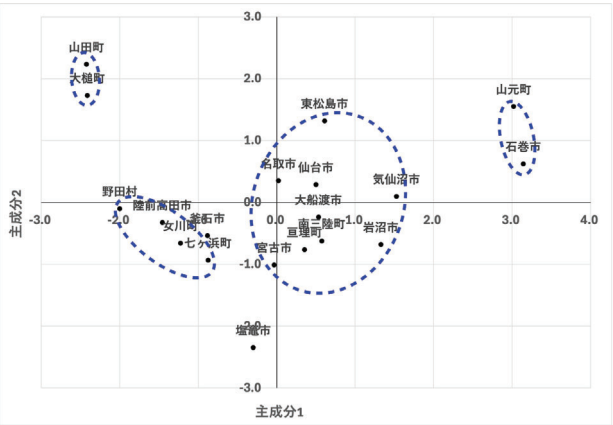


図 2　区域内土地利用の主成分分析

90%となるデータを選抜し，主成分得点で類型化した．危険区域や開発面積の広さを表す第一主成分と，区域指定後の開発面積の復旧度を示す第二主成分により，4 つのクラスターに分類できた．図では横軸に第一主成分，縦軸に第二主成分を取っており，右側で区域や開発面積が大きく，上方で開発面積の復旧度が高くなっている．

3．復興計画における危険区域内の土地利用構想

(1) 復興計画の策定と危険区域の指定時期

各自治体で策定された復興計画に着目する（表 4）．危険区域の施行日との関係に着目すると，山元町のみ危険区域が先に施行され，他は計画策定後に施行している．その差は仙台市が最短で計画策定の翌月，大船渡市が最長で策定の 18 ヶ月後の施行となっている．

(2) 復興計画での危険区域内土地利用構想

復興計画上の土地利用構想のうち危険区域内に位置する施設を表 5 に整理した．宮古市，塩竈市では計画内に

土地利用構想図の掲載がなく，石巻市では掲載されているが概念的な図であり危険区域の判別が不可能であった．種別の定義も多様で，釜石市や陸前高田市など産業用地としてまとめている自治体もあれば，南三陸町など農地，工場，水産施設と細かく区分している自治体もあった．産業用地は全ての自治体，公園・緑地は東松島市を除いた全ての自治体で土地利用の構想が確認できた．ゾーン区分により規制を緩和している自治体では既存集落を危険区域内に含めた事例もあった．

4．計画と実態のケーススタディ

復興計画と土地利用実態を分析する．従前の開発規模が同程度で復旧度に差がある東松島市と南三陸町（志津川地区）を対象とする．図5,9は復興計画から危険区域の箇所を抽出したもので，表記は極力忠実に再現した．

(1) 東松島市（図 3-6）

被災前の区域内は農地が占めており，内陸側には建物用地，沿岸位は海岸林が集中していた．それらの殆どが被災後その他の用地や荒地，水域に変化した．復興計画では具体的なゾーニングに則った計画はなく，おおよその範囲と土地利用の方向性を示した粗い計画であった．しかし 2021 年現在，農地の復旧が着実に進んでいる．

(2) 南三陸町（図 7-10）

被災前，沿岸に市街地が立地し，その殆どが危険区域に指定された．計画では河川や道路に沿って細かくゾーニングし，多様な土地利用が構想されていた．しかし，僅かに建物用地が復旧したのみで概ね構想は実現していないと言える．

5. まとめ

本研究では岩手県・宮城県の危険区域土地利用計画と実態を比較分析した．被災前の開発規模と被災後の復旧度から4つクラスターに分けることができた．また復興計画の策定後に危険区域を指定している自治体が多かった．東松島市と南三陸町を比較すると，東松島市は粗い計画にも関わらず農地が復旧しているが，南三陸町では細かい計画でも市街地は復旧していなかった．

以上から移転跡地の復旧には計画時点の構想ではなくその後の実現の動きが大きく影響すると考察できる．計画策定から今日に至るまでの過程を追う必要がある．また被災前，東松島市は農地，南三陸町は建物用地と違う土地利用だった．被災前の土地利用種が跡地復旧に影響を持つ可能性があり，さらに研究が必要である．

謝辞

本稿は，科学研究費補助金基盤研究（A）「21世紀の自然災害リスクと社会変動を踏まえた災害共生型都市ビジョン（No.24H00360）」（研究代表者：村尾修）の中で実施された．

参考文献

1) 国土交通省：国土数値情報ダウンロードサイト，https://nlftp.mlit.go.jp/,(2025 年 4 月 8 閲覧)，
2) 小野田泰明・関根光樹・佃悠：大災害からの住環境復興事業と計画実装自治体の負荷そして組織体制－東日本大震災における宮城県と岩手県被災自治体の復興事業を対象として－，日本建築学会計画系論文集，Vol.86，No.781，pp.849-858，2021

表 4　復興計画

		災害危険区域施行日	復興計画 [5-24]	発行日
岩手県	野田村	2012 年 9 月	野田村東日本大震災津波復興計画 野田村復興むらづくり計画	2011 年 11 月 2015 年 4 月
	宮古市	2012 年 10 月	宮古市東日本大震災復興計画【基本計画】 宮古市東日本大震災復興計画【推進計画】	2011 年 10 月 2012 年 3 月
	山田町	2012 年 10 月	山田町復興計画 山田町復興まちづくり計画	2011 年 12 月 2015 年 5 月
	大槌町	2012 年 12 月	大槌町東日本大震災津波復興計画	2011 年 12 月
	釜石市	2012 年 12 月	釜石市復興まちづくり基本計画	2011 年 12 月
	大船渡市	2013 年 4 月	大船渡市復興計画	2011 年 10 月
	陸前高田市	2012 年 3 月	陸前高田市震災復興計画	2011 年 12 月
宮城県	気仙沼市	2012 年 6 月	気仙沼市震災復興計画	2011 年 10 月
	南三陸町	2012 年 4 月	南三陸町震災復興計画 南三陸町震災復興計画（改訂版）	2011 年 12 月 2012 年 3 月
	女川町	2012 年 9 月	女川町復興計画	2011 年 9 月
	石巻市	2011 年 12 月	石巻市震災復興基本計画	2011 年 12 月
	東松島市	2012 年 6 月	東松島市復興まちづくり計画	2011 年 12 月
	塩竈市	2012 年 12 月	塩竈市震災復興計画	2011 年 12 月
	七ヶ浜町	2012 年 9 月	七ヶ浜町震災復興計画	2011 年 12 月
	仙台市	2011 年 12 月	仙台市震災復興計画	2011 年 11 月
	名取市	2012 年 9 月	名取市震災復興計画 同（改訂版）	2011 年 10 月 2017 年 3 月
	岩沼市	2012 年 12 月	岩沼市震災復興計画グランドデザイン 岩沼市震災復興計画マスタープラン 同（改訂版）	2011 年 8 月 2011 年 9 月 2013 年 9 月
	亘理町	2012 年 6 月	亘理町震災復興計画	2011 年 12 月
	山元町	2011 年 11 月	山元町震災復興計画	2011 年 12 月

表 5　危険区域内の土地利用構想での

		住居区域	公園緑地	避難の丘ビル	防災林	レクリエーション施設	産業用地 農地	産業用地 工場・事務所	産業用地 漁業水産施設	自然エネルギー	商業施設	メモリアル施設	公共施設	備考
岩手県	野田村		●				●							
	宮古市													計画内に判別可能な図なし
	山田町	●	●				●	●	●		●		●	
	大槌町	●	●					●	●		●	●		
	釜石市	●				●		●			●			
	大船渡市	●	●			●	●			●			①	区域内に駅が立地 ①市民体育館・公民館・小学校・診療所
	陸前高田市		●					●					●	
宮城県	気仙沼市		●					●			●			
	南三陸町		●				●	●	●		●	●		志津川地区のみ
	女川町		●						●		●	●	②	②病院・海洋研究所
	石巻市													計画内に判別可能な図なし
	東松島市				●		●		●	●				
	塩竈市													計画内に判別可能な図なし
	七ヶ浜町		●		●				●					
	仙台市		●	▲	●		●	●				▲		▲地図上では示されていないが設置を検討する記載がある
	名取市		●			●		●	●		●	●	③	運河を活用した水上バスの計画があったが改訂版には記載なし ③防災ステーション
	岩沼市		●	●	●		●	●		●	●		●④	④公共施設用地の他に病院が立地
	亘理町		●				●		●	●	●⑤			⑤区域内に宿泊施設が立地
	山元町	●	●	●	●	●	●					●		
レクリエーション施設：運動場・パークゴルフ場・釣り堀・マリンスポーツ等　メモリアル施設：震災遺構や祈念公園など														

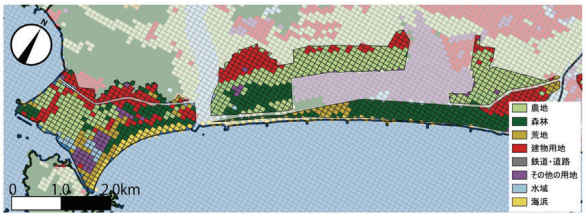


図 3　東松島市土地利用図（2009 年）

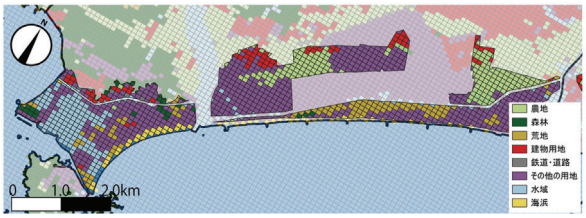


図 4　東松島市土地利用図（2014 年）

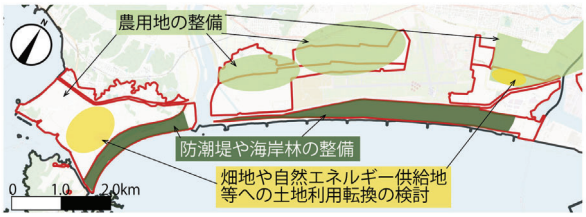


図 5　東松島市 － 復興計画における土地利用構想図

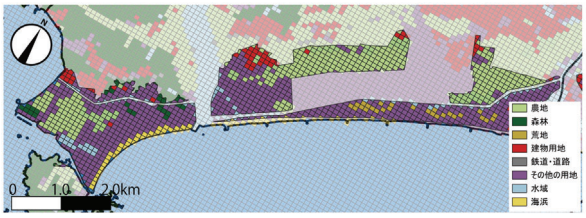


図 6　東松島市土地利用図（2021 年）

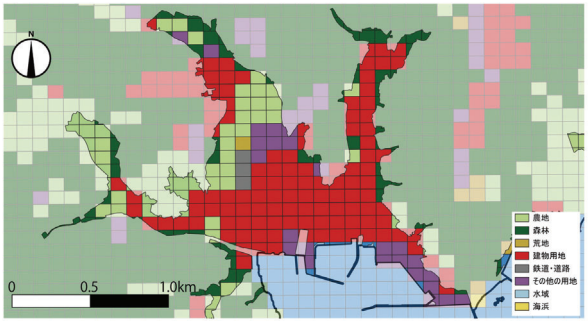


図 7　南三陸町土地利用図（2009 年）

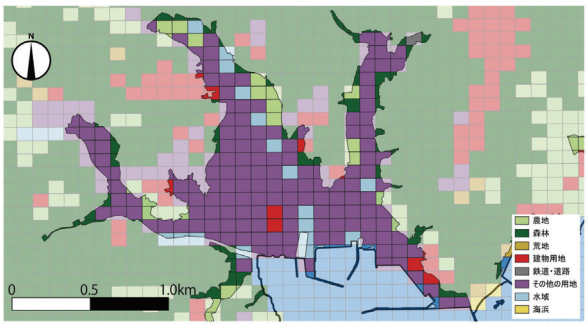


図 8　南三陸町土地利用図（2014 年）

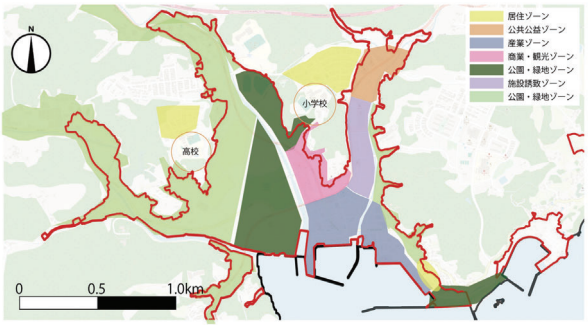


図 9　南三陸町 － 復興計画における土地利用構想図

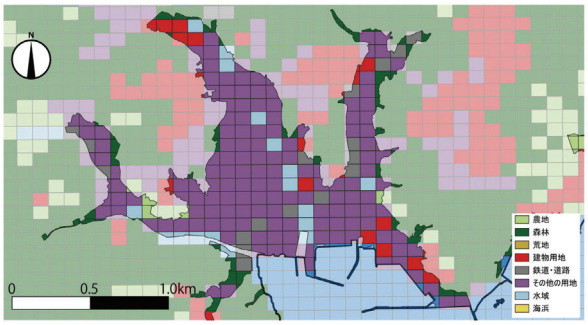


図 10　東松島市土地利用図（2021 年）

3) 関本義秀，西澤明，山田晴利，柴崎亮介，熊谷潤，樫山武浩，相良毅，嘉山陽一，大伴真吾，東日本大震災復興支援調査アーカイブ構築によるデータ流通促進，GIS-理論と応用，2013，21 巻，2 号，p. 87-95
4) 国土交通省：東日本大震災被災地における防災集団移転促進事業の市町村別実施状況一覧（令和 6 年 3 月末時点），https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_tobou_tk_000004.html,(2025 年 4 月 8 閲覧),
5) 野田村：野田村東日本大震災津波復興計画，2011
6) 野田村：野ダム復興むらづくり計画，p. 24，2015
7) 宮古市：宮古市東日本大震災復興計画【基本計画】，2011
8) 宮古市：宮古市東日本大震災復興計画【推進計画】，2012
9) 山田町：山田町復興計画，p.48-59，2011
10) 山田町：山田町復興まちづくり計画，p.19,32-49，2015
11) 大槌町：東日本大震災津波復興計画，p.60-70，2011
12) 釜石市：釜石市復興まちづくり基本計画，p. 82-108，2011
13) 大船渡市：大船渡市復興計画 地区別土地利用方針図等，https://www.city.ofunato.iwate.jp/archive/contents-2315,（2025 年 4 月 16 日閲覧）
14) 陸前高田市：陸前高田市震災復興計画，p.75-76，2011
15) 気仙沼市：気仙沼市震災復興計画，p.38-53，2011
16) 南三陸町：南三陸町震災復興計画，p.37，2011
17) 南三陸町：南三陸町震災復興計画（改訂版），p.36-39，2012
18) 女川町：女川町復興計画，p.61-62，2011
19) 石巻市：石巻市震災復興基本計画, 2011
20) 東松島市：東松島市復興まちづくり計画，p.46-55，2011
21) 塩竈市：塩竈市震災復興計画，2011
22) 七ヶ浜町：七ヶ浜町震災復興計画 前期基本計画[2011-2015]，p. 18-29，2011
23) 仙台市：仙台市震災復興計画，p.15-16，2011
24) 名取市：名取市震災復興計画，p.19-23,53，2011
25) 名取市：名取市震災復興計画（改訂版），p.11-13,20-22，2017
26) 岩沼市：岩沼市震災復興計画グランドデザイン，2011
27) 岩沼市：岩沼市震災復興計画マスタープラン，2011
28) 岩沼市：岩沼市震災復興計画マスタープラン（改訂版），2013
29) 亘理町：亘理町震災復興計画，p.7-9,15，2011
30) 山元町：山元町震災復興計画，p.8-13，2011

令和元年台風第19号の被災以降における地域防災と災害対応方策に関する研究－栃木県宇都宮市を事例として－

A Study on Regional Disaster Prevention and Disaster Response Measures After Typhoon No. 19 （2019） －A Case Study of Utsunomiya City, Tochigi Prefecture－

坪井 塑太郎[1]
Sotaro TSUBOI[1]

[1] 帝京大学 経済学部地域経済学科
Department of Regional Economics, Faculty of Economics, Teikyo University

The purpose of this study is to present the efforts related to regional disaster prevention and disaster response from the time of the disaster to the present, using Utsunomiya City, Tochigi Prefecture, as a case study. This city suffered extensive flooding damage due to Typhoon No. 19 of the first year of the Reiwa era （October 2019）.

In terms of physical infrastructure, the development of large-scale adjustment ponds has been progressing. On the soft side, measures such as designating private properties as 'vehicle evacuation sites,' conducting 'disaster volunteer center setup and operation training' by social welfare councils, and creating 'regional timelines' within neighborhood associations have been actively implemented.

Keywords *: Regional disaster prevention, Disaster response, Post-disaster verification,Co-creation,Utsunomiya city*

１．はじめに

本研究の目的は，東日本地域に甚大な被害をもたらした「令和元年台風第 19 号」（2019 年）の「被災後」における対応方策や地域防災の取組み状況を，栃木県宇都宮市の行政，社会福祉協議会（災害ボランティアセンター），NPO 等の各視点から整理を試み，その成果と課題および展望を示すことにある。

令和元年台風第 19 号における栃木県の人的・物的被害状況のうち，特に住家被害については半壊および一部損壊（10%未満）がそれぞれ 5,000 件を超えるなど県南部においてその傾向が顕著であった。また，農業関連では特産のいちごや花卉などの栽培施設が甚大な被害を受けたほか，道路，鉄道の運休等により観光産業にも経済的被害が発生した。同台風災害に対し宇都宮市では，地域防災計画に基づき，2019 年 10 月 11 日（金）午前 10:00 に災害警戒本部が設置され避難所開設準備等が行われた。翌 12 日（土）の午前 8:00 に市内 18 箇所の避難所が開設された後，午後 12 時に第 1 回災害対策本部会議が開催された。その後，午後 1 時 30 分には「警戒レベル 3」が発令され，市民への避難勧告，避難指示が行われた。市内の避難所への避難状況は、10 月 12 日 23 時の時点で 57 箇所，3,099 名（1,329 世帯）が最大となった。宇都宮市における住家被害は，田川流域、姿川流域において，床上浸水（636 棟），床下浸水（390 棟）のほか非住家においても 554 棟に浸水被害が発生し，市内の病院，高齢福祉施設等でも甚大な浸水被害となった。このほか河川護岸の破損や，農地への土砂の流入等の甚大な被害が発生した。同災害により発生した被害状況について宇都宮市危機管理課資料（台風第 19 号に係る被害について［最終報］）をもとに町丁目単位で集計した住家の浸水被害状況を図 1 にを示す。

本災害による被災地のうち田川流域の形態的特徴は，市北部で御用川との合流地点をもち、JR 宇都宮駅方向に向かって東側に曲流した後、西側に転流する形態を有する。域内は概ね平坦な地形であるが，同河川近傍のやや低い地域から西側では過去の大雨等の際に内水氾濫被災経験を持つ。この台風での宇都宮市の日降水量データでは，24 時間雨量 325.5 ㎜，6 時間雨量 213.6 ㎜の観測史上最大値を記録した。

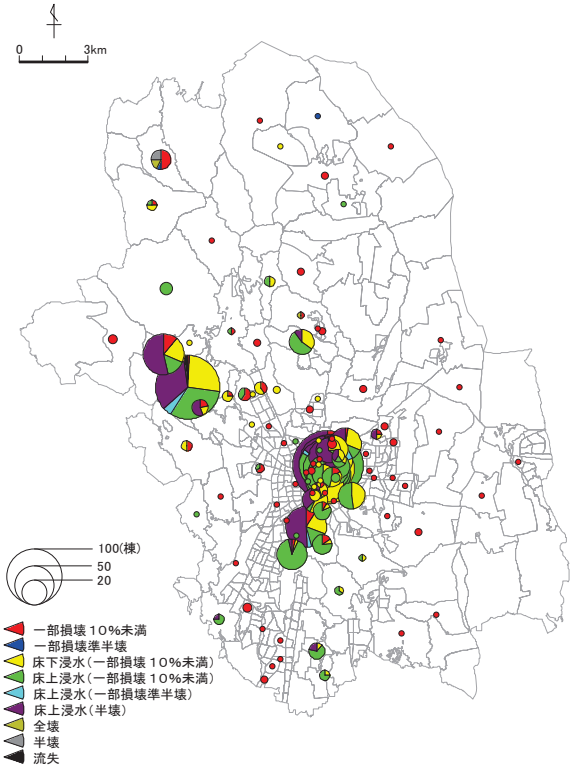


図 1　令和元年台風第 19 号の住家被害状況（宇都宮市）

２．行政による災害対応体制の構築

（1）貯留施設の建設

本台風に伴う豪雨により溢水した一級河川「田川」は，日光市に水源をもち，宇都宮市内を南北に貫流した後，茨城県結城市で鬼怒川に合流する。同河川は，屈曲が多く河川断面が狭小であることから，カスリン台風（1947年）後に河川改修工事が実施されその整備は概成していたが，令和元年台風第19号での被災後に，堆積土砂の浚渫・撤去工事とあわせ，市内の河川上流部と下流部の 2 か所にそれぞれ越流堤の構造を持つ面積 10～15ha の調整池の整備が進められている。これにより，2050 年度までに，既往最大の 1 時間当たり 83 ㎜の降雨に耐性を持つ水防計画が進められている。

（2）車両退避所の設定

比較的高い自動車保有率をもつ宇都宮市では，被災地域内において約 30%にあたる車両に浸水被害が発生している。こうした状況を鑑み，宇都宮市では，発災から 2 年後の 2021 年 8 月より，主として市有施設を対象に風水害時の車両被害を低減させることを目的とした，「車両退避場所」の設定が開始された。この後，民間事業者の保有する駐車場等の利用に拡大向けて「災害時協力協定」の締結が進められ，現在，市内に全 17 か所（3,830 台分）が確保されている（写真 1・図 2）。

写真 1　車両退避所掲示看板（ヨークベニマル御幸ヶ原）

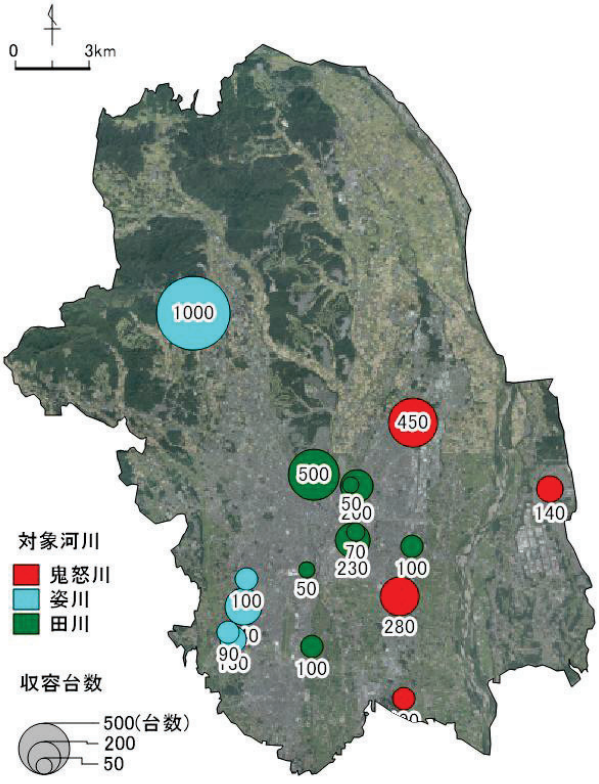


図 2　民間車両退避所位置と収容台数（宇都宮市）

（3）災害対策本部における情報集約体制の構築

宇都宮市では，発災翌年の2020年度より，市役所内の各関係部局職員のスマートフォンを介して，被害情報や避難所状況などを一元的に集約・共有が可能な「災害情報共有システム」が導入されている。この背景には「発災当時，消防本部が把握していた被害状況の共有や全庁体制の構築が困難であった」（当時の市役所危機管理課職員に対する筆者ヒアリング調査，2025 年）ことが背景にあるものと想定される。

（4）市民啓発を目的とした取組み

河川への雨水の直接流入を抑制することを目的として2002 年より市街化区域内の一般住宅を対象に「雨水貯留施設等の設置費補助金制度」が実施されていたが，令和元年台風第 19 号での被災をふまえて，発災翌年の 2020 年より助成対象を事務所や集合住宅，駐車場等に拡大し，補助金上限額の引き上げが行われた。また，同台風による被災経験の継承や意識啓発を目的として，浸水被害が発生した地域内の 26 か所において，電柱や歩道橋の橋脚等に「実績浸水深」が標示されている（写真 2）。

３．NPO等による被災者支援と課題整理

（1）被災者支援記録の収集・検証・分析

令和元年台風第19号における宇都宮市のNPO等による被災者支援は，市内に拠点を持ち平時は，生活困窮者支援やフードバンク、チャリティ等を行う「特定非営利活動法人とちぎボランティアネットワーク（とちぎVネット）」が連結軸となり，同NPOに連関する市内のNPOやNGO等により自発的に炊出しが開始された。具体的には、当初，とちぎVネットにおいて，10月13日にBBQイベントが予定されていたが，その前日に発生した被害の現状を鑑み，既に用意されていた食材や調理器具等を急遽流用して被災地域内の個人宅の駐車場において調理と被災者への食事提供が実施された（筆者ヒアリング調査）。発災から5日目にあたる10月17日より，浸水域内に立地する民間企業「さがみ典礼（千波）」の協力のもと，同施設の駐車場に炊出しの拠点を移し，発災から約1か月後の11月10日まで炊き出しが実施された（表1）。本炊出しへの参加は，行政を介さず，NPO等の主催団体によりSNS上で呼びかけと調整が自発的に行われたことに特徴を持つ。

本活動は，炊出しによる食事提供から伴走型の被災者支援へとその目的を移行させ，同年11月後半からは宇都宮市を基盤に活動する複数のNPO等の平行連携により「うつのみや暮らし復興支援センター」が発足した。同センターは，被災地内に支援拠点を設置し（図3），見守り訪問によるニーズの聞き取りや困りごと相談などが実施された。このほか，家屋修繕・カビの除去等に係る講習会などの専門支援や被災者向けの災害サポートレンタカーおよび清掃用機材等の貸し出しなども行われた。

写真 2　田川流域の実績浸水深掲示看板（歩道橋橋脚）

同センターの支援呼び掛け関する情報発信には，各種SNS が活用されたほか、被災者向けに各戸へのチラシの投函などにより周知が行われた。また，センターの支援者により，支援期間中の毎週金曜日の 19 時より定期的に情報共有を目的とした会合・会議が実施され各種支援の進捗や復興イベント等に関する報告と議論が，2020 年 3 月 31 日の拠点閉所まで継続して行われた。うつのみや暮らし復興支援センターには支援者が常駐し，被災者からの相談窓口を担ったほか，定期的に「地域食堂」を実施するなど被災者の「居場所」としても活用された。

本災害での支援においては被災地内に拠点をもち，宇都宮市災害ボランティアセンターもサテライトを設置することで迅速な支援対応体制が構築された。

表1　令和元年台風第19号時の炊出し状況（宇都宮市）

日	団体名	時間帯	数	内容等
▼（2019 年 10 月）				
17	栃木 V ネット	16:00～18:00	70	おにぎり
19	みゆきの杜	12:00～15:00	50	カレー
	サヤハウス	12:00～15:00	50	豚汁
20	YMCA	16:00～19:00	200	牛串
	さがみ典礼	16:00～19:00	100	唐揚げ
21	栃木照る坊主	17:00～19:00	200	ラーメン
23	済生会病院	16:30～19:00	100	ポトフ
	榊原会館	16:30～19:00	100	唐揚げ
24	あぜみち	16:30～19:00	150	野菜炒め
	おむすび隊	16:30～19:00	300	おにぎり
	炊出センター	16:30～19:00	150	味噌汁
	鈴木梨園	16:30～19:00	－	梨
	作新学院	16:30～19:00	10	お弁当
	一本堂	16:30～19:00	－	食パン
26	めっけの会	12:00～16:00	150	カレー
27	Life network	12:00～16:00	200	うどん
	大塚（個人）	12:00～16:00	100	コロッケ
29	平石（個人）	12:00～16:00	100	漬物
	作新学院	12:00～16:00	20	お弁当
	おむすび隊	12:00～16:00	150	味噌汁
	菓子くれよん	12:00～16:00	60	パン
30	E's 英語学校	16:30～19:00	200	豚汁
	作新学院	16:30～19:00	20	お弁当
31	栄養給食協会	16:30～19:00	150	カレー
	釜屋	16:30～19:00		
▼（2019 年 11 月）				
01	おむすび隊	16:30～19:00	－	ごはん
02	寺子屋食堂	12:00～15:00	100	味噌汁
05	昭和子供食堂	16:30～19:00	200	ごはん
06	栃木未来基地	16:30～19:00	200	スープ
07	県北 V ネット	12:00～15:00	120	おでん
	作新学院	12:00～15:00	20	お弁当
	澤田（個人）	12:00～15:00	120	芋煮
08	おむすび隊	16:30～19:00	150	ごはん
	マママルシェ	16:30～19:00	150	ポテト
09	オニックス	12:00～15:00	280	焼きそば
	炊出センター	12:00～15:00	280	味噌汁
10	SEN Inter	12:00～15:00	260	カレー
	鈴木梨園	12:00～15:00	－	梨

注：うつのみや暮らし復興支援センター資料・関係者への聞取調査をもとに筆者作成

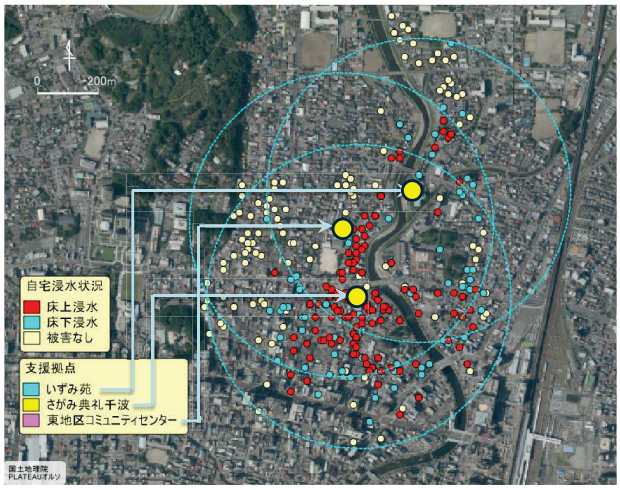


図3　令和元年台風第19号時の拠点型支援（宇都宮市）

（2）自主勉強会方式による被災者支援体制の課題整理

栃木県では，2018 年より官学民での「災害時ボランティア活動支援体制づくり検討会」において検討が重ねられ，活動調整のための「栃木県災害ボランティア活動支援指針」のとりまとめが行われた。しかし，令和元年台風第 19 号の発生時には，その一部が被災者支援のために機能したものの，充分とはいえない状況もみられた。そこで，発災からおよそ 1 年後にあたる 2020 年 12 月に，災害対応と被災者支援にあたった行政，社会福祉協議会，NPO 等が会し，自主勉強会方式で成果と課題及び対応方策に関するワークショップが実施された（写真 3）。

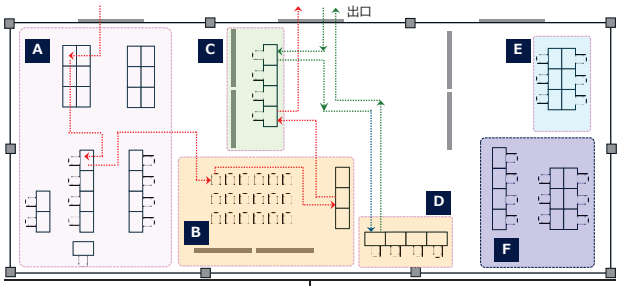
同勉強会で「成果」として挙げられたものとしては，「栃木県災害ボランティア活動連絡会議」が組織され，県内各所の被害と支援について「情報共有会議の実施できた」（行政）ことのほか，「民間版のボランティアセンター（筆者注：うつのみや暮らし復興支援センター）の立ち上げ」を実行できた点（NPO 等），社会福祉協議会（VC）からは「資機材の迅速な提供などが行われた」点が挙げられた。一方，「課題」のうち「人的」側面においては，「職員の意識改革や部局間の連携強化」（行政）や「災害ボランティアの裾野の拡大」（行政）の必要性が提示されたほか，「職員自身の資質の向上」（社会福祉協議会），「行政内での恒常的な災害対応人材育成と NPO との連携強化」（NPO 等）等が提示され，今後も継続的な取組みの必要性が課題として挙げられた。また，実際の「被災者支援」の側面においては，「情報発信の不統一によるボランティア情報の格差」（社会福祉協議会）に伴い，「ボランティアの参加者が少なかったこと」（NPO 等）や「限定的な支援内容（泥出しのみ）」（NPO 等）にとどまった点が多かったことなど，広域災害における支援格差を縮小に向けた観点が課題として挙げられた。このほか，「資金」の側面からは，「活動資金の不足」（NPO 等）に伴う「活動の限界」（NPO 等）も課題として挙げられた。

今後の「対応方策」としては，行政からは「組織の意思決定者の研修やガバナンスの強化」による「内部強化」がその対応方策として挙げられたほか，民間（NPO 等）からは，社会福祉協議会を含む三者による緊密な連携や定期的な会合および最新の災害対応事例等に基づく情報共有演習や訓練の実施など「災害対応の知見や技術を有する人のノウハウを普及する仕掛けが必要」とする対応方策案が提示された。

写真 3　とちぎ災害時三者連携自主勉強会（2020 年）

4．災害ボランティアセンター設営・運営訓練

令和元年台風第 19 号の発生から 5 日後の 10 月 17 より宇都宮市社会福祉協議会により災害ボランティアセンターの設置・運営が開始され，同年末までに依頼件数 265 件，ボランティア受付人数 1,122 名により被災地・被災者への支援が実施された。宇都宮市社会福祉協議会では，同ボランティアセンターの設営・運営の経験を継承していくことを目的として，2022 年より，同会による「災害ボランティアセンター設営・運営訓練」が毎年実施されている。この訓練には，社会福祉協議会職員をはじめ，NPO 等の職員・関係者，宇都宮市内の大学生を含む市民への参加呼び掛けが行われ，3 回目の実施（2025 年 2 月）において，60 名の参加のもと実施された。本訓練では，参加者を 30 名ずつの 2 グループに分け，「ボランティア参加者役」と「ボランティアセンター運営役」の双方を体験する方式で実施された。このうち，後者は，個人・団体の受付やボランティア保険の加入を担当する「受付班」，被災地からのニーズの紹介や，事前説明等を担当する「マッチング班」，資材の貸し出し等を担当する「資材班」，情報収集と発信を担当する「情報班」および，被災者からの問い合わせ等を担当する「市民ニーズ班」に分かれ，訓練用電話等を使用した状況付与により実施された（図 4・写真 4）。本訓練では，参加者にとっては，ボランティアセンターの実際の配席から，情報共有の方法やマッチングの方法を体験する機会となったほか，関係者間でのネットワーク構築の場としても機能した。



A：受付班（ボラ保険）	D：マッチング班・報告
B：マッチング班・紹介	E：情報班（収集発信）
C：資材班（貸出洗浄）	F：市民ニーズ班・対応

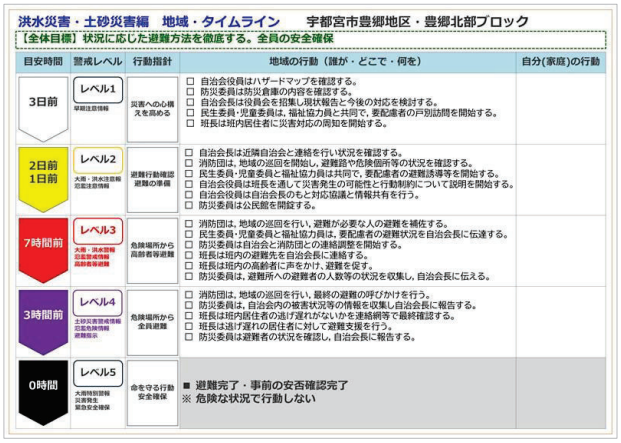
図 4　宇都宮市災害ボランティアセンター訓練（配席図）

写真 4　宇都宮市災害ボランティアセンター運営訓練
注：（左）A：受付班入口，（右）F：市民ニーズ班

5．自治会ブロック単位の地域タイムライン作成

災害時のタイムラインは，2012 年の米国の「ハリケーン・カトリーナ」の対応事例をもとに，わが国でも行政を中心に導入が進められた。また 2015 年 9 月の「関東・東北豪雨災害」において避難遅れによる被災者が多数発生したことを受け，同概念を援用し主として「自助」を可視化するツールとして開発された「マイ・タイムライン」も現在では広く普及してきている。同取組みと並行して，近年では，「地区防災計画」の策定なども各地で進められている。宇都宮市内においても，令和元年台風第 19 号での被災を契機に，自治会において自主防災のための見直し機運の高まりを受け，地域防災力強化のための取組みが開始されている。

宇都宮市「豊郷地区連合自治会」は，市中心地の北側に隣接し，大規模なニュータウンと旧集落が混在し，自然環境面では複数の河川が貫流するほか丘陵地の崖線に複数の土砂災害警戒区域を有している地域である。防災取組みにあたっては，令和元年台風第 19 号の発生から 5 年の経過を契機に，自治会内の各ブロックの役員等が会して実施した第 1 回目のワークショップにおいて 1）自治会内の地域特性を考慮した防災の取組みと，2）自治会役員の役割の明示が課題として挙げられた。そこで，本取組みでは，「いつ・だれが・なにを」するのかという共助を明示するための「地域・タイムライン」の策定を試み，第 2 回目のワークショップを実施し，1 地区ブロックあたり「地震災害」と「洪水災害」の 2 種類を自治会内全 8 ブロックにおいて策定した（図 5・写真 5）。


洪水災害・土砂災害編　地域・タイムライン　宇都宮市豊郷地区・豊郷北部ブロック

【全体目標】状況に応じた避難方法を徹底する。全員の安全確保

目安時間	警戒レベル	行動指針	地域の行動（誰が・どこで・何を）	自分(家庭)の行動
3日前	レベル1 早期注意情報	災害への心構えを高める	□ 自治会役員はハザードマップを確認する。 □ 防災委員は防災倉庫の内容を確認する。 □ 自治会長は役員会を招集し、現状報告と今後の対応を検討する。 □ 民生委員・児童委員は、福祉協力員と共同で、要配慮者の戸別訪問を開始する。 □ 班長は班内居住者に災害対応の周知を開始する。	
2日前 1日前	レベル2 大雨・洪水注意報 氾濫注意情報	避難行動確認 避難の準備	□ 自治会長は近隣自治会と連絡を行い状況を確認する。 □ 消防団は、地域の巡回を開始し、避難路や危険個所等の状況を確認する。 □ 民生委員・児童委員と福祉協力員は共同で、要配慮者の避難誘導等を開始する。 □ 自治会役員は班長を通じて災害発生の可能性と行動制約について説明を開始する。 □ 自治会役員は自治会長のもと対応協議と情報共有を行う。 □ 防災委員は公民館を開設する。	
7時間前	レベル3 大雨・洪水警報 氾濫警戒情報 高齢者等避難	危険場所から高齢者等避難	□ 消防団は、地域の巡回を行い、避難が必要な人の避難を補佐する。 □ 民生委員・児童委員と福祉協力員は、要配慮者の避難状況を自治会長に伝達する。 □ 防災委員は自治会と消防団との連絡調整を開始する。 □ 班長は班内の避難先を自治会長に連絡する。 □ 班長は班内の高齢者に声をかけ、避難を促す。 □ 防災委員は、避難所への避難者の人数等の状況を収集し、自治会長に伝える。	
3時間前	レベル4 土砂災害警戒情報 氾濫危険情報 避難指示	危険場所から全員避難	□ 消防団は、地域の巡回を行い、最終の避難の呼びかけを行う。 □ 防災委員は、自治会内の被害状況等の情報を収集し自治会長に報告する。 □ 班長は班内居住者の逃げ遅れがないかを連絡網等で最終確認する。 □ 班長は逃げ遅れの居住者に対して避難支援を行う。 □ 防災委員は避難者の状況を確認し、自治会長に報告する。	
0時間	レベル5 大雨特別警報 災害発生 緊急安全確保	命を守る行動 安全確保	■ 避難完了・事前の安否確認完了 ※ 危険な状況で行動しない	

図 5　地域・タイムライン水害編（宇都宮市豊郷北部）

写真 5　地域・タイムライン作成ワークショップ

6．結論と課題

本研究では，被災後の各組織の対応と取組みに焦点を当て，検証調査と実践を通して成果と課題の整理を行った。近年の災害対応では，多様な主体の「連携」は自明のものとして，次代に向けた新たな方法を創出するための「共創」による対応も求められている。今後は域内の小中高校生や大学生を含む世代への災害経験の継承方法や，教育伝達手法を構築していくことが課題である。

2024年7月豪雨における「犠牲者ゼロ」であった山形県戸沢村蔵岡地区の住民対応

Investigating the Factors behind "Zero Casualties" in the 2024 Heavy Rain: A Case Study of Resident Response in the Kuraoka AreA of Tozawa Village, Yamagata Prefecture

○佐藤 翔輔[1]，桐生 薫子[2]，大隈 海空[2]，星 美沙希[3]
Shosuke SATO[1] , Kaoruko KIRIU[2], Miku OKUMA[2] and Misaki HOSHI[3]

[1] 東北大学 災害科学国際研究所
International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University
[2] (株) 河北新報社
Kahoku Shimpo Publishing Co.
[3] 東北大学大学院 工学研究科
Graduate School of Engineering, Tohoku University

In this paper, we consider the reasons why there were "zero casualties" in the Kuraoka area of Tozawa Village, where external water flooding occurred during the Yamagata heavy rains in July 2024, based on the results of field surveys and interview surveys conducted in October 2024, as well as subsequent data organization. The reasons for the zero casualties include: 1) some residents had evacuated early in response to repeated heavy rain disasters in the past, and 2) many people remained in their homes due to the damage from the recent heavy rain disaster was minor and the construction of ring levees had resulted in the damaged levees being resilient and only overflowing rather than collapsing, and the high foundations built to protect against snow meant that people were able to evacuate vertically.

***Keywords** : human casualty, evacuaton behavior, disaster mitigation, disaster tradition, ring levee*

１．はじめに

筆頭著者は，これまで「自然災害において犠牲者をゼロにすることができるのか」を一貫した問題意識として，フィールド調査を中心に，事例分析を進めてきた．なお，ここでの犠牲者とは，直接死による死者のことを指す．2011 年東日本大震災においては，犠牲者が発生しなかった洋野町八木地区，普代村太田名部地区，大船渡市三陸町吉浜地区においてフィールド調査を実施し，明治における自力移転（高台移転，吉浜地区）や防潮堤（太田名部地区）といった被害抑止策の効果によるもののほか，慰霊祭等の「過去の災害を忘れない」という災害伝承の機能が影響していた可能性が示唆された [1)]．また，2019 年台風 19 号（以下，台風 19 号）で被災した宮城県大郷町と大崎市鹿島台，令和 2 年 7 月豪雨（熊本を中心に被害が出た 7 月上旬ではなく，7 月 27 日～29 日にかけての豪雨．以下，7 月豪雨）で被災した山形県大石田町と大蔵村といった，いずれも外水氾濫が発生したにも関わらず，犠牲者が発生しなかった要因を明らかにするためのフィールド調査を実施し [2)~5)]，自助，共助，公助の各側面から共通要因を明らかにした．

2024 年 7 月，梅雨前線が華北から日本海を通って東北地方にのび，前線に向かって暖かく湿った空気が流れ込んだ影響で，東北地方は大気の状態が非常に不安定となった．山形県では 7 月 25 日の昼過ぎと夜遅くに線状降水帯が発生するなど，24 日から庄内や最上を中心に激しい雨や非常に激しい雨が断続的につづき，山形地方気象台は，25 日 13 時 05 分に酒田市と遊佐町に対して，同日 23 時 40 分には酒田市，庄内町，新庄市，舟形町，鮭川村，戸沢村に対して大雨特別警報を発表した [6)]．24 日 0 時から 27 日 24 時までの総降水量は，真室川町差首鍋で 457.0 mm，新庄で 420mm、最上町瀬見で 411.5mm，酒田大沢で 407.5mm，最上町向町で 340.5mm，酒田で 305.0mm など，庄内と最上では，平年の 7 月の月降水量を超え，これまでに経験したことのないような大雨となった [6)]．この大雨により，最上川中流や鮭川，日向川で氾濫が発生するなど，河川の氾濫や浸水害，土砂災害が多数発生した [6)]．山形県の被害状況まとめ（8 月 1 日 11 時 00 分現在）によると，新庄市で死者 2 名，酒田市で行方不明者 1 名の人的被害があったほか，庄内や最上を中心に床上・床下浸水などの住家被害が多数発生するなど大きな被害となった [6)]．

うち戸沢村では，直轄河川である最上川の堤防が一部欠損し，大規模な外水氾濫および内水氾濫が発生し，半壊 117，床上浸水 2，床下浸水 107 棟と特に大規模な被害が発生した．戸沢村蔵岡地区では，同河川から外水氾濫が発生したにも関わらず，「犠牲者ゼロ」という結果となった．本報では，2024 年 7 月の山形豪雨において．外水氾濫が発生した戸沢村蔵岡地区で「犠牲者ゼロ」となった原因について，2024 年 10 月に実施したフィールド調査およびインタビュー調査，その後の資料整理の結果を用いて考察する．

２．大雨災害が繰り返すことの正負の影響

1969（昭和 44）年 8 月 8 日洪水，1997（平成 9）年 6 月洪水，2013（平成 23）年 7 月洪水，2018（平成 30）年 8 月豪雨など，度重なる大雨災害に見舞われてきた．な

かでも，2018 年の豪雨では，最上川と合流する角間沢川が氾濫し，集落全体が水没した．戸沢村蔵岡地内を流れる角間沢川は，上流に角間沢ため池があり，古くから農業用水として用いられるなど，地域へ恩恵をもたらしてきた．

2018 年 8 月においてニ度に渡る記録的な豪雨により角間沢川が氾濫し，蔵岡地区では多くの住家が床上・床下浸水する被害が発生した，同規模の洪水に対する再度災害を防止するため，山鹿県，国，戸沢村が連携して治水対策を実施することとしており，県は輪中堤の整備を行った．

図 1　角間沢川輪中堤（蔵岡公民館所蔵の空撮写真）

以上のような背景のから，蔵岡地区の住民の避難行動は次の 2 つに大きく分かれる：1）過去から繰り返している大雨・浸水の被害を受けて，危険意識が高く，日中明るいうち（25 日午後）に，十分に安全な避難場所への水平避難・立ち退き避難を行った住民がいる，2）直前の大雨・浸水の被害（平成 30 年 8 月豪雨）では，床上・床下浸水が 4 棟と被害が一部にとどまったこと，その後に集落を囲む輪中堤が整備されたことで，浸水のリスクを低いものととらえ，住まいにとどまった住民がいる．

３．被害抑止策（堤防と住居形態）の影響

一級河川の外水氾濫があったものの，堤防が決壊しなかったこと（越水にとどまったこと）と，豪雪地帯における住居形態が影響したと考えられる．

同エリアの堤防（最上川）では，越水が発生し，堤内地側で洗掘の現象が起きたものの，堤防断面が比較的大きく，決壊には至らず，「家屋を押し流すほどの流速」が発生しなかった（国土交通省・堤防調査委員会）．

豪雪地帯では 1 階部分がガレージ（鉄筋コンクリート造または鉄骨）と高基礎になっている家屋もある．さらに，平屋構造の家屋は目視では確認できていない．このように垂直避難のための空間があること，特に鉄筋コンクリート造の高基礎は水の流れに耐え，集落が浸水した後でも命を守る空間があった．ヘリコプターで救助された世帯を対象に，浸水高さと住居構造を分析すると，床上浸水が，建物 2 階床上地点に到達していた 6 世帯のうち，高基礎となっていた住まいは 4 世帯存在していた．

４．大雨が降る中での就寝の影響

2 章で述べたように，直近で整備された輪中堤の効果を期待し，住まいにとどまった住民が存在していた．そのなかには，25 日夜から就寝していた人もいた．「寝ている間に気づかず浸水」し，家族や周辺住民が気づかなければ，犠牲になっていたケースが見られた．2019 年台風 19 号（令和元年東日本台風）の福島県いわき市では，同様なケースで平屋住民が犠牲になったケースがある．

図 2　戸沢村蔵岡地区の浸水状況 [7)]

図 3　蔵岡地区にある高基礎の住居の例

５．まとめ

2024 年 7 月豪雨において．外水氾濫が発生したにも関わらず，犠牲者ゼロであった原因は次のようにまとめられる．1）過去に繰り返し発生した大雨災害を受けて早期に避難した住民が存在していた．2）一方で，直近の大雨災害の被害が軽微にとどまったことや輪中堤の整備の影響で住まいにとどまった人が多く存在していたが，欠損した堤防が粘り強く，決壊には至らず越水にとどまったこと，雪対策で高基礎だったことで垂直避難で対応できたいた．

参考文献

山形県戸沢村蔵岡地区区長・山崎昇氏より多くの情報を提供いただいた．記して感謝申し上げる．

参考文献

1)　佐藤翔輔，今村文彦：東日本大震災における「津波による犠牲者ゼロ」の地域を対象にした探索的調査，地域安全学会梗概集，No. 40，pp.181-182，2017.
2)　東北大学災害科学国際研究所，河北新報：2019 年台風 19 号に関するアンケート調査報告書，2019.11
3)　佐藤翔輔：「避難行動」，2019 年台風第 19 号災害に関する東北学術合同調査団調査結果速報会，2019.12.
4)　佐藤翔輔：「避難対応」，「令和 2 年 7 月 27-28 日の山形県を中心とした豪雨災害の調査報告会」，2020.8.
5)　佐藤翔輔：令和元年東日本台風と令和 2 年 7 月豪雨における「犠牲者ゼロ」地域の共通点と課題，第 39 回日本自然災害学会年次学術講演会講演概要集，pp. 85-86，2021.
6)　山形地方気象台：山形県災害時気象資料・梅雨前線に伴う大雨（令和 6 年 7 月 24 日～27 日），2024.8.2
7)　山形新聞社：2024 年 7 月豪雨 大水害の記録，48pp., 2024.9.

災害の周年報道と集合的記憶　その２
―阪神・淡路大震災30年　テレビ番組アーカイブ放送の意義―

Anniversary Journalism and Collective Memory about Natural Disasters: Part 2
- 30 Years Since the Great Hanshin-Awaji Earthquake:
The Significance of Archived TV Programs –

川西 勝[1]
Masaru KAWANISHI[1]

[1] 兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科
Graduate School of Disaster Resilience and Governance, University of Hyogo

Disaster-related anniversary journalism has a significant impact on the preservation of memories related to disasters. To mark the 30th anniversary of the Great Hanshin-Awaji Earthquake, Kansai commercial broadocasters rebroadcast documentaries they had aired in the past. A content analysis based on collective memory theory was conducted on rebroadcast programs. Each program included newly conducted interviews with relevant parties, and it was confirmed that the time depicted in the programs had a layered structure comprising “the time the disaster occurred,” “the time the program was first broadcast,” and “the time it was rebroadcast.” Rebroadcasting past programs was found to play an important role in revisiting perspectives buried in stored memory, challenging functional memory, and correcting stereotypical perceptions of the disaster.

Keywords *: anniversary journalism, collective memory, functional memory, stored memory, the Great Hanshin-Awaji Earthquake, archived TV programs*

１．はじめに

集合的記憶は M. Halbwachs（1877-1945）が提起した概念である．Halbwachs（1950）によれば，記憶とは純然たる個人単位の思い出ではなく，所属する様々な集団が持つ枠組みの中で想起されるものであり，災害という社会的な現象に関する記憶の保持や継承を考える際に重要な示唆を与える．

災害研究においては，災害遺構やミュージアム等を題材として集合的記憶論を援用した知見が一定の蓄積を形成しているのに対し，マス・メディアによる災害報道は，集合的記憶論の主要な分析対象となってこなかった（Zelizer，2014）．しかし，社会的な出来事を広範な集団に対して伝えるというマス・コミュニケーションの本質から考えれば，災害報道は集合的記憶の構築や維持に対して無視できない影響を与えているはずであり，研究の蓄積を重ねる必要があると考える．

上記の問題意識に基づいて，筆者は，阪神・淡路大震災の発災から 30 年（2025 年 1 月 17 日）の周年報道を対象として，集合的記憶論に依拠した分析や検証を行っている．NHK，在阪準キー4局，兵庫県のローカル局計6放送局が制作したテレビの特別番組 8 本を対象とした内容分析については，先に結果を報告した（川西，2025）．本稿では，これに引き続いて，在阪準キー2 局が，過去に放送した震災ドキュメンタリー番組を再放送した取り組みを対象として検討を行った結果を報告する．再放送に際しては，単に過去の番組をそのまま放送するだけではなく，発災から 30 年の時点における関係者の追加取材やキャスターのコメントが付加されており，災害に関わる時間の重層性という重要な問題を孕んでいると考えられる．この論点に着目した分析を行うことで，災害に関する記憶を継承するに際して，マス・メディアの報道が有する意義や課題が抽出され，よりよい報道に繋げるための知見を得られるのではないかと考えられる．

２．テレビ番組アーカイブ放送の意義

日本では 1953 年に放送が開始されたテレビというマス・メディアについて，桜井（1994）は，現在を記録することを重視し，過去を振り返らないことに本質があり，それゆえ，テレビ番組を保存・管理・整理する「アーカイブ」という基礎的な文化事業を近年まで放置してきたと指摘している．実際，NHK が組織的に番組の保存を行うようになったのは 1980 年代以降のことであり，失われた番組も数多く存在する．民放の番組については，公益財団法人放送番組センターが 1991 年に開設した放送ライブラリー（神奈川県横浜市）がアーカイブ事業を行っているが，収集されるのは，受賞作や反響の大きかった番組等，一部に限られているのが実情であり，視聴するにはライブラリーに出向く必要がある点も課題である．

災害の周年報道に際して，過去に放送したドキュメンタリー番組に対して，放送局が自主的に着目し再放送を行うということは，アーカイブ活動の一つと考えることができる．これは，視聴者が，当該災害について考え直し，集合的記憶を更新する機会を提供するという点で意義あるものと言える．

さらに，再放送された番組を対象として分析研究を行うことは，放送局がその災害に対して，いかなる眼差しを向けてきたのか，どのような出来事や人物に関心を抱き，どのようにして問題提起してきたのかを，現在の視点から問い直し，集合的記憶への影響を考察するうえで有効であると考えられる．

Table-1　分析対象の番組

ID	放送局	放送日	題名	初回放送日	概要	再放送に際して追加された内容
A	関西テレビ	1/16	ゼロからの復旧 ～芦屋市水道部・水を運んだ男たち～	1995/3/20	水道の供給がゼロとなった都市で，自らも被災しながら，復旧のため奮闘した市職員の2か月を描いた	当時の体験を持ち，今も水道局に在籍する職員にインタビューした
B	関西テレビ	1/17	神戸・六甲に吹く風は… ～震災から5年～	2000/2/2	大きな被害を受けた商店街で，再建を目指して奮闘する酒店経営の夫婦ら，商店主たちの姿を描写した	酒店を経営していた夫婦一家の現在の姿を取材し，復興への思いを聞いた
C	関西テレビ	1/18	想いをたずねて ～父子が歩んだ30年～	2000/1/16 2015/3/8	妻と子どもを亡くし，残された2人の子を育てる父と，こうした遺族を訪ねて記録を残す大学生たちを追った	子ども2人を育て続ける父に対して取材を継続し，今に至る姿を紹介した
D	関西テレビ	1/19	ガレキに埋もれた生命 ～あと一人救えなかったのか？～	2005/1/16	救命活動に奔走した消防署員，医師，自衛隊員らの思いと，家族を亡くした被災者の姿を捉えた	息子を亡くし，無念の思いを抱えつつ，発災から30年を迎えた父に話を聞いた
E	毎日放送	1/8	震災からの再スタート ガレキの中の84歳	1996/3/17	不便な避難生活を送りながら，自転車店の経営を再開させようと努める高齢夫婦の日々に密着した	神戸で生まれたアナウンサーがコメント「被災者支援が不十分だった」
F	毎日放送	1/9	仮の町から	1995/9/17 1996/4/21 1999/3/14	大規模な仮設住宅で暮らす被災者たちの姿を，発災の半年後から4年後まで，継続して見つめた	仮設住宅で自治会作りに奔走した被災者に，当時を振り返ってもらった
G	毎日放送	1/15	長田区菅原通3丁目の人々の場合	1995/1/24 1995/4/15 1995/7/16 1996/1/14	火災で大きな被害を受けた古い商店街に，発災の1週間後から1年後まで取材班が通い，再開発計画に揺れる人々の姿を追った	今の商店街の様子を取材し，去った人も多い中，商売を続ける被災者3人から話を聞いた
H	毎日放送	1/17	映像記録　あの日あの場所，あの人と	2015/1/11	発災から20年の節目に，カメラマンたちが，発災直後に出会った被災者たちを再訪し，この間の歩みを聞いた	取材対象になった被災者たちを，ナビゲーター役のアナウンサーが再々訪した

注）放送日の日付は，各放送局が番組案内等において掲載した日付をそのまま記載した．テレビの番組案内では，深夜の時間帯に放送される番組の日付は，視聴者の利便性に配慮して前日の日付をそのまま記載するのが慣例であり，そうしたケースでは，実際の日付とは1日ずれている場合があり得る．

3．分析の視座

再放送番組の分析に際しては，Halbwachs の集合的記憶論を批判的に継承し発展させた A. Assmann（1947-）の議論を参照する．Assmann は，世代を超えて広く共有されるような集合的記憶は「蓄積的記憶」と「機能的記憶」で構成されると考えた．蓄積的記憶は，物語に埋め込まれたり意味付けされたりしていない無定形の塊であり，その中から一部が選択され，社会的な枠組みに沿って現在と結びつけられ意味や価値を与えられることによって，機能的記憶に作り変えられると考えた．この二つは相互排他的に分断された記憶ではなく，深い部分で繋がり合い，境界が開かれていることによって往還し得る点が重要である．蓄積的記憶は将来の機能的記憶の貯蔵庫とみなされ，蓄積的記憶が機能的記憶を批判的に検証することで，機能的記憶の固定化や硬直化を防ぐ働きを持っている（Assmann，1999）．

阪神・淡路大震災30年のテレビ特別番組を内容分析した川西（2025）によれば，各番組が取り上げた「記憶の場」は，計135件のうち97件（72%）が神戸市内で，うち中央・長田・東灘の3区に偏重していた．よって，「横倒しになった高速道路」（東灘区），「壊滅的被害を受けた中心街・三宮」（中央区），「商店街を含む都市の大火」（長田区）といった被害像が，阪神・淡路大震災を象徴する機能的記憶として固定化されていることが示唆された．神戸市灘区や兵庫区，芦屋市，宝塚市，淡路島等は被害の甚大さにもかかわらず，あまり焦点が当てられていなかったため，蓄積的記憶の塊の中に埋没していると考えられる．一方で，被災者がホームムービーで撮影した動画に基づいて番組を構成する等，各番組の制作方法論には，蓄積的記憶から新たな意味を見出そうとする模索がみられた．震災後に生まれた記者や芸能人らが，被災者や発災時の報道に従事した先輩記者らの話を聞き，震災未経験者にとっての今の物語を再構築することを通じて，固定化された機能的記憶の意味を問い直す試みもあった．埋もれた断片的な記憶に新たな意味を与え，社会で共有できる実践を行うことが，震災の集合的記憶を豊かにするためマス・メディアに求められていると考えられた（川西，2025）．

これに対して，本稿では，震災ドキュメンタリー番組の再放送という取り組みを扱う．Assmann の議論に即して言えば，以下のようにまとめることができよう．即ち，過去に放送された震災ドキュメンタリー番組は，最初の放送時点では，一定の価値観や意味付けを伴った機能的記憶として社会に発信されたものの，その後は放送局の倉庫に送られ，そこで眠り続けることによって，蓄積的記憶へと移行した．これらの番組が災害の周年報道として見直され，倉庫から取り出されて再び放送されることは，視聴者に対し，震災の意味や物語をあらためて問い直す機能的記憶として働く契機を回復したものと捉えることができよう．

4．分析対象の番組

災害に関する周年報道は「記念日ジャーナリズム（anniversary journalism）」（Edy，1999）の一つと考え

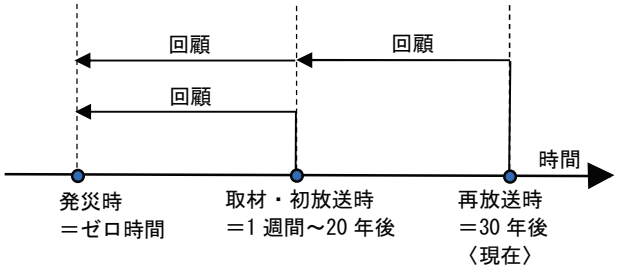


Figure-1　再放送された番組における時間の重層性

られ，過去の出来事に関する報道が特定日の前後に集中することで，集合的記憶の想起が活性化されると考えられる．本稿で分析対象としたのは，阪神・淡路大震災 30 年の記念日ジャーナリズムとして，在阪準キー2 局（関西テレビ，毎日放送）が 2025 年 1 月に再放送した震災ドキュメンタリー番組 8 本である．分析対象となった番組の一覧を **Table-1** に示す．

このうち 3 本は，過去に放送された複数の番組を 1 つの番組に再構成して放送された番組であった．このため，元になったドキュメンタリー番組は計 14 本であった．このうち 5 本は，発災した 1995 年に放送されていた．4 本は 1996-1999 年に放送されていた．発災から 5 年の節目に当たる 2000 年に放送されたのが 2 本，10 年の節目である 2005 年に放送されたのが 1 本，20 年の節目である 2015 年に放送されたのが 2 本であった．

なお，阪神・淡路大震災 30 年に際して，過去に放送した番組を再放送する取り組みは，公共放送である NHK も行っている．集合的記憶の維持や変性に与えた影響を考えるうえで重要な題材の一つであるが，本稿では，民放局の取り組みに特化して議論する．NHK は，放送済みの番組を再放送するアーカイブ活動を継続的に行っているが，民放局が行うのはあまり例がないという特異性や，再放送に際して，新たな取材を行って内容を追加する取り組みがみられた点に着目したのが，その理由であり，NHK のアーカイブ活動については，機会をあらためて論じたい．

５．時間の重層性

分析対象とした番組に共通するのは，発災時からの時間に関する重層性を有している点であった．

各番組が初回放送されたのは，早いもので震災発生の 1 週間後であり，発災から 1 年以内に放送されたものが多いが，その他，発災から 5 年後，10 年後，20 年後といった節目に放送された番組もある．各番組においては，発災から一定の期間を経て行われた取材の時点から，発災時という「ゼロ時間」に何が起きたのか，その時にどう振る舞い，何を感じたかが回顧されている．

それに加えて，再放送された番組では，震災から 30 年の現在という時点に立って，番組に取り上げられた関係者の様子を新たに取材したり，キャスターがコメントしたりする場面が追加されている．即ち，各番組は「発災時=ゼロ時間」／「取材・初放送時=数日から数年，数十年」／「再放送時＝発災から 30 年：現在」という時間の重層性を一つの番組内にパッケージとして有しており，視聴者は，この重層性を追体験することが可能なのである（**Figure-1**）．

新聞や雑誌記事等のメディア言説を分析して，災害を巡る記憶史を跡付けようとしている水出（2019）は，大きな災害が繰り返し起きてきた日本では，様々な災害に対する＜災後＞の記憶が重層的に積み重なり，記憶の構築と忘却のせめぎ合いが継続していると捉えた．これに対して，単独の災害であっても，放送済み番組の再構成・再放送といった試みを通じて，時間軸上における様々な時点で想起がなされれば，＜災後＞の記憶は重層的に積み重なるものであると言えるだろう．

このように，発災からの経過時間が多層的に積み重なった状態で見る側に提示されることによって，各時点で描写された被災者の体験や心情，各時点で番組の作り手が有していた問題意識は相対化されることになる．その結果として，震災を見つめる視点は複線化・多層化し，震災を見る目が豊かになる効果をもたらすことが期待できると言える．Assmann の議論を援用すれば，蓄積的記憶として放送局の倉庫に眠っていた番組が再放送されることによって，固定化・硬直化していた機能的記憶が揺さぶられ，震災や被災者に対する新たな視点を提供し得ると考えられる．

発災から 5 年後に放送された番組 B では，大きな被害を受けた商店街で，酒店を再建しようと奮闘する夫婦の姿が描かれている．一帯の再開発が計画される中で，露店により何とか商売を再開したものの経営は苦しく，夫は，昼はサラリーマンとして外で働き，夜は酒の配達に走り回る．再開発に伴って大規模店舗が近くにできると，商店街の売上は激減する．番組には，復興への明るい見通しが持てない商店街のヒリヒリした重苦しい空気が，色濃く映し出されている．

再放送に際して再取材した 30 年後の現在，夫婦はすでに酒屋を廃業し，スーパーとして再出発した商店街も，3 年前に閉店した事情が紹介される．30 年を回顧して，妻は「朝起きて，あ，きょうも生きてる，店せなというのが自分の生きる糧にもなっていたし，お店があってよかったなと思います」，夫は「商売好きやったから，未練なんかはないです」と，淡々と語る．初回放送時のヒリヒリした心情は，30 年を経て，当時をゆったりと回顧的に見つめ直し，災後を生きる意義を見出そうという視点に変わっている．視聴者は，地域経済を復興させることの難しさ，その中で奮闘した被災者の強靭さを，余韻を持って感じることができるだろう．

発災から 10 年後の番組 D では，大学生だった息子を亡くした父が描かれる．息子は，倒壊家屋のガレキに足を挟まれて脱出できず，延焼してきた炎に包まれて命を落とした．画面の中で父は「火が来るのさえ，もっと遅ければ…」と，無念さを強くにじませて語る．

30 年後の再放送に際しての再取材では，父は「なんでおれだけこんな不幸が回ってくるんやと，ずっと思ってきたけど，だんだん年とってきたらね，またあいつと会えるんや，飲んだり食ったりできるんやと，そんなふうに置き換えられるようになった」と，淡々と語る．人命は，震災取材においては最も重いテーマの一つであり，なぜ命を救えなかったのか，という当事者の悔恨がずしりとのしかかってくる題材である．現在における，この父の姿からは，子どもを失ったことの重さはいつまでも残り続けるという過酷な現実を見せつける一方で，時間の経過により癒やされている一面も確かにあることを，見る者に感じさせる．

６．定点観測の視点

番組Ｆ及びＧは，震災後に建設された仮設住宅や，大きな被害を受けた商店街へ何度も取材に通い，各時点での現状をルポした複数の番組を再構成したうえで，30 年後の現在を生きる関係者らに対する追加取材も行って制作・放送された．定点観測による視点で構成されたドキュメンタリー番組であると言える．

ここでは，番組が有する時間の重層性はより複雑になる．同じ場所を題材として，複数の番組が制作・放送されるごとに時間は積み重なってゆき，各時点における視点は，それまでの時点における視点を塗り替えたり，相対化したりしていくことになる．

大規模な「西神第七仮設住宅」（神戸市西区）にカメラを据えた番組 F では，見知らぬ人たちが抽選で振り分けられて集まり，劣悪な環境の中で，生活再建の一歩を踏み出していく姿が，半年後・1 年後・4 年後という 3 つの時間軸の中で描かれる．遅々とした歩みの中で，生活環境は少しずつ改善され，その一方で，再建の目処がついた人たちは一人また一人と，仮設住宅から出ていく．

30 年後の現在を追加取材した場面では，仮設住宅で自治会の結成を呼びかけて奔走した男性へのインタビュー映像が流れる．男性は今も当時の資料を保管しており，当時の環境は劣悪で，住民は「第七収容所」と自虐的に呼んでいたと振り返る．

「長い期間おりたくなかったというのは本音，私は 1 年目で出たので後ろめたさがあった」「あまり大きな思い出しはないです，ちょっと逃げてるんでしょうね，おそらく．いやなことは思い出したくない」「とにかく自分の命大切にしてほしい．生きとったらなんとかなる」

当時の様子が過去において丹念に取材され，それが丁寧に描かれてきたことによって，この男性の言葉は見る者に，説得力の重みを持って響く．定点観測で描くことこれは，によって，人物像はよりきめ細かく描写され，見ている側にとって，身近な存在に感じられる効果がある．震災を「わがこと」として捉えるための手がかりともなる手法である．

７．おわりに

テレビは「今」を描くことに主眼を置くメディアであり，一度放送されて倉庫へ運ばれてしまえば，番組が記録した「今」はいつしか過去になり，顧みられなくなってしまう．しかし，そうした番組を倉庫から引っ張り出し，「新たな今」の中で視聴者に届ければ，「かつての今」という時点で切り取られた社会の断面は，その価値観が相対化されつつも，「新たな今」の視点で照射されることによって，逆に，かつての制作・放送の時点では持っていなかった，新たな意味を再発見できる可能性が拓かれるのではないだろうか．

災害に関する番組は，放送が済めばそそくさと倉庫にしまい込まれ，蓄積的記憶の中に埋もれさせるのに任せる，というだけでは，災害を巡る機能的記憶は固定化され，ステレオタイプな災害像・震災観が維持されるだけである．過去の番組を蓄積的記憶の埋却から救い出すには，放送局の自主的な再放送・再取材に加えて，アーカイブ環境をより一層，充実させる方途が欠かせないだろう．

Assmannn の言葉にもう一度，耳を傾けよう．

「蓄積的記憶は，さまざまな機能的記憶を背景として，いわばそれらの外部地平をなす．その地平から，過去に対する狭められたパースペクティヴが相対化され，批判され，そしてとりわけ変更されうるのだ．それゆえに一方の記憶を支持し，他方に反対するのは無意味だ．文字文化では両方の記憶の編成が存在する．文化の未来は，両者が新たなメディアの状況下でも相並んで維持されることにかかっている．」（Assmsn，1999＝2007，p.171）

ことは無論，文字文化だけに課せられた課題ではない．100 年の節目を迎えた放送文化も，蓄積的記憶を絶えず検証して，機能的記憶を刺激し活性化させ続けることに対して，重要な使命の一翼を担っているのである．これは，新興のネット・メディアとは異なり，長い期間に亘って，一定のフォーマットで報道を続けてきたマス・メディアだからこそ，担うことのできる使命であるとも言えよう．

参考文献

Assmann, A. (1999). Erinnerungsräume: Formen und Wandlungen des kulturellen Gedächtnisses. München: C. H. Beck.（アスマン，A. 安川晴基(訳)(2007). 想起の空間: 文化的記憶の形態と変遷 水声社）

Edy, J. A. (1999). Journalistic uses of collective memory. Journal of Communication, 49(2), pp.71-85.

Halbwachs, M. (1950). La mémorie collective. Paris: Presses Universitaires de France.（アルバックス，M. 小関藤一郎(訳)(1989). 集合的記憶 行路社）

川西勝(2025). 災害の周年報道と集合的記憶―阪神・淡路大震災 30 年 テレビ特別番組の内容分析― 日本災害情報学会第 30 回学会大会予稿集，pp.136-137.

水出幸輝(2019). ＜災後＞の記憶史：メディアにみる関東大震災・伊勢湾台風 人文書院.

桜井哲夫(1994). TV 魔法のメディア ちくま新書.

Zelizer, B. (2014). Memory as Foreground, Journalism as Background. In B. Zelizer & K. Tenenboim-Weiblatt (Eds.), Journalism and Memory (pp.32-49). London: Palgrave Macmillan.

復興公営住宅における高齢者見守り支援者へのヒアリング調査

Interview Survey of Elderly Individuals Providing Care Support in Disaster Restoration Public Housing

石田 裕之[1]，馬場 美智子[1]
Hiroyuki ISHIDA[1] and Michiko BANBA[1]

[1] 兵庫県立大学大学院 減災復興政策研究科
Graduate School of Disaster Resilience and Governance University of Hyogo

In the process of investigating the realities of care support in the disaster restoration public housing of HAT Kobe Wakinohama(Chuo-ku, Kobe City), 30 years after the Hanshin-Awaji Earthquake, it became evident that elderly individuals, who would typically be recipients of care support, are instead contributing to the community as care supporters. This paper conducts an interview survey with these elderly supporters, ethnographically presenting case studies to explore the circumstances and motivations behind their continued engagement in care support activities, and reflecting on the nature of care support.

Keywords *: Hanshin-Awaii Great Earthquake, disaster restoration public housing, disaster victim support, care support, HAT kobe*

１．背景・目的

神戸市では 2006 年度から，復興公営住宅の高齢者を見守る支援員を常駐させて高齢者宅を巡回してきたが，2017 年度に「阪神・淡路大震災復興基金」が枯渇し，2021 年 3 月末で事業が終了した．神戸市内に 33 ヶ所設置された見守り拠点「あんしんすこやかルーム」は全て閉鎖され，以降は復興公営住宅も通常の公営住宅と同様，民生委員の見守り等，既存の地域福祉の枠組みで対応している [1)].

しかし田中ら(2009)が指摘するように，従前住み慣れた土地を離れ各地から寄せ集められた高齢者が集住する復興公営住宅においては，その空間特性ゆえに見守りのニーズが増大している [2)]．復興公営住宅では入居の始まった当初から高齢化率が 40%を超えており，現在では 54.5%に達している [3)]．この超高齢地域において，仮に既存の地域福祉の見守り活動では十分な対応ができないとすると，孤独死や生活の質の低下などの問題が増加することが懸念される．

神戸市の場合，民生委員が 70 歳以上の独居や 75 歳以上のみの世帯を対象として，友愛訪問ボランティア(1)等と連携して見守りを行っている．しかし専門職の支援員や見守り拠点の事業が終了したことによって，復興公営住宅にどのような影響が生じているのかは明らかになっていない．

そこで筆者は，阪神・淡路大震災から 30 年を経た HAT 神戸・脇の浜（神戸市中央区）における見守り支援の実態を調査しているが，その過程において，本来であれば見守り支援を受ける側に該当する高齢者が，見守り支援者として地域に貢献していることがわかってきた．見守り対象の高齢者 11 名のうち，実際に何らかの見守り支援を受けているのは 3 名，何も受けていないのは 5 名，自分が見守る側であるのは 3 名であった（図１）．

本調査ではそうした高齢の支援者にヒアリングを行い，どのような経緯や考えから現在の見守り支援活動を継続しているのかをエスノグラフィックに事例紹介し，見守り支援のあり方を考えることを目的とする．

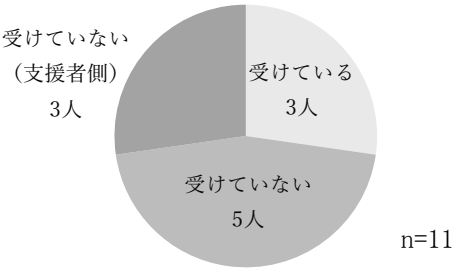


図１　見守り支援対象者の実態

２．HAT神戸・脇の浜の復興公営住宅の概要

HAT 神戸（東部新都心）は，「神戸市復興計画」のシンボルプロジェクトの一つとして，阪神・淡路大震災からの復興をめざし神戸市が開発を進めてきた新しい街である [4)]．兵庫県内には約 4 万 2 千戸の復興公営住宅が供給されたが [5)]，このうち 1998 年に街開きした HAT 神戸には，神戸市内最大規模の約 3,500 戸が整備された．

また，人と防災未来センターや防災合同庁舎，災害医療センターなど防災施設も充実しており，東西に走る道幅の広い道路は電柱が地中化され，災害時の緊急輸送路としても機能する．居住区の中にも災害時のための手回しポンプが設置されるなど，街の美観と防災機能が両立した街である．

震災当時の同地区は，神戸製鋼所や川崎製鉄などの工場の跡地であり，この土地に震災前からの居住者は存在しない．即ち，HAT 神戸は「土地に馴染みのない高齢者が集住した街」と言える．そのため，これまで復興支援やコミュニティ形成支援として様々な地域活動が行われてきたが，高齢化の中で担い手が減少し，福祉専門職らからは地域の自治の限界が指摘されている [6)].

表１　HAT 神戸・脇の浜　復興住宅の概要 [4)]

敷地面積	68,711.35 ㎡
建物概要	高層（6～14 階）16 棟 超高層（22・33 階）2 棟
施設用途	県営住宅 253 戸 （うちコレクティブハウジング 44 戸） 市営住宅 762 戸 （公団からの借り上げ 212 戸を含む） 公団住宅 641 戸 計 1,656 戸
併設施設	特別養護老人ホーム，高齢者介護支援センター，地域福祉センター，コミュニティプラザ，集会所，店舗
入居時期	第一次　1999 年 3 月（1,229 戸） 第二次　2000 年 3 月（　427 戸）

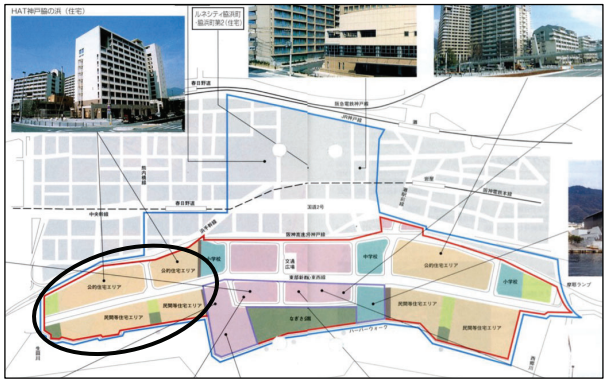


図２　HAT 神戸の区画と脇の浜地区の位置 [4)]

３．調査方法

HAT 神戸・脇の浜地区の高齢者に対し，見守りに関する研究である旨と調査方法を説明の後に，半構造化インタビューを実施（執筆時点で 17 名）．そのうち，本来であれば見守りを受ける対象でありながら，見守りの支援者として活動する住民 4 名（うち 1 名は既に引退）を抽出し，語られた内容から見守りに関する部分をエスノグラフィックにまとめ，テーマ別に整理した．調査対象者の概要を表２に示す．

表２　調査対象者の概要

対象	年齢	性別	世帯構成	役職
A 氏	79	男	夫婦 2 人	元自治会長 元民生委員 友愛訪問
B 氏	78	男	独居	元自治会長 住棟管理人
C 氏	88	女	独居	元老人会長 元友愛訪問
D 氏	88	女	独居	元自治会長 住棟管理人 友愛訪問

４．調査結果の概要

(1) 見守り活動のきっかけ

・A 氏：A 氏は自身の住棟の自治会長を務めていたことがきっかけで民生委員を担っていた．現在はどちらも辞めているが，民生委員をサポートして見守り活動を行う友愛訪問ボランティアを続けている．

「前の自治会長になんか誘われて，まず副会長なって．その人がちょっといざこざがあって辞めて，別にしたくないけど，（会長を）せなしゃあないようになって．そらもう，一生懸命やったらなんぼでも仕事はあるやろうけど，僕は言われたらするという感じ．民生委員は辞めてもう 3 年ぐらいになるな．でも（同じ棟の）E さん（民生委員）がしてるやつね，友愛訪問，それは E さんと一緒に，なんかあった時には行きましょうねって．だから僕は E さんや F さん（民生委員）みたいな人がおるからな，声かけてくれたら行くよ．なんか自分でできることがあったらな．でも自分からは声かけないよ」

・B 氏：B 氏は震災時に避難所運営の責任者を任されたり，仮設住宅の自治会に入るなど，従前から地域活動に携わってきた．HAT 神戸では 6,7 年前の退職を機に住棟の自治会長と管理人を務めてきた．自治会は解散したが，管理人の立場は続いている．

「6 年か 7 年前までは仕事行ってたんです．それで，その仕事を辞めたのを（住民が）聞いて，私に自治会長になってくれへんか言うて頼みにきて，そんならいいよってなってね．神戸市長から，私に管理人をあれいうやつ（委嘱状）をもらって，それから管理人やってます」

・C 氏：C 氏は老人会に携わっていたことがきっかけで友愛訪問ボランティアにも加わり，83 歳頃まで活動を続けてきた．現在は後任に引き継ぎ引退している．

「ゴミを捨てに行ったときに，下の階の人が私に声かけてくれて．何階ですか，私は〇階ですって．『まだ若いと思うけれども，老人会に入られませんか』って言われたから，私まだ 60 手前やったかな．それで，65 歳からでしょう言うて，そうなったら入りますわって言ったら，『C さんはまだ若いけど，いろいろと行事していこうと思うから，動いてくれる人が要るから入って』って，熱心に誘われて入りました．

ボランティアで地域福祉センターに来たときに（友愛訪問を）頼まれて．何人か受け持ってました」

(2) 活動の様子

・A 氏：「自分の棟は今んとこね，認知症がひどいとか何かあるような人はあんまりおってないな．でも〇階の男の人やねんけど，こないだまでめちゃくちゃ元気で歩き回っとったんやな．その人がなんかちょっとおかしいな，最近見ないなと思って，あの人どないなったん？言うたら，なんか急に認知症がひどくなって施設入ったとか．90 歳ぐらいやったけど，ちょっと前までは元気で普通にしとったんやけど」

・B 氏：「私ずっと毎日ポストを見て，あんまり溜まってたら管理センターに電話入れるんです．〇号の部屋どうなってますかって．

誰かが倒れたとするじゃないですか．倒れたときは，もう直接救急車に連絡入れて，事情を説明して．独居死されてる人もありましたよ．外国の人でね，ほんまに元気やったのに夜中，気がついたらもう死んでたって．警察呼んで．滅多にないけど，そういうことあります」

・C 氏：C 氏は友愛訪問の活動報告書を毎月提出したり，あんしんすこやかセンター（地域包括支援センター）の会合に出席するなどしてきた．

「何年も一人暮らしの人の話し相手になってきました．私はあのときはまだ若かったし，友愛のグループ 5 人ほどで，3 人ずつ持って，月に 1 回会議したり，様子を話したりしてましたね」

・D 氏：「F さんを中心にね，友愛訪問をして，月 1 回会

合もあるんです．うちの住棟だけで 65,6 軒ぐらいでしょうかね．全部回れたらいいんですけど，回れない場合は，朝と晩にそっと外から様子を見て，気になるときはその階まで上がって見てみるんですけどね．今んところ特に何もなさそうやなと思ったりしますけど」

(3) 自身の見守りについて

・B 氏：B 氏は，自身も見守り対象者ではないかとの問いに対し，「俺？自分で俺そんなこと思ったことない．自分で動いて，喋って，食べて，好きなことして，そんな生活する．そうしないと誰もしてくれへん．（友愛訪問の人が来ることも）ないよ」

・C 氏：C 氏は自分では「まだ何でもできる，食事も自分でできる」と思っているが，持病があることを娘が心配し，早めに介護施設に入ったらどうかと言ってきたことをきっかけに，ケアマネージャーと相談．近日中にリハビリなどのサービスを通所で利用することが決まった．

・D 氏：「年寄りが若い人を見回ってるって，反対やんね．年寄りの方が回りに行かなあかんの，おかしいでしょ．私自分でも笑えるんですよ，なんでやろって．（見守られるという話が出たことも）ない．なんでやろなって．代わってほしいと思うけれど．（自身の住棟には）民生委員もいないんです．誰か決めてくださったらいいんですけどねぇ．（引き継ぎますよという話は）私がピンピンしてるから邪魔してるんか，何もないです」

自身の暮らしで困っていることはないかとの問いに対し，「目がちょっと見えにくいでしょ，それが困るぐらいでしょうか．右の目はほとんど見えないです．左目も緑内障になりかけとるからね．他に困ることはないですね．買い物も自分で行きます．カートいっぱいに積んで，重たいのをバス乗って引っ張って」

(4) 課題に感じること

・A 氏：「自治会いうたって来る人はもうほとんど決まってる．若い人いうんか，60 ぐらいの人に来てほしいと思っても『仕事があるからだめ』と言われる．せやから来る人はいっつも一緒」

「僕は〇階に住んでるけど，隣は今誰も居れへん．入院しとったけど，いつの間にか部屋が片付いて綺麗になって，どっかの施設入ったらしい．あの人は今どうしてますかっていうたって答えてくれへん．ケアマネさんは絶対教えてくれない．そやから虚しいもんがあるよ僕らも．ずっと訪問してて，急にいなくなってね，どこ行ったんやって聞いても教えてくれへんなんてね．虚しいよ．まあ今はでもそういう介護保険とか充実はしてきてると思うんで，我々はそこまで世話もできないし，訪問して，ああ元気やね，気ぃつけてね，みたいなことぐらいやから」

・B 氏：「入居者は管理センターから『管理人さんのとこに行って挨拶して，いろいろ内部のことを聞いてください』って言われてるから，（自分のところに）最初にやって来ます．中には来ない人も多いよ．だんだん個人情報がうるさくなってきたじゃないですか．だからもう名前を名乗るのが嫌や言う人もおるからね．名前を名乗られんと困る．やっぱり誰が入ってきたかわからないんで．あの個人情報いうのはちょっと良し悪しや」

「（福祉専門職の行う見守りについては）私それは知らない．なんか，そういう話聞いたことあるけど．別にそういうところ（見守りの会議）に声がかかったことは全然ないからね，だから全然顔出しはしてません」

・C 氏：「今は高齢化でね，お体悪い人も増えてます．私の親しくしてた下の階の彼女はね，認知症になってて ね．一人で住んでて，（介護施設に入居する手続きで）娘さんが来られてね．『私がきた時にトイレで亡くなって冷たくなってた』って．もう悲しかったですよ．

もう一人今，認知症にちょっとなってる人が，私と一緒ぐらいの歳，ちょっと上かな．そんな人が増えたから，自分も気ぃつけないかんなと思って」

「（老人会の活動は）私が会長してたときは 100 人ぐらいまでいってたんですよ．だんだんと亡くなる人と，病気になって介護施設に入る人とか出て，今は 30 何人．新しい人は入ってこないです．減っていくばっかり」

D 氏：「うちの棟で半分の人が亡くなったり消えました．ケアマネージャーのお世話になっておられるんかわかりませんけど．（入れ替わった若い住民は地域活動に対し）できたら出てきてくださいって言うたら「はぁ」言うてぐらいのことで，あんまり（参加してくれない）．掃除だけはね，月 1 回ずつするんですけど，それでも出てこない．もう年寄りだけ．昔からおった人だけがやっとるんですよ」

(5) 近所付き合いについて

・A 氏：「会話するような人，結構おるで．自分の棟だけやったら，10 人，20 人ぐらい．（人付き合いが始まるきっかけは）エレベーターで一緒になって，おはようございます，今日は雨降ってえらいことやね言うたら，ムスッとしてる人もおるけど，『そうやねん，今から外に行かなあかんねん，もう嫌やなぁ』いうような人とはだんだん付き合いの幅が広がってくるやん．だからなるべくエレベーターに乗ったり，知ってる人と会ったら挨拶して．それはせなあかんなって」

「1 ヶ月に 1 回食事会とか，みんなで集まって食べようって．いつも 2,000 円越したことないね．（自身の住棟では）なんやかんやそういう集まりがあるけども，なかなか新しい人が来てくれへん」

・B 氏：B 氏は管理人という立場から，住棟のほとんどの人と顔見知りであるという．また，住棟前の広場のベンチが住民の憩いの場になっている．

「私の棟は 1 人の世帯が多いじゃないですか．だから夕方になったら皆が出てきて，誰かが『私 1 人やから寂しいな』って言うから，みんな 1 人やって言うんよ．『寂しくなったら，歌を歌ったり，漫才でも見るなり何でも好きなことして，じーっと老け込んで考えたらあかんで』って言うんやけどね．それで，みんなあっち痛いこっち痛いって，やっぱり歳やね．だから朝，ラジオ体操行くでしょう．それで，おばあさんが 3 人，私入れて 4 人．いつも，そのベンチに座ってね，コーヒーとかサンドイッチ買って，そこで話するんよ．ほんならみんなもぐもぐ食べもって，ああやこうやって話するでしょ．なんかこう顔見とったら元気そうやなとか，そんなん思ったりすることありますよ．『今日は大丈夫か，腰痛くないか』って聞いたら，うん痛くないって言うから，ほんなら大丈夫やなって．痛いって言われたら，病院まで連れて行くことあります」

・D 氏：D 氏は人付き合いの始まりは挨拶であるとし，散歩など外に出歩くことが大事だと指摘する．

「知らない人でもおはようございます言うたら，いつの間にか交流できるようになりました．あと地域福祉センターでもカラオケがあったからね，連れていただいて皆さんと喋るようになったんです」

(6) 動機づけ

・A 氏：同じ棟の E 氏が友愛訪問以外にも様々な活動を行っており，その誘いには応じるようにしている．その

背景に，前述のように個人情報の理由から急に人付き合いが絶たれることがあると言う．
「そういうの（急に人付き合いが途絶えること）もあるからかな，E さんがいろいろ食事会やカラオケや日曜喫茶や全部して，あの人偉いと思うわ．自分仕事もしてるのにな．僕らは（E さんに）『来る？』言われたら『行く』言うて」
また，自身も心筋梗塞で救急搬送されたことがあり，入院後に妻から「あんた死ぬ一歩手前って言われてんで」と言われた経験がある．
・B 氏：独居の弟に電話がつながらず，3 日目に様子を見に行ったら既に亡くなっていたという経験がある．自身についても，娘が県内に住んでいるがそばにはいないため，もし倒れたら駆けつけてはもらえないだろうと言う．また，生きているうちは人と楽しく話をすることが大事だと思うようになったと言う．
「元気な人間でも，いつか別れが来るんやからね．人と接触がなくて，ずっと考え込んで落ち込んだらだめ．やっぱり楽しく話をしていくのが一番良いんとちゃうかな．一人で孤独になったら，それこそほんま寂しいと思うよ」
・C 氏：「やっぱり見守りは大事ですよ．倒れたりしてないか，一人で寝込んだりしてないか，いうてね．（一人暮らしをしていると）誰もこないから，喜んでいろいろ話して．『なんか不便なことある？』とか言って聞いてあげたり」
・D 氏：「私書くの好きなんです．お正月でもね，エレベーターの中に長い半紙に挨拶書いて貼ってます．今年もよろしく，例年おおきにってね．毎年ずっと続けて．集会所も入口にちゃんと書いて．そろばんの学生さんたちに，進級して良い成績取っていただけますようにって貼ります．いらんことやけどね．そういうこともやっぱり（地域を）まとめることのね，原点になってると思いますよ．やっぱり，世話なるからよろしくって書いたら，そうやな，悪いことしちゃいかんなって心が動いていただきたいからね，書いて貼るわけです．じきに書くんです．台風の時には，気をつけてくださいって貼る．カレンダーの裏があるでしょ，あれに書いて貼るんですよ」

５．まとめ

本調査の結果から推察される事柄を以下にまとめる．
1)本来であれば見守り支援を受ける対象であるにも関わらず，支援者として活動する人が一定数存在している．彼らの中には C 氏のように後継者が見つかり引き継ぎができた例もあるが，D 氏のように 88 歳になっても誰も引き継いでくれず孤軍奮闘するケースもある．また，4 名全員が，民生委員や友愛訪問ボランティアの見守りを受けませんかと案内を受けたことはないとしており，見守り制度が十分に機能していない可能性が示唆される．
2)現行制度上は想定にないものの，高齢者による見守りは地域を維持する上で既に欠かせないものになっている．また彼ら自身も自分はまだまだ元気だと思っている．従って，彼らを重要な社会資源として見守りの仕組みの中に位置付け，無理のない範囲で活動を継続してもらうように制度を再考することが望まれる．一方，同年代が亡くなったり認知症になる事例からもわかる通り，彼らが限界を迎える前にいかに後継者を見つけるか，あるいは制度を改善するか，早急に検討していくべきである．
3)見守りに限らず，自治会など地域活動の多くが高齢化と後継者不足によって衰退している．それらの活動はもっぱら復興住宅として入居した被災経験者によって担われており，当初の入居者と，その後入居した世代との間に分断があるものと思われる．このことは，被災経験者にとっては支援の先細りであり，同時に，その後の世代にとっては全く自治の機会がないまま自分たちが高齢化していくことを意味しており，地域自治の機能不全が今後一層深刻化することが懸念される．
4)訪問活動など狭義の見守りだけでなく，日頃の何気ない近所付き合いが広義の見守りとして役立っている．B 氏のように，住民をラジオ体操に誘い出して健康の維持を図ったり，屋外のベンチで雑談をする中で体の不調を訴える人がいれば病院に連れていくなど，近所付き合いはインフォーマルな見守りとして重要な機能を担っているものと思われる．従って，近所付き合いに関わる人を増やすことは狭義の見守り支援の潜在的ニーズを抑制することに資するものと思われる．
5)支援者として活動継続する動機づけは人によって様々であり，自身の経験や考え方が反映される側面や，見守りが自身の生き甲斐になっている側面も推察される．一方で，単に後継者がいないためやむをえず続けている人や，人付き合いの中で引き受けた手前，簡単には辞められないと考えている人も多いものと思われる．このことは厚生労働省が公表した資料 [7]で，民生委員を継続する理由として最も多いのが「地域に貢献したいから」（30%）であるのに対し，2 番目，4 番目の理由が「他にやる人がいないから」（17%），「頼まれて断れないから」（13%）であることからも推測される．
以上のことから，復興公営住宅においては，支援者として活動する高齢者を見守り制度の中に明確に位置付けて制度を再編しつつ，次の世代への引き継ぎを早急に進めることが重要である．そのためには，復興公営住宅として入居した最初の世代と，その後の世代との間に分断を生まないよう，継ぎ目のないコミュニティ形成を行い，円滑に世代交代できる仕組みが求められる．
見守り活動は，その他の地域活動や近所付き合いと密接な関わりの中で担われている．次の世代に見守り活動を引き継ぐことは，高齢化が進む被災経験者への見守り支援の継続のみならず，その後の世代の地域自治の持続可能性にも大きく関与するものと思われる．

補 注

(1) 神戸市では住民による高齢者の見守りボランティア活動を友愛訪問という名称で行なっている．週 1 回程度ボランティアが訪問し，安否確認，話し相手となるなどの活動を行うとされる．

参考文献

1) 災害復興住宅、６５歳以上５４・３％　神戸市、見守り終了へ, 神戸新聞, 2021.
2) 田中正人ほか：災害復興公営住宅における「孤独死」の発生実態と居住環境の関係–阪神・淡路大震災の事例を通して, 日本建築学会計画系論文集第 642 号, pp.1813-1820, 2009.
3) 令和 6 年度災害復興公営住宅の高齢化率等の調査, 兵庫県, 2025.
4) 神戸東部新都心 中心地区施設群の整備, 兵庫県, 2003.
5) 復興 10 年総括検証・提言データベース, 兵庫県, 2005.
6) ぼうさいこくたい 2022, 震災 27 年、神戸のリアル～地域の目線から～ https://youtu.be/yFPzl-EtxEo?si=l1ltaKTitNyx7f3Q
7) 民生委員・児童委員制度の最近の動向, 厚生労働省　社会・援護局, 2024.

災害時の地域コミュニティにおける 小規模太陽光発電所の活用可能性 - 三重県を対象としたエネルギー需給分析 -

Potential Use of Small-Scale Power Plants in Local Communities during Disaster -Analysis of Energy Supply and Demand in Mie Prefecture-

○鄭 智允[1]，稲垣 景子[2]，佐々木 俊文[3]
Jiyoon CHUNG[1], Keiko INAGAKI[2], and Toshifumi SASAKI[3]

[1] 横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University
[2] 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院
Faculty of Urban Innovation, Yokohama National University
[3] 株式会社　クリーンエナジーコネクト
Clean Energy Connect Co., Ltd

If a community becomes isolated in the event of a disaster, relief and recovery efforts may be delayed, and measures to increase self-reliance are being considered. In this study, we demonstrate the potential of small-scale power plants (with emergency power outlets) on fallow land in Mie Prefecture to contribute to improving the energy independence of local communities during disasters. In particular, focusing on potentially isolated communities, we estimated the balance between the amount of electricity generated and the electricity demand of the surrounding area. Also, we analyzed and examined the possibility of using this power sources as an emergency power source at evacuation centers.

Keywords *: Small-Scale PV Power Plant, Self-Sustainability, Disaster Management, Local Communities*

1. はじめに

(1) 研究背景

近年，日本では脱炭素社会の実現に向けて再生可能エネルギー（以下，再エネ）の導入が加速しており，特に太陽光発電所の新設が顕著に増加している．経済産業省の第 7 次エネルギー基本計画では 2040 年度に再エネを 4～5 割程度にすること，そのうち太陽光発電は全体の 23～29%程度導入することを目標としている[1)]．このように，太陽光発電は日本における再エネ拡大の中核を担っている．一方で，メガソーラーと呼ばれる大規模太陽光発電所は森林伐採や地形改変など自然環境に与える影響が大きく，設置可能な適地も限られる．

こうした背景から，本研究では全国各地に点在する耕作放棄地を活用した小規模太陽光発電所の設備に注目した．小規模太陽光発電所は，平常時には需要家とオフサイト PPA 契約と組み合わせるなどの取組みで脱炭素社会へ貢献する一方で，災害時には電力供給が停止した際の非常用電源としても機能しうる（図 1）．発電設備に自立運転機能付きパワーコンディショナーと災害時用コンセントを備えることで，住民がスマートフォンの充電や簡易的な照明の確保など，最低限の電力ニーズを満たす手段として活用できる可能性がある．また，メガソーラーと比べ住宅地の近隣に立地し，災害時に住民がアクセスしやすいと考えられるが，小規模太陽光発電所の災害時活用に向けた実用的な検討はまだ不十分である．鄭ら（2024）[3)] は，太陽光発電所の立地を分析し，発電所の多くが町役場から離れた人口密度の低い地域に立地し災害時の孤立可能性の高い地域で貢献できる可能性を示した．また，三重県 S 市を対象に近隣住民による非常時の利用を想定し，電力供給の効果を定量的に評価しているが，分析対象がひとつの基礎自治体に限定されているため，結果の汎用性に乏しい．また，発電所へのアクセス性や実際の運用体制など，実装面を考慮した評価が十分とは言えない．これらの点は，災害時の非常用電源として小規模太陽光発電所を活用する上で，今後検討すべき課題である．

(2) 研究目的

そこで本研究では，分析対象地域を三重県全域へと拡大し，地域特性をふまえ非常時のエネルギー需給分析を行うことでより汎用性の高い成果を得ることを目指す．また，非常用電源の活用可能性については，住民が自宅から徒歩で発電所にアクセスすることを前提としたシナ

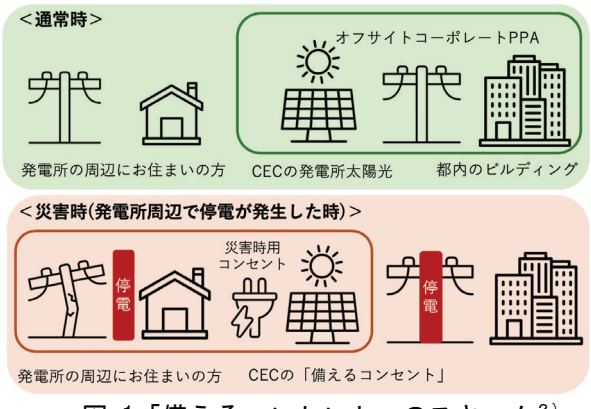


図 1「備えるコンセント」のスキーム[2)]

リオ１に加え，ポータブル電源等を活用して発電所から避難所へ電力を運ぶシナリオ 2 を新たに設定し，両者を比較・分析することで，災害時の小規模太陽光発電所の現実的な運用モデルの構築を目指す．加えて，空間分析手法を用い，孤立集落におけるエネルギー自立の可能性についても検討を行う．

研究対象地は三重県全域である．三重県は人口約 171 万人(2024 年 12 月)，面積 5,774.48 ㎢であり，日照時間が他の都道府県（全国平均 2,047 時間）と比較して長い（2022 年時点：2,194.5 時間）地域の一つである．また，南海トラフ巨大地震などによる地震の揺れリスクとともに津波の浸水リスクなどを有する．三重県の地震被害想定結果（過去最大クラスの電力停電率の推移）によると，発災直後～1 日後は県内ほぼ全域にわたって停電率が 90%程度となることが想定されている [4]．1 週間程度で概ね 95%の応急復旧が見込まれるが，津波の影響により沿岸部の一部では停電が長期化する可能性がある．

2. 研究方法

(1) 使用可能電力量と需要電力量の推計方法

本研究では災害時に自立運転を可能にするパワーコンディショナーを備えた災害時用コンセント「備えるコンセント」の設置に取り組んでいる株式会社クリーンエナジーコネクト（以下，CEC）所有の小規模太陽光発電所（以下，PV 発電所）を分析対象とする．三重県内の 237 箇所（2024 年 12 月時点）の太陽光発電所を対象とし，2024 年の発電実績データを分析した．各発電所の使用可能電力量は，日照時間の最も長い夏至，最も短い冬至，中間期，台風通過後の 4 日を代表日として，それぞれの 1 日発電量の平均値とした（表 1）．天候も考慮し日照時間の最大日として夏至の前後 1 週間のうち晴天日の 6 月 19 日を，日照時間が最も短い日として冬至（12 月 22 日）を選定し，それぞれの 1 日発電量（平均値）を最大使用可能電力量，最小使用可能電力量とした．中間期は，秋分の日（9 月 24 日）の 1 日発電量を用いた．また，停電可能性の高い台風の通過後も分析対象とした．2024 年 8 月に台風 10 号が紀伊半島を通過し，三重県で 14 棟が住宅被害を受け，中部電力管内で最大約 2,240 戸が停電（8/29/19:00 時点）[5] しており，台風が通過した翌日（9 月 2 日）の 1 日発電量（平均値）を台風通過後の使用可能電力量とした．

「備えるコンセント」は太陽光パネル 9 系統のうち 1 系統分に自立運転機能付きのパワーコンディショナーが設置され，災害時には地域住民がコンセントから電力を受給できることから，平均発電量の 1/9 を「備えるコンセント」での非常時使用可能電力量とした（表 1）．また，複数の発電所が 100m 以内で隣接している場合は 1 つの発電所として扱い，使用可能電力量はそれらの合計とした．

需要電力量は，後述するシナリオごとに，1 人当たりの電力需要量に人口を乗じて算出した．人口は令和 2 年度国勢調査による 500m メッシュ単位の人口データを用いた．また，1 日の 1 人当たりの需要電力量として 0.075kWh を設定した．この値は三重県防災対策部の資料 [6] を参考に，停電時に必要な電力量である約 0.225kWh(3 日間)を 1 日分に換算したものである．

また，避難所運営においても電力の使用を想定し，太陽光発電所から大容量蓄電池へ充電し，その電力を避難所で使用することを想定した．避難所における消費電力量は，見目(2021)の報告書 [7] を参考に避難所の種類別に推計・整理した．まず，三重県の避難所を 4 種類（学校，市民館，多目的市民館，複合施設市民館）に分類した上で，それぞれの避難所における照明による電力消費を時間帯（昼：7～17 時，夜：17～24 時，深夜：24～7 時）ごとに 1 時間あたりの消費電力量 [7] に基づいて算出し，1 日あたりの消費電力量を求めた．さらに，避難所運営には通信機器や事務機器，照明などの最低限必要な電力需要があることから，運営に必要な電力量を 23.05kWh/日 [7] と設定した．これらの照明による消費電力量と運営に必要な電力量の合計を避難所 1 箇所あたりの 1 日全消費電力量とした．推計結果を表 2 に示す．

(2) エネルギー需給バランスの評価方法

本研究では災害時に「備えるコンセント」を使用する方法について 2 つのシナリオを設定して評価を行った．発電所の近くで暮らす住民（500m メッシュ）から順に非常用電源を使用するケース（シナリオ 1）と非常用電源をモバイルバッテリーに充電して近くの避難所で使用するケース（シナリオ 2）を想定しそれぞれの需要電力量，充足率を求め，需給分析を行う．充足率が 100%に近いほど需要量に対する供給量（発電量）が多いことを示し，NODATA の地域は居住人数が 0 であるため需要電力量がないことを意味する．

3. 需給バランス分析結果

(1) シナリオ 1：住民が近隣 PV 発電所で充電するケース

シナリオ 1 は太陽光発電所により近い住民（500m メッシュ）から順に非常用電源を使用することを想定した．1 人当たりの電力需要量に人口を乗じて 500m メッシュ単位で需要電力量を推計し，それに対する使用可能電力量の割合を充足率として求めた．また，発電所から自宅の距離が近い順に電力を使うこととし，使用可能電力量を使い切るまで発電所から近い順に各メッシュの充足率を計算した．

最大使用可能電力量による充足率を図 2（左図）に示す．500m メッシュ単位で推計した結果，充足率が 100%となる面積は 6.3%(計 1471 メッシュ)であった．特に，中勢地域や伊賀地域で高い充足率が見られる．図 3 にシナリオ 1 と 2 の市町村ごとの最大使用可能電力量に対する充足率と人口密度を示す．小規模太陽光発電所が多く立地している地域は人口密度が低い地域であることが読み取れる．

表 1. 発電所 1 箇所あたりの使用可能電力量

時期	夏至（最大値）	冬至（最小値）	秋分（中間値）	台風通過後
月日	6/19	12/22	9/24	9/2
平均発電量(kWh)	454.44	125.67	280.44	291.86
非常時使用可能発電量(kWh)	50.49	13.96	31.16	32.43
発電所(数) [(1)]	205	237	224	223

表 2. 避難所の 1 日あたり消費電力量 [7]

避難所種類	全消費電力量(kWh/日)	照明による消費電力量(kWh/日)
小学校・中学校	84.15	61.1
市民館	37.55	14.5
市民館(多目的ホール)	112.25	89.2
市民館(複合施設)	52.05	29.0

需要電力量が少なく，発電所周辺地域の電力需要は発電所が供給する電力で賄えることがわかる．多気町や大台町など発電所が集中して立地している地域は使用可能電力量が多く充足率が 100%に近い結果となった．一方で北勢地域[2]である四日市市，朝日町，桑名市などは発電所が比較的少なく人口密度が高いため，充足率が 0 の傾向が見られる．災害時に三重県全体で商用電源が失われ，「備えるコンセント」を使用する場合，最大で三重県人口の 7.45%の需要を賄える．また，中間期は三重県人口の 5.01%の需要を賄える．日射量が最小(冬至)の時期も人口の 2.55%は発電所からの電力を使用可能である．図 3 に示すように，人口が比較的少ない多気町，大記町，大台町では発電最大値による充足率が 50%を上回る．一方で，発電所がない紀宝町，桑名市，川越町など 8 市町では使用可能電力量が 0 である．このような地域においては，既設・新設の太陽光発電所に非常時の自立運転機能を付加することや，拠点施設で非常用電源や蓄電池などを備えることが望ましい．

(2) シナリオ 2：避難所で PV 発電所電力を使うケース

シナリオ 2 では，非常用電源を最寄りの避難所で使用すると想定して推計を行った．各発電所から最寄りの避難所の関係者がモバイルバッテリーに充電して避難所に運び，避難所にいる人に配ることを想定した．まず，ArcGISPro3.3 を用いて，三重県の避難所 1448 箇所を対象にボロノイ分割を行い，避難所区割ポリゴンを作成した．避難所の位置情報は三重県の各市町村のオープンデータを用いた．避難所区割内の住民が避難所へ避難して使用する想定であるため，一人当たりの需要電力量 0.075kWh に避難所区割内の人口を乗じることで，避難所区割ごとの需要電力量を推計した．また，余剰電力は前述した避難所の使用電力として使用することを想定した．

シナリオ 2 による最大使用可能電力量による充足率を図 2（右図）に示す．最大で三重県人口の 5.59%の需要を賄える．また，中間期は三重県人口の 4.27%が使用可能である．中間期の充足率が 50%を超える避難所は 5.32%（77 箇所）である．特に，大台町では充足率が 100%を超え，余剰電力を避難所運営に使うことができる．特に中勢地域は他地域と比べ，余剰電力が多く，最大発電量により中勢地域の避難所の 10.97%（42 箇所）が余剰電力を避難所運営に使うことができる結果となった．

(3) 需給バランス分析結果の比較

シナリオ 1 とシナリオ 2 で需給バランスの結果に差異があることが図 3 より読み取れる．充足率が 100%を超える地域は，人口密度が低く周辺に発電所が多く立地している．シナリオ 1 では市町村の境界を越えて発電所に近い住民から電力を使用することを想定しており，電力使用可能者の居住範囲は広い（最大約 12km）．災害時には道路閉塞などもありの長距離移動は難しく，実際の利用可能人口は限定されると考えられる．

一方，シナリオ 2 では，避難所区割り内の住民に限定したうえで避難所施設にも電力を供給することを想定しており，三重県の全人口に対する充足率はシナリオ 1 よりやや低い．ただし，避難所運営で電力を使える場合，避難所生活の質の向上を見込める．また，ボロノイ分割による避難所区割りは行政界や地域コミュニティの範囲を考慮できていないため，避難所区割りを地域の実態に合わせる必要があるものの，避難所を中心とした地域コミュニティ内に非常時も自立運転可能な発電所がある場合に，一定程度の電力を確保できる可能性が示された．

また，台風通過後の充足率は，シナリオ 1 で三重県人口の 5.18%を，シナリオ 2 では 4.27%を賄える結果となった．台風シーズン（7～10 月）は日照時間が長く，特に台風通過直後は晴天も多い．機器が破損・浸水していない場合，台風により停電が発生して復旧作業時に太陽光発電所の非常用電源を活用できる可能性が示唆された．

4. 孤立可能性集落での活用可能性

非常用電源は孤立可能性が高い地域において有用性が高いと考えられるため，孤立可能性が高い集落（以下，孤立可性能集落）内の避難所と最寄りの発電所との位置関係を分析し，その活用可能性を検討した．

三重県の地震被害想定では孤立集落[3]の発生可能性を把握・整理しており，その集落数は 202（理論上最大クラス）である．農林水産省の農業集落境界データと漁業集落境界データを用いて，孤立可能性集落を地理空間情報化し，本研究の対象とする太陽光発電所との位置関係を分析した[8]．

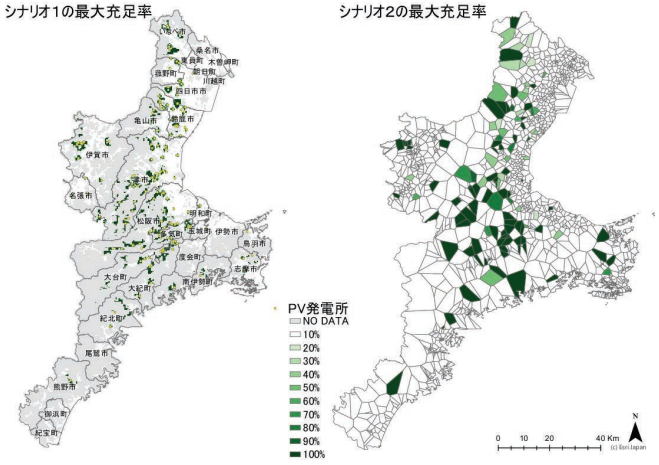


図 2 最大使用可能電力量による充足率

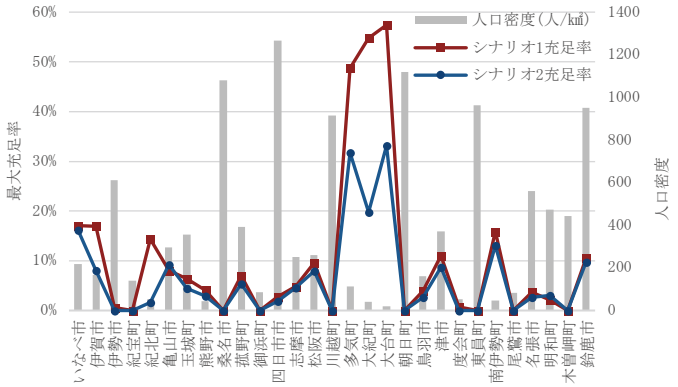


図 3 市町村ごとの人口密度と最大充足率

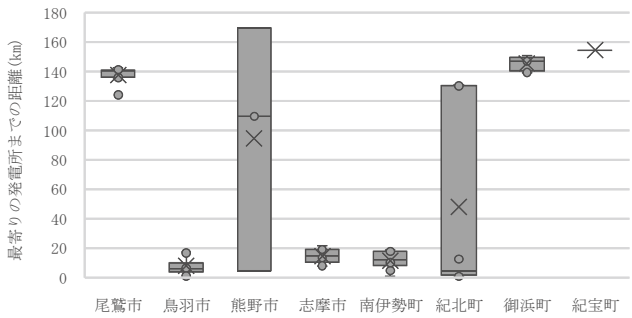


図 4 孤立可能性集落の避難所から発電所までの距離

ここでは，孤立可能性集落内の避難所で，モバイルバッテリーを用いて最寄りの太陽光発電所の発電電力を使用すると想定し，ArcGISPro3.3のネットワーク解析手法を用いて，孤立可能性集落内の避難所から発電所までの運転距離を計算した．土砂災害特別警戒区域と重なる道路は，災害時に寸断される可能性が高いと判断し，その道路を通行せず迂回することとし，「備えるコンセント」までの最短距離を求めた．

分析の結果，孤立可能性集落に立地している避難所230 箇所（三重県の全避難所の 16%）のうち，周辺の道路が寸断され最寄りの発電所に辿り着くことができない避難所数は 119 箇所であった．他の 111 箇所の避難所から最寄りの発電所までの距離を図 4 に示す．主に南伊勢地域と東紀州地域 (2) に立地している避難所が孤立する可能性が高い．紀北町や熊野市では発電所と避難所間の距離のばらつきが大きい．最寄りの発電所までの距離が10km 未満の避難所は 34 箇所あり，10km 以上 20km 未満の避難所は 31 箇所ある．20km 以上の避難所は 46 箇所（最大距離 169.64km）である．長距離移動しバッテリーを運搬することは非現実的であり，拠点施設の周辺道路が寸断される可能性のある地域・集落での非常用電源の整備が望まれる．一方で，孤立可能性集落内に発電所が立地しているケース（2集落に3発電所）もあり，避難所から最寄りの発電所までの距離は 1km 未満であった．この場合，車両での道路の通行が難しい場合も，徒歩にて電力の受給が可能であり，「備えるコンセント」が孤立集落の非常用電源として有効活用できる可能性が示唆された．

5. おわりに

(1) 本研究のまとめ

本研究では，三重県を対象に災害時の小規模太陽光発電所の活用可能性を，エネルギー需給バランスの観点から分析した．小規模太陽光発電所の非常用電源を地域コミュニティで使用すると，災害時の地域内のエネルギー自立性が向上する可能性が示唆された．

発電所の近くで暮らす住民から災害時に非常用電源を使用するケース（シナリオ 1）では，発電所近くの人口が少ない場合，近隣エリアの充足率は高く電力に余裕が生じる．特に，災害時に発電所と避難所間の道路が寸断される可能性を考慮すると，住民が発電所に直接アクセスする方法は有用である．しかし，住民が電力を受給する時の安全性に懸念点がある．発電所施設は集落の近くに立地していることが多いが，アクセス道が整備されてないことや，充電時の待機場所がないなどの課題がある．

一方，非常用電源を近くの避難所で使用するケース（シナリオ 2）は，避難者のスマートフォン充電に加え避難所での電力使用が可能であり，避難所に非常用電源が整備されてない場合に有用性が高い．また，避難所へ来た人が電力を受給できるため，発電所の近隣住民だけでなくより広範囲の地域住民が利用可能になり運用面での汎用性も高い．ただし，避難所関係者がモバイルバッテリーを運び，充電する体制づくりなどが求められる．

孤立可能性のある集落から最寄りの発電所までの経路をネットワーク解析した結果，周辺の道路が土砂災害特別警戒区域と重なり発電所までのアクセスに支障が生じる可能性の高い避難所があることが分かった．このような避難所では，太陽光パネルや非常用発電機などを整備するなどの対策を講じることが望ましく，避難所に近接した敷地に非常時も自立運転機可能な太陽光発電所等を整備することも有用と考える．

(2) 今後の課題・展望

本研究では，地域人口に対する充足率を指標としたが，発電所や避難所までのアクセスを考慮するなど充足率算定方法の精緻化が求められ，充足率だけでは評価できない効果も含め，総合評価手法を検討する必要がある．また，行政界や地域コミュニティの範囲など地域特性を考慮した避難所区割りを用いることでより現実に近い評価が可能となると考える．

小規模太陽光発電所は分散立地しているものの，市町村ごとに設置数に偏りがある．本研究では非常用電源である「備えるコンセント」が併設されている太陽光発電所のみを対象としたが，他の太陽光発電所にも自立運転機能を有するパワーコンディショナーおよびコンセントを併設することで，充足率はより高くなると予想される．多くの太陽光発電所を災害時に非常用電源として使用できれば，地域内のエネルギー自立性はより高まるだろう．今後，太陽光発電所を新設・増設する場合，孤立可能性が高い地域を優先に太陽光発電所の設置を促進することが望まれる．平常時には脱炭素社会の実現に貢献し環境面での効果を生むとともに，災害時には電力を自給自足できるため，防災面での効果が期待できる．

補注

(1) 発電所の設置数は毎月増えており各時期での母数が異なる．

(2) 三重県の29市町村は以下の5地域に分類する．

地域分類	市町村名
北勢地域	いなべ市, 亀山市, 桑名市, 菰野町, 四日市市, 川越町, 朝日町, 東員町, 木曽岬町, 鈴鹿市
中勢地域	松阪市, 多気町, 大台町, 津市, 明和町
伊賀地域	伊賀市, 熊野市, 御浜町, 名張市
南勢地域	伊勢市, 玉城町, 志摩市, 大紀町, 鳥羽市, 度会町, 南伊勢町
東紀州地域	紀宝町, 紀北町, 尾鷲市

(3) 孤立は，三重県の地震被害想定報告書[9]に従い，「中山間地域，沿岸地域，島嶼部などの地区及び集落において，以下の要因等により，道路交通及び海上交通による外部からのアクセス（四輪自動車で通行可能かどうかを目安）が途絶し，人の移動・物資の流通が困難もしくは不可能となる状態」と定義する．

- 地震，風水害に伴う土砂災害や液状化等による道路構造物の損傷，道路への土砂堆積
- 地震動に伴う液状化による道路構造物の損傷
- 津波による浸水，道路構造物の損傷，流出物の堆積
- 地震または津波による船舶の停泊施設の被災

参考文献

1) 経済産業省:第 7 次エネルギー基本計画（令和 7 年 2 月）
2) 株式会社クリーンエナジーコネクト：「備えるコンセント」の運用を開始，2023 年 9 月（2025 年 4 月閲覧）
https://cleanenergyconnect.jp/790/
3) 鄭 智允，稲垣 景子，佐々木 俊文：災害時の地域コミュニティにおける小規模太陽光発電所の活用可能性 - 自立性を考慮した立地分析 - ，地域安全学会概要集 No.55，pp21-24，2024.11
4) 三重県防災対策部：地震被害想定調査結果(リスク（被害）の関係)の概要について，平成 26 年 3 月
5) 内閣府：令和 6 年台風第 10 号による被害状況等について，2024 年 9 月
6) 見目 喜重：災害時における再生可能エネルギーを利用した電力供給システムの有効活用について，東三河地域防災協議会受託研究・研究成果報告書，pp.15-16，2021 年 2 月
7) 三重県防災対策部：家庭でできる停電の備え，2021 年 10 月（2025 年 3 月閲覧）
8) 農林水産省：農業集落境界データ，漁業集落境界データ,2022 年度版
9) 三重県防災対策部：地震被害想定調査結果(数表等)，平成 26 年 3 月

トルコの防災における現状と課題について
—コジャエリ地震とカフラマンマラシュ地震の比較より—

Current Status and Challenges in Disaster Risk Reduction in Turkiye:
A Comparison of the 1999 Kocaeli Earthquake and 2023 Kahramanmarash Earthquake

○伊藤 愛斗[1]，小山 真紀[2]，阪本 真由美[3]，セルチュク トプラク[4]
ITO Manato[1], KOYAMA Maki[2], SAKAMOTO Mayumi[3]
and TOPRAK Selcuk[4]

[1] 岐阜大学大学院　自然科学技術研究科
Natural Sciences Technical Research Section, Gifu University Graduate School
[2] 岐阜大学　高等研究院環境社会共生体研究センター
Research Center for Environmental and Social Symbiosis, School of Advanced Studies, Gifu University
[3] 兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科
Graduate School of Disaster Resilience and Governance, University of Hyogo
[4]ゲブゼ工科大学土木工学科
Dept. of Civil Engineering, Gebze Technical University

This study compares the 1999 Kocaeli Earthquake in northwestern Türkiye and the 2023 Kahramanmaraş Earthquake in the southeast, focusing on disaster impacts and institutional frameworks. Several systems—such as faster emergency response, improved post-disaster operations, and integrated disaster management—were developed after the Kocaeli Earthquake and implemented by the time of the Kahramanmaraş event. These contributed to observable improvements. However, serious challenges remained, including the collapse of many mid-rise RC buildings that should have met seismic standards.

Keywords: *disaster risk reduction, 1999 Kocaeli earthquake, 2023 Kahramanmarash earthquake, Turkiye, damage*

１．はじめに

本研究の目的は，1999年に発生したコジャエリ地震の被災地であるトルコ東マルマラ地域での企業向けの防災教育プログラムの開発であるが，プログラム開発に先立ってコジャエリ地震と2023年に発生したカフラマンマラシュ地震の2つの地震について，被災状況や防災に係る制度の比較を行うことにより，トルコの防災における現状や課題の整理を行うことである．

２．トルコの国土

アメリカ地質研究所によると [1)]，トルコの国土はユーラシアプレート，アナトリアプレート，アフリカプレート，アラビアプレートの 4 枚のプレート上にあり，北部では北アナトリア断層，東部では東アナトリア断層が位置している．

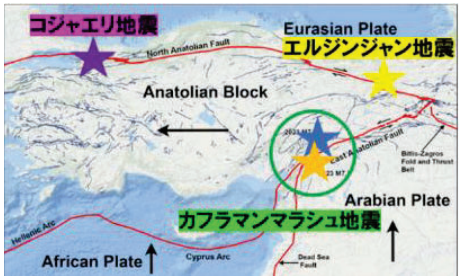


図 1　トルコのプレートと地震
(USGS　Tectonic Setting[1)]に加筆)

図 1 中に紫の★で示さされているところがコジャエリ地震の震源地であり，黄色の★で示されているところが1939 年にトルコ東部を震源とする Mw7.8 の地震で死者約 3 万人の被害を出したエルジンジャン地震の震源地である．青とオレンジの★で示されているところがカフラマ
ンマラシュ地震の震源地であり，1 回目の地震の震源がオレンジの★，2 回目の地震の震源が青の★である．その他にも，この断層を中心に Mw7 級の地震が繰り返し発生している．

３．トルコの建物

トルコの住家の構造は，古くから平屋の住宅に見られる組積造と，近代の集合住宅に見られる RC 造の割合が特に多い．

筆者の一部が参加したカフラマンマラシュ地震の調査[2)]では，トルコの RC 造の特徴として，非常に扁平率の高い短形の柱(幅に対してせいの長い柱)が広く採用されていることが示されている．組積造と RC 造の建物比率に関しては，正確なデータを見つけることができなかったが，楠(2024)[3)]によると，カフラマンマラシュ地震後に被災地周辺で実施された調査では，調査棟数全 211 棟の内，RC 造と組積造がほぼ半数ずつであった．

トルコにおける平均床面積に関するデータの所在が不明のため数値的な比較はできないものの，トルコのマンションは日本と比べて 1 世帯当たりの床面積が広い傾向

にある．

部屋にゆとりがあるため，地震時に避難経路を確保しやすいというメリットもあるが，トルコの RC 造建物の壁には一般的に中空レンガが用いられている(写真 1)．壁はレンガを積み重ねて漆喰で固めているだけの構造であるため耐震性がほとんど無く，コジャエリ地震，カフラマンマラシュ地震の両地震においても，壁が崩壊する被害が見られている(写真 2)．

トルコのマンションは一般的に玄関付近にキッチンがある場合が多いため，地震時，キッチンから出火すると避難経路を妨げられる危険性が高い．一般的に RC 造建物は燃えにくいと考えられているが，コジャエリ地震においても石炭や薪ストーブの転倒，LNG ボンベの転倒 [4]，カフラマンマラシュ地震においても，ガス管が破裂したことによる火災 [5]が発生している．

写真１　中空レンガブロック

写真２　壁の崩壊

４．コジャエリ地震の概要

コジャエリ地震の被害の整理は主に 1999 年コジャエリ地震災害調査報告 [4]のレビューを基に行った．調査報告によると，コジャエリ地震は 1999 年 8 月 17 日午前 3 時 2 分(現地時間) にトルコ西部を震源として発生した Mw7.4 の地震であり，死者約 1 万 6 千人，負傷者約 5 万人の人的被害，家屋の倒壊約 6 万棟の建物被害を出した．トルコ北部に位置する北アナトリア断層が動いたことにより発生したとされている海溝型の地震とみられる．

被災者は，広場，道路，公園等の多くの場所でテント生活を行っており，赤十字のキャンプでは水，食料，テント，医薬品等の必需品や災害救援情報等が提供される等，被災者への支援が行われたことが示されている．

住宅被害では，中層 RC 造を中心に建物の倒壊が多く発生し，犠牲者の多くは中層 RC 造の倒壊によるものであった．

次に，図 2 にトルコにおける戸建てとマンションの数の推移を示す．この図から，1980 年代前半と 90 年代を比較すると，90 年代の方が,マンションが増加していることが分かる．コジャエリ地震で被害が大きくなった背景としては，人口増加により，急速に安価な建物が必要となったことで，劣悪な RC 造建物が増加したことが指摘されている．

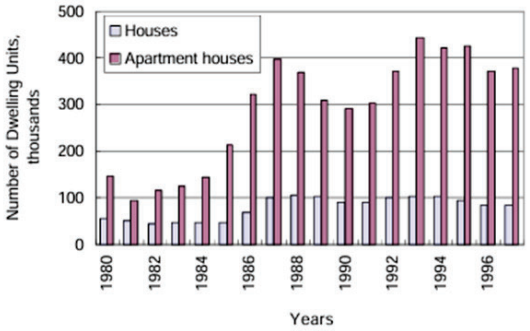


図２　トルコにおける戸建てとマンションの数の推移 [4]

土木構造物の被害は，一般建築物に比べて，小さかったとされている．道路や鉄道の施設のごく一部では，地表地震断層の影響を受け，落橋や地割れ，レールの湾曲等が発生したが，復旧が比較的早かったため，被災地への救援や復旧についての重大な障害にはならなかったとされている．

また，電気は変電設備の被害による停電があったものの，当日中には応急復旧していた．ガスは都市ガスの割合が低かったこともあり，被災後は携帯ボンベにより通常のガス供給が行われていたとされている．一方で，水道，下水道は，埋設管が地震による大きなダメージを受けたことで，復旧まで 1 年以上を要する地域が多かったとされている．

また，コジャエリの近隣にあるトヨタ自動車の工場では，地震により658名の従業員の内，139名以上が家屋の全壊，110名以上がなんらかの被害を受けており，設備や機械への被害はほとんどなかったが操業再開の見通しを立てることができなかったとされている．このことからも，企業の事業継続対策の重要性を確認することができる．

５．コジャエリ地震後のトルコ国内の変遷

トルコの災害対応では，コジャエリ地震までは現在の日本のように地方自治体の役割が大きく，中央政府の災害対応は内務省市民防衛総局(GDCD)，地震防災対策は公共事業・住宅省地震総局(GDDA)が別々に統括していた．しかし，コジャエリ地震で地方自治体が被害を受けたことに加え，防災機能が各省に分散されているため，国全体の災害を統括することが難しく，災害対応の課題が明らかになった．そのため，コジャエリ地震後には国の災害対応を統括する機関として首相府緊急事態総局(TEMAD)が設置され，2009 年には TEMAD と GDCD，GDDA が統合され，トルコ国首相府災害危機管理庁(AFAD)が設置された．その後，トルコでは AFAD を中心に防災対策が進められ，2014 年にはトルコ国家災害対応計画(TMAP)が策定されている [2]．

地震保険に関して，コジャエリ地震以前は，地震による損害に対する政府の補償が手厚かったこともあり，地震保険への加入は少数であった．しかし，コジャエリ地震以後，制度の必要性が認識され，トルコ政府は世界銀行と協力し，強制的地震保険を提供するための団体，The Turkish Catastrophic Insurance Pool(TCIP)を設置した．

その後，2000 年 9 月に法令により，特定地方自治体内のすべての住宅で保険の加入が義務付けられ，その後 2001 年 3 月に一部，政府による補償の義務が廃止された．しかし，それ以後も政府による補償の基本的な枠組みは残されていたため，その後の災害においても地震保険への加入・非加入を問わず，政府による補償は継続されていた [6]．なお，加入が義務付けられている地震保険に関しても，契約更新を行わなくても罰則がないこともあり，強制保険ではあるものの加入率は低く，2024 年 2 月時点のカフラマンマラシュ地震震源地周辺 11 県の平均加入率は 55.5%であった [7]．

また，コジャエリ地震後は，建物の被害程度によって，復興住宅への無利子の融資や家賃補助等の住宅再建支援が実施された．2023 年トルコ南部の地震と災害に関する総合調査の概要 [2]によると，カフラマンマラシュ地震では地元で住宅を確保することを基本に，20 年返済・2 年猶予の住宅再建ローンの提供と，市場価格の 6 割程度の価格で公団復興住宅の提供が行われていた．同調査では，地震保険制度について，インフレの影響により上手く機能しない点があったことが指摘されていた．

６．カフラマンマラシュ地震の概要

カフラマンマラシュ地震の被害の整理は主にアジア防災センターレポート [8]，2023 年トルコ南部の地震と災害に関する総合調査の概要 [2]のレビューを基に行った．

カフラマンマラシュ地震は 2023 年 2 月 6 日午前 4 時 17 分(現地時間)にトルコ南東部を震源として発生し，その地震規模は Mw7.8 であった．死者約 5.1 万人，負傷者約 10 万人であった．避難者は約 200 万人といわれており，避難所が約 35 万か所，テント村が 332 か所で開設された．国際人道支援は，地震発生から 1 時間後には AFAD から UNDCA(国連災害評価調整チーム)へ要請されており，迅速に行われたとのことである．

被災地域では，病院や社会サービス施設を含む約 28 万棟の建物が倒壊，あるいは大きな被害を受け，恒久住宅の建設が国により進められているが，2023 年 8 月時点で避難者の約 9 割は未だに仮設住宅での避難生活を送っているとのことである．

カフラマンマラシュ地震の被災地の企業において，設備の破損や従業員の被災により，操業停止に追い込まれた企業が複数あり，それらの企業において BCP 策定への機運が高まっている [9]．この地震では，トルコの名目 GDP の約 9%となる 1,036 億ドルもの経済損失が発生した [10]とされている．能登半島地震での経済損失は日本の名目 GDP の約 0.01%と推測されている [11]ことからも，カフラマンマラシュ地震でのトルコにおける経済損失の大きさが分かる．

７．２つの地震の共通点

1 つ目は，「広域な断層破壊による被害」である．コジャエリ地震は北アナトリア断層，カフラマンマラシュ地震は東アナトリア断層という違いはあるものの，両地震とも数百 km にわたって断層破断が起き，それにより大きな被害を引き起こしている．

2 つ目は，「中層 RC 造建築物の崩壊」である．トルコの耐震基準は 1939 年にトルコ東部で発生したエルジンジャン地震(Mw7.8，死者約 3 万 3 千人，負傷者約 10 万人)後に制定され，1997 年の耐震基準は当時の日本とほぼ同程度のものであり [4]，その後も改定が行われ，2018 年に改定されたものが現行の耐震基準である．現行の耐震基準は非常に包括的であり，ASCE(米国土木学会)の耐震基準よりも洗練された部分があるほどであり，カフラマンマラシュ地震程度の震度においても適切に設計されていれば耐えられるものであると考えられていた [12]．しかし，それにも関わらず，カフラマンマラシュ地震において中層 RC 造建築物でパンケーキ状破壊を含む崩壊が多く発生した．トルコ国内には一定の金額を国に収めれば，耐震基準を満たさなくても建築できる，建築が認められるという法律(建築恩赦法)が存在している．トルコ環境都市省が 2018 年に建築恩赦法の説明に用いた資料によると，トルコの建築の半数以上が建築法に違反しているとあった [13]．建築恩赦法は 1983 年～2001 年までの 18 年間に 6 回，現政権の 2002 年～2022 年までの 20 年間に 8 回適用されており，そのたびに違法建築物が容認されてきた．トルコでは，国内の急速なインフレなどの経済問題への国民の不満を抑えるために，家賃を下げるように恩赦法を適用してきた背景がある [14]．これにより違法建築が増加したことが，今回の地震で倒壊した建物が増えた原因の 1 つとして挙げられており，地震後に多くの建設技術者が逮捕された．このように，現在でも頻繁に建築恩赦法が適用されることや，トルコ国内の低迷している経済状況が相まって，建築基準を守るよりも罰金を支払う方が良いという考えがトルコ国内で生まれていると考えられる．

3 つ目は，「地震による事業継続の問題」である．両地震とも，地震により人的，物的被害を受けたことにより，操業停止を余儀なくされた企業が確認された．このことからも，企業の事業継続の重要性を確認することができる．

８．２つの地震の相違点

相違点については，大きく4つ挙げられる．

1つ目は，「災害統括機関の効率化」である．コジャエリ地震以前は基本的な災害対応は自治体に一任されていたが，被害の全体を把握することが難しいという課題があった．実際に，コジャエリ地震では，県庁所在地が大きな被害を受けたことにより，県の行政機能が麻痺し，現地の対策本部の立ち上げが非常に困難となった．そこで，国が1つの機関(AFAD)で一括して災害対応をする仕組みが作られた[2]．日本の場合は，基礎自治体が対応することになっているため，広域におよび激甚災害対応という面ではトルコの制度の方が効果的な対応が可能であるように思われる．

2つ目は，「災害直後対応の進化」である．コジャエリ地震以後，国が一括して災害対応をする仕組みが作られたため，災害対応が迅速になり，充実した支援が受けられるようになった．カフラマンマラシュ地震では，学校や託児所等を併設したテント村が開設されたことにより，震災後の継続した子育て，教育支援が行われた．また，災害発生前の情報と，災害対応情報と，災害復旧・復興情報，また住民基礎情報を統合した仕組みである AYDES[15]というシステムを用いることにより，迅速な災害情報の共有や，支援金の配布等が行われた．一方で，コジャエリ地震ではこのような国の仕組みがなかったため，災害対応の初動が遅れたと言われている．実際に，コジャエリ地震では，テロや災害などの緊急事態に県知事が国軍の出動を要請できる規定(EMASYA)があったため，被災当日から要請を受けた国軍や赤新月社，市民社会組織などによる迅速な救助活動が行われた．

3つ目は，「季節の違い」である．コジャエリ地震は夏に発生したが，カフラマンマラシュ地震は冬に発生した．

カフラマンマラシュ地震は発生が冬であったことから，寒い屋外での避難生活を余儀なくされた．現地で活動した日本の医療系NPO団体であるTMATの方に直接伺ったところ，被災直後，外傷よりも，狭い避難テント内でのストーブの使用や，余震によるやかんの転倒等による火傷の診察の割合が圧倒的に多かったとの回答が得られた．

4つ目は，「人口密度の違い」である．前節で述べたように，カフラマンマラシュ地震の被災地域は東マルマラ地域と比較して人口密度が低いため，テント村や仮設住宅を速やかに設置することができた．一方で，コジャエリ地震の被災地域では，前節で述べたように人口密度が高いため，1999年コジャエリ地震　災害調査報告[4]によると，地震の際，テント村は設置できたものの，仮設住宅は建設するスペースが無く，中心地から離れたところに建設されたことが分かっている．そのため，テント村から仮設住宅へ移住しようとする人が少なかったと考えられる．また，カフラマンマラシュ地震では，郊外に住んでいるため避難所が遠くアクセスできない方や，支援を受けられない被災者も多かったことが課題として挙げられる．

９．まとめ

コジャエリ地震とカフラマンマラシュ地震の 2 つの地震の比較を行うことにより，2 つの地震の共通点，相違点の整理を行った．カフラマンマラシュ地震では，コジャエリ地震当時と比較して，統合システムの導入により，災害対応が迅速になり，被災後の対応が充実した等改善された点も多いが，耐震基準を満たしているはずの中層 RC 造建造物において，多くの崩壊が発生した等問題点も未だ多い．2 つの地震とも建物の倒壊による死者が圧倒的に多いことからも，災害直後の住宅内での対応，迅速な避難が求められることが分かった．

また，両地震で企業の操業停止の事例が挙げられており，企業の事業継続のための取り組みの必要性も確認された．

謝辞

本研究はJICA-JST SATREPSプロジェクト「災害に強い社会を発展させるためのトルコにおける研究と教育の複合体の確立―マルテスト」において実施されたものである．

参考文献

1) USGS: Tectonic Setting https://earthquake.usgs.gov/storymap/index-turkey2023.html (最終閲覧日 2025.4.21)
2) 楠浩一，青木陽介，加藤愛太郎，山中浩明，後藤浩之，阪本真由美：2023 年トルコ南部の地震と災害に関する総合調査結果の概要 --科学研究費補助金・特別研究促進費による突発災害調査研究令和 4 年度報告--，京都大学防災研究所自然災害研究協議会，自然災害科学総合シンポジウム講演論文集，第 61 巻，2024 年 9 月，p.17-34 (最終閲覧日　2025.4.21)
3) 楠浩一：2023 年 2 月 6 日トルコ南部の地震について，公益財団法人　地震予知総合研究振興会，地震ジャーナル，2023 巻，76 号，2023 年 12 月，p.59-60 (最終閲覧日　2025.4.21)
4) 日本建築学会：1999 年コジャエリ地震　災害調査報告，p.1-384
5) BBC ニュース：トルコとシリアで計 7800 人以上が死亡 https://www.bbc.com/japanese/64533839 (最終閲覧日 2025.4.21)
6) 損害保険料率算出機構：トルコの地震保険制度 https://www.giroj.or.jp/publication/earthquake_research/No12_4.pdf (最終閲覧日 2025.4.21)
7) Serhat Aligil（2023）“11 ili vuran afet, zorunlu ve ihtiyari deprem sigortasının önemini artırdı: Yeni systemaranıyor” (https://www.cumhuriyet.com.tr/ekonomi/11-ili-vuran-afet-zorunlu-ve-ihtiyarideprem-%20sigortasinin%20-onemini-artirdi-yeni-sistem-araniyor-2063160）(最終閲覧日 2025.4.21)
8) アジア防災センターレポート(2023 年 9 月 6 日版) ADRC_Report_Turkey-Syria_Earthquakes_jpn_202309.pdf((最終閲覧日 2025.4.21)
9) 小山真紀:Guidelines for Business Continuity Planning in Turkey and Japan，防災科学技術研究所，主要災害調査，61 号，2024 年 11 月，p.1-4(最終閲覧日 2025.4.21)
10) İbrahim Akgün: Afet Yönetimi, Risk Yönetimi ve İş Sürekliliği, 2023. (in Turkish)
11) 能登半島地震の GDP 損失、最大 500 億円　野村証券が試算 - 日本経済新聞 (nikkei.com) (最終閲覧日 2025.4.21)
12) 日経クロステック：イスタンブール工科大学の耐震専門家に聞く、トルコ地震被害の背景 https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00154/01666/(最終閲覧日 2025.4.21)
13) JCNET：地震大国のトルコ：建築基準への怒り高まる 建築基準法の恩赦建造物急増　半分が違反 https://n-seikei.jp/2023/02/post-88757.html(最終閲覧日 2025.4.21)
14) アジア経済研究所：「IDE　スクエア」トルコ大地震―エルドアン政権の復興選挙 http://hdl.handle.net/2344/00053631(最終閲覧日 2025.4.21)
15) Başarsoft：Disaster Management and Decision Support System (AYDES)https://www.basarsoft.com.tr/en/afad-aydes-project/(最終閲覧日 2025.4.21)

2023年トルコ・カフラマンマラシュ地震の後続地震による マラティヤ県の建物被害と人的被害

Relation of Human Casualties and Building Collapses in Malatya Province Affected More by the Following Event in the 2023 Kahramanmaraş Earthquakes in Türkiye

○村上 ひとみ[1]，四井 早紀[2]，小山 真紀[3]，Nurcan Meral ÖZEL[4]，Dilek KEPEKÇİ[4]
Hitomi MURAKAMI[1], Saki YOTSUI[2], Maki KOYAMA[3],
Nurcan Meral ÖZEL[4], and Dilek KEPEKÇİ[4]

[1] 山口大学
Yamaguchi University
[2] 東京大学先端科学技術研究センター
Research Center for Advanced Science and Technology, The University of Tokyo
[3] 岐阜大学
Gifu University
[4] ボアジチ大学
Bogazici University

The 2023 Pazarcik earthquake (M7.8) in Turkey occurred along the East Anatolian Fault on Feb. 6, at 4:17 am local time followed by the 2023 Elbistan earthquake (M7.6) on the same day at 13:24. The two major earthquakes caused 306 thousand buildings collapsed or damaged in the 11 provinces in southeast of turkey near Syrian border. Human loss reported by AFAD, Turkish government was 50,339 human loss, extreme disaster of the century. Malatya province located at northeast region of the disaster area is closer to the epicenter and earthquake fault of the second Elbistan earthquake. In this paper, we review damage statistics of the provinces and seismic intensity questionnaire data to find out relations of building damages, human entrapment and casualty in Malatya and Kahramanmaras provinces.

Keywords: *The 2023 Kahramanmaras earthquake, the 2023 Elbistan earthquake, human loss, Malatya province, damage statistics, questionnaire data*

１．はじめに

(1) 2023 年カフラマンマラシュ地震の概要

2023 年トルコ・カフラマンマラシュ地震は東アナトリア断層帯で本震（Parazcik 地震, Mw7.8）が 2 月 6 日 4:17（トルコ現地時間）に発生し、トルコ南東部の 11 県とシリアに及ぶ甚大な物的・人的被害をもたらした。また、後続地震（Elbistan 地震、Mw7.6）が北部で本震の約 9 時間後、同日 13:24（トルコ時間）に発生した。地震の震央と地震断層について、文献（Ozturk, K. et al.）[1]より図 1 に示す。トルコにおける死者数は 50,339 人に達し（国連人道問題調整事務所 [2]）、中破以上の建物被害は被災 11 県で合計 306,500 棟と報告されている（トルコ環境省・トルコ政府首相府危機管理庁（AFAD）、2024 年 1 月現在 [3]）。地震による地震動強さの分布評価や建物被害の解析研究など、多数が発表されている一方、人的被害や閉じ込め発生・要因分析は地震の教訓を得て今後の対策に活かすために重要であるが、被害統計が得られにくいことから研究成果は限定的と思われる。

筆者らは、被害状況把握と震度ヒアリング試行を目的として 2023 年 4 月に現地調査を行った [4]。また、2023 年 10 月には学校経由のオンラインアンケート調査への協力依頼のため、被災 7 県の教育庁を訪問し、マラティヤ県では市役所計画局長により市内被害状況の現地説明を受けた。2023 年 10 月に実施した 2023 年トルコ・カフラマンマラシュ地震のアンケート調査結果に関しては、実施・室内環境被害と評価の観点から分析されている [5]。

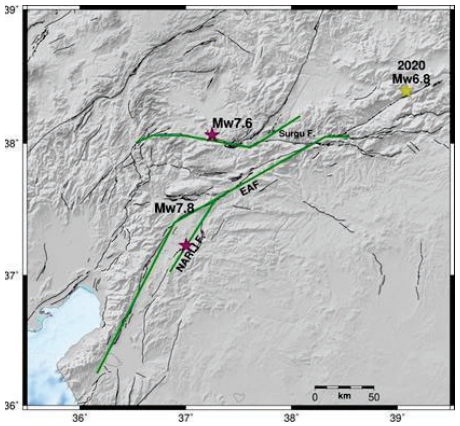


図 1　2023 年 2 月の Kahramanmaras 地震の地表断層
（Öztürk, K. et al.. [1]）

(2) 研究目的とねらい

本研究では、USGS 発表の震度分布や AFAD 強震観測情報、震度アンケートデータ、トルコ政府による県別建物被害統計と人道支援の人的被害情報をもとに、後続地震による揺れと建物被害が大きかった北東部のマラティヤ県の閉じ込め、人的被害の状況を明らかにすることを

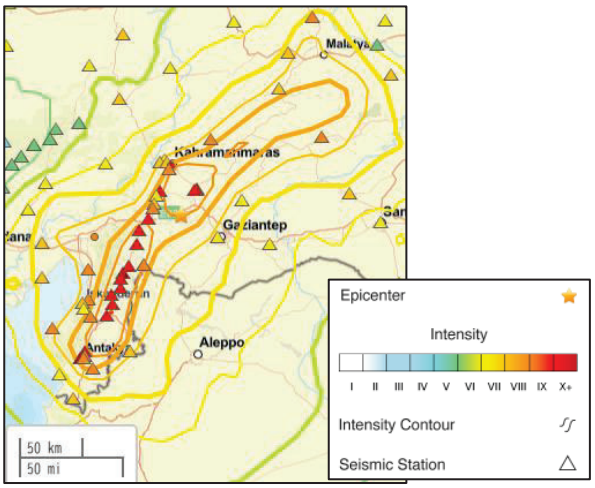
目的とする。

2016 年熊本地震では 4 月 14 日夜の前震のあと、4 月 16 日未明の本震により益城町は二度の震度 7 の激震となり、住宅倒壊や閉じ込め人的被害が発生した。南海トラフ巨大地震ではプレートの半割れなど後続地震への備えについて、行政の災害対応・住民の避難行動も含め課題が多いことから、カフラマンマラシュ地震の事例分析も参考にしたい。

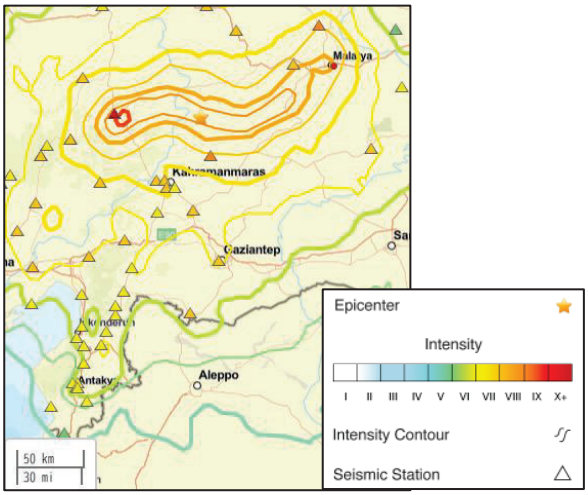
2．本震と後続地震の震度分布

(1) USGS の震度マップ

USGS が公開している本震と後続地震の MM 震度階級のコンターマップを図 2 に示す。△印は震度評価の元となった、AFAD（トルコ政府危機管理庁）の強震観測点から推定された MM 震度である。



(a) 2023 年 Pazarcik 地震



(b) 2023 年 Elbistan 地震

図 2　USGS による MM 震度マップ [6)]

本震の Pazarcik 地震（図 2(a)）では最大震度が IX となり、東アナトリア断層に沿って、カフラマンマラシュ県の震央からハタイ県の南南西に向かって、またアドウヤマン県・マラティヤ県の北東に向かって震度 VIII のゾーンが、約 300km 以上の帯状に広がっている。震央に近いカフラマンマラシュでは MM 震度 VIII、北東のマラトヤでは MM 震度 VII 程度である。Elbistan 地震（図 2(b)）では最大震度が VIII 程度となり、VIII のゾーンがカフラマンマラシュ県から東のマラティヤ県に向かって、東西に約 200km の帯状にみられる。カフラマンマラシュで震度 VII 程度、マラトヤでは MM 震度 VIII 程度である。

(2) AFAD 強震記録

トルコ政府 AFAD はトルコ全土、とくに北アナトリア断層系、東アナトリア断層系に強震観測網を展開しており、今回の地震でも断層近傍で多くの記録が得られている。本震と後続地震での強震記録のうち、カフラマンマラシュ県とマラティヤ県について、表 1 に比較する。後藤（京都大）が強震記録の最大加速度、最大速度、計測 JMA 震度を算出した結果及び、Sokolov and Furumura (2008)[6)] の換算式を用いて計測 JMA から MM 震度に換算した結果を示す。変数名接頭の PZ は Pazarcik 地震、EL は Elbistan 地震を示す。

表 1　マラティヤ県とカフラマンマラシュ県の AFAD 観測点における Pazarcik 地震(PZ) と後続 Elbistan 地震(EL) の最大加速度、最大速度、計測 JMA、MM 震度一覧

Province	Location	AFAD Code	PZ_PGA (cm/s2)	PZ_PGV (cm/s)	PZ_ IJMA	PZ_ MMI
Malatya	Puturge	4404	145	24.5	4.5	7.4
Malatya	Hekimhan	4405	130	15.8	4.0	6.5
Malatya	Akcadag	4406	132	29.1	4.6	7.5
Malatya	Darende	4409	39	9.8	3.6	5.9
Malatya	Kuluncak	4410	46	14.4	4.0	6.4
Malatya	Yazihan	4412	76	50.4	4.4	7.2
Kmaras	Caglayancerit	4611	386	46.1	5.4	8.8
Kmaras	Goksun	4612	148	20.5	4.8	7.9
Kmaras	Andirin	4613	157	18.3	4.3	7.0
Kmaras	Pazarcik	4614	3041	97.3	6.4	10.6
Kmaras	Narli Bahcelievler	4615	643	159.9	6.2	10.2
Kmaras	Turkoglu	4616	714	108.1	5.9	9.8
Kmaras	KMaras Sutcu Imam Univ.	4617	158	34.6	4.7	7.8
Kmaras	KMaras Yunus Emire Mh.	4620	321	44.6	5.1	8.4
Kmaras	KMaras Istasyon Mh.	4624	358	78.1	5.8	9.5

Province	Location	AFAD Code	EL_PGA (cm/s2)	EL_PGV (cm/s)	EL_ IJMA	EL_ MMI
Malatya	Puturge	4404	53	14.5	4.1	6.7
Malatya	Hekimhan	4405	170	15.3	4.2	6.8
Malatya	Akcadag	4406	476	38.7	5.3	8.6
Malatya	Darende	4409	298	20.2	4.2	6.8
Malatya	Kuluncak	4410	127	17.9	4.5	7.3
Malatya	Yazihan	4412	191	42.4	5.0	8.2
Kmaras	Caglayancerit	4611	198	41.1	4.8	7.8
Kmaras	Goksun	4612	678	180.5	6.2	10.2
Kmaras	Andirin	4613	90	20.1	4.0	6.5
Kmaras	Pazarcik	4614	209	34.5	4.4	7.1
Kmaras	Narli Bahcelievler	4615	77	30.5	3.9	6.3
Kmaras	Turkoglu	4616	64	15.8	3.9	6.4
Kmaras	KMaras Sutcu Imam Univ.	4617	83	33.4	4.6	7.5
Kmaras	KMaras Yunus Emire Mh.	4620	91	27.4	4.5	7.4
Kmaras	KMaras Istasyon Mh.	4624	81	21.8	4.4	7.2

図 3 に、Pazarzic 地震（本震）と Elbistan 地震（後震）に計測 MM 震度（表 1 内の PZ_MMI と EL_MMI）の相関関係を示す。ハタイ県については、後続地震による揺れが小さいことから、ここでは示さない。カフラマンマラシュ県の都市部や南部の観測点では本震の MM 震度が 8～10 となり、後続地震の MM 震度は 8 以下と小さい。しかし、カフラマンマラシュ県の北部の郡部に位置する Goksun では、後続地震の震源が近く MM 震度 10 を超えた場所も確認された。マラティヤ県の県庁所在地など都市部の記録は少ないが、県庁所在地より西側の Akcadag と北部の Yazihan では、本震で MM 震度 7～7.5、後続地震で MM 震度 8～9 のサイトが確認された。

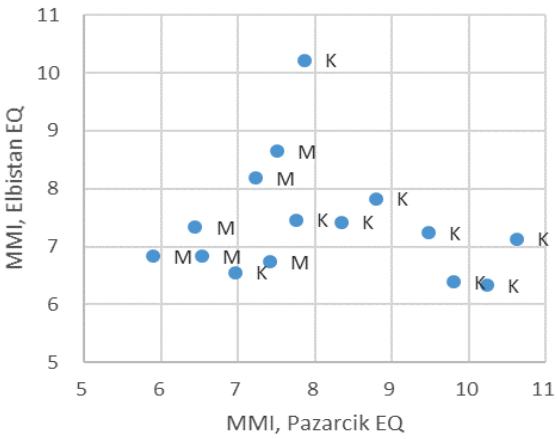


図 3　Pazarcik 地震と Elbistan 地震の計測 MM 震度の相関図（K:カフラマンマラシュ県、M:マラティヤ県）

3．アンケート調査による建物被害と閉じ込め・死傷の関係

(1) アンケート調査の概要

本研究でのアンケート調査の概要は、著者らの研究グループの論文[5]を参照いただきたい。質問項目は、1999年トルコ・コジャエリ地震調査と2015年ネパール・ゴルカ地震調査を基に作成した、アンケートによるMM震度調査票である。質問項目は32問あり、地震時の回答者の場所と問32以外選択回答形式である。本アンケート調査では後続地震に限定した質問は設けていなかったが、特に後発地震の影響を受けていると推測されるマラティヤ県に着目をして、アンケート調査の結果を見てみる。

(2) 建物倒壊と閉じ込め率・死傷率

震度アンケートデータの県別クロス集計により、地震時にいた建物の外壁被害（Q18）と家族の閉じ込め率の6県別比較を図4に示す。本震による震度と被害より後続地震のそれが大きいと推察されるマラティヤ県は、他の5つの県に比べて、閉じ込め率が低く、外壁の崩壊に対して約20%にとどまる。これに対して、ハタイ県は約58%、カフラマンマラシュ県とアドゥヤマン県で約47%、オスマニエ県で約34%と明らかに高い。なお、トルコでは家族の範囲に同居だけでなく別居の祖父母や子ども家族を含めて回答した事例もあると思われ、留意を要す。

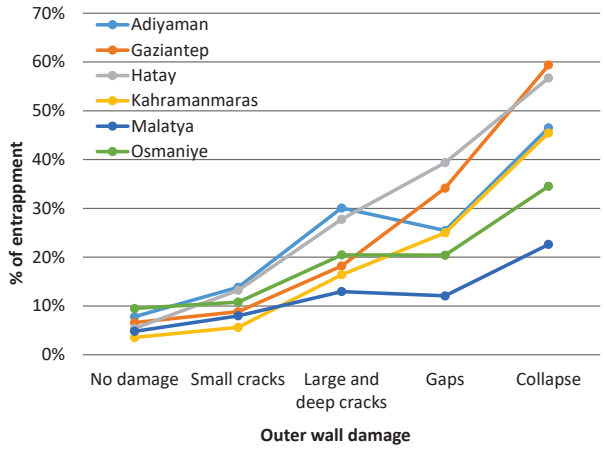
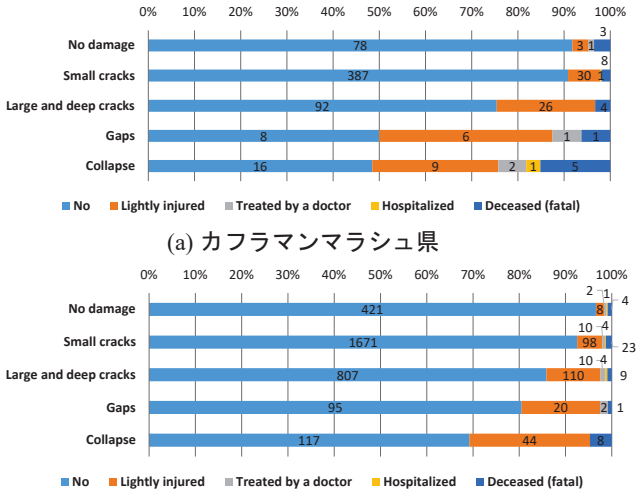


図4　アンケートデータによる建物の外壁被害（Q18）カテゴリーに対する家族の閉じ込めあり（Q27）の割合

次に、外壁被害と家族の死傷のクロス集計結果について、カフラマンマラシュ県とマラティヤ県の比較を図5に示す。前者に比べて後者は明らかに死傷率が低く、外壁倒壊の場合の死亡率が前者で約15%、後者で約5%と低くなっている。

したがって、本アンケート調査では後続地震に限定した質問は設けていなかったが、特に後発地震による建物被害がより大きいと推測されるマラティヤ県と他県の外壁被害と家族の閉じ込め・死傷のクロス集計から以下のことが推察された。外壁倒壊に対する閉じ込め率はマラティヤ県で他の4県より顕著に低く、家族の死傷率についてもカフラマンマラシュ県よりマラティア県で明らかに低い傾向がみられる。



(a) カフラマンマラシュ県

(b) マラティヤ県

図5　アンケートデータによる建物の外壁被害(Q18)と家族の死傷 (Q28) のクロス集計

4．統計データを用いた県別の建物・人的被害の整理

（1）県別の被害統計から

3 章でアンケート結果から、マラティア県で建物外壁被害に対して家族の閉じ込め率や死傷率が低い傾向が把握されたため、トルコ政府による建物被害査定 [3] データより、倒壊建物 1 棟当たりの平均死者数について検証する。トルコ政府による建物被害査定では、建物被害が下記の 6 つのカテゴリー（トルコ語：英語、日本語を注記）に分けられている。

- Yıkık: Collapsed, 倒壊
- Acil Yıklacak: Need to be urgently demolished, 要緊急解体
- Ağır Hasarlı: Heavy damage, 重度被害（大破）
- Orta Hasarlı: Moderate damage, 中程度被害（中破）
- As Hasarlı: Light damage, 小被害（小破）
- Hasarsız: No damage　無被害

11 の被災県のうち被害激甚な 7 つの県について、トルコ政府環境省による県別の建物被害統計をもとに、建物被害（倒壊）、UNOCHA 発表の死者数・負傷者数 [8]、人口、死亡率、倒壊一棟あたり死者数を表 2 に示す。

全壊以上率はアドゥヤマン、ハタイ、カフラマンマラシュ、マラティヤなどの県で 20%を超える。死亡率はアドウヤマン、ハタイ、カフラマンマラシュ県で約 1%なのに対してマラティヤ県では 0.17%と低い。これはマラ

表 2　7 つの県別建物被害と死者数統計（出典：建物被害は 3）、人的被害は 8)）

Province	Collapsed building	Urgent demolish buildings	Heavily damaged buildings	Moderately damaged buildings	Lightly damaged or no damage	% of collapse, urgent demolish, heavy damage buildings	Deaths	Population, 2022	% Human loss	Human loss/Collapsed buildings
Adiyaman	6,187	2,327	21,027	4,715	82,775	25%	6,276	635,169	0.99%	1.01
Gaziantep	4,126	1,988	14,304	5,513	265,262	7%	3,450	2,154,051	0.16%	0.84
Hatay	13,889	9,041	56,214	13,006	257,403	23%	17,436	1,686,043	1.03%	1.26
Kahramanmaras	7,490	4,436	35,721	6,040	181,459	20%	11,646	1,177,436	0.99%	1.55
Malatya	5,651	1,841	36,369	2,520	119,157	26%	1,346	812,580	0.17%	0.24
Osmaniye	702	531	9,167	1,074	122,840	8%	1,030	559,405	0.18%	1.47
Sanliurfa	719	732	8,351	2,818	324,921	3%	304	2,170,110	0.01%	0.42
Total of 7 Prov.	38,764	20,896	181,153	35,686	1,353,817	15%	41,488	9,194,794	0.45%	1.07

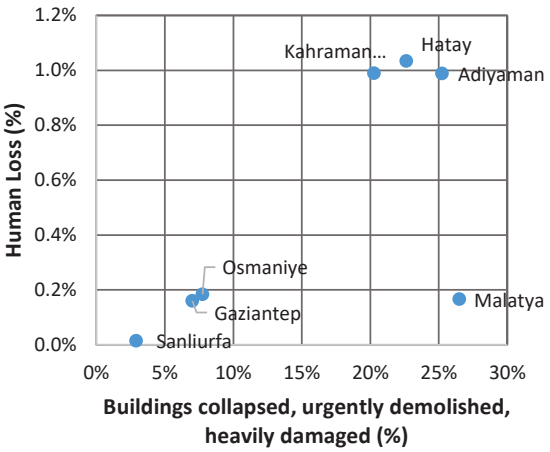


図 6　7 つの県別全壊以上率と死亡率の関係

ティア県の場合、本震より後続地震の震度、地震動が強く、後者により倒壊した建物が多かったこと、住民が地震の恐さで外に避難していて助かった例が多かったことが影響していると思われる。

倒壊建物一棟あたりの平均死者数（表 2 の Human loss / Collapsed buildings）を見ても、ハタイ県、カフラマンマラシュ県、オスマニエ県が 1.2 人/棟を超えるのに比べ、マラティヤ県では 0.24 人/棟と低い。県別の全壊以上率と死亡率相関図（図 6）をみても、マラティヤ県は建物被害率に比べて死亡率が顕著に低い特徴が明らかである。

５．まとめ

2023 年トルコ・カフラマンマラシュ地震の本震と後続のエルビスタン地震によるマラティヤ県とカフラマンマラシュ県の建物被害と閉じ込め、人的被害について、震度アンケートデータ及び被害統計を用いて比較した。マラティヤ県では後続地震の方が震度が大きく、建物倒壊が発生したと報告されており、アンケートの建物外壁被害に対する閉じ込め率、死傷率でカフラマンマラシュ県より低い。被害統計により、倒壊 1 棟当たりの死者数でもマラティヤ県ではカフラマンマラシュ県、ハタイ県などに比べて少ない。

それでもマラティヤ県では 1,346 人の死者が出ており、余震や後続地震への警戒呼びかけ、事前の備え、防災教育、建物の損傷度緊急評価など課題も多いと思われる。南海トラフ巨大地震の場合は、津波危険地域からの予防的避難や耐震的に脆弱な建物からの避難継続が課題と思われる。

謝辞

本地震で亡くなられた方々に弔意を、また被災された方々にお見舞いを表します。アンケート調査にご協力いただいた皆様に感謝申し上げます。

補注

本論文は，国立研究開発法人科学技術振興機構のカフラマンマラシュ(トルコ南東部)地震関連国際緊急共同研究・調査支援プログラム(J-RAPID)のプロジェクト（代表：愛媛大学森伸一郎教授）による調査結果をもとに作成されている。

参考文献

1) Korkusuz Öztürk, Y., Meral Özel, N., Ampuero, J.P., and Oral, E., EGU General Assembly 2023, “Preliminary Results of Dynamic Rupture Simulations of the Mw7.8 Kahramanmaras Earthquake”, Vienna, Austria, 2023.

2) 国連人道問題調整事務所：Turkiye: 2023 Earthquakes Situation Report No.13, as of 6 April 2023

3) Turkish Republic Presidency, Strategy and Budget Office, Kahramanmaras and Hatay Earthquakes reconstruction report, 2024 https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2024/02/Kahramanmaras-ve-Hatay-Depremleri-Yeniden-Imar-ve-Gelisme-Raporu-1.pdf（参照 2025.04.19)

4) Hitomi MURAKAMI, Maki KOYAMA, Shinichiro MORI, Nurcan Meral OZEL, Saki YOTSUI, Mayumi SAKAMOTO, Dilek KEPEKCI, Gulten POLAT and Yasemin Korkusuz OZTURK: Preliminary field survey on seismic intensity by interview and structural damage by observation in the 2023 Kahramanmaras, Turkey earthquakes, Proc. 16th Japan Earthq. Engr. Symposium,, 2023.

5) 四井 早紀，小山 真紀，阪本 真由美，Nurcan Meral Ozel , Dilek Kepekçi，Yasemin Korkusuz Ozturk，村上 ひとみ：2023 年トルコ・カフラマンマラシュ地震による室内環境被害の分析と評価, 地域安全学会梗概集, No.54,　pp.207-210, 2024.

6) USGS Earthquake Hazards Program https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us6000jllz/map https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us6000jlqa/map（参照 2025.4.11）

7) Sokolov, Vladimir and Takashi Furumura: Comparative analysis of two methods for instrumental intensity estimations using the databeseaccumulatedduring recent large earthquakes in Japan, Earthquake Spectra, 24, 2, pp.513-532, 2008.

8) Turkiye earthquake February 2023, Bi-weekly highlights- 24/02/2023 https://reliefweb.int/report/turkiye/turkiye-earthquake-february-2023-bi-weekly-highlights-28022023（参照 2023.5.20）

地震災害に起因した企業本社移転の産業大分類別・用途地域別分析 −阪神・淡路大震災を対象として−

Industrial Sector and Land-Use Zoning Analysis of Corporate Headquarters Relocation Triggered by Earthquake Disasters: A Case Study of the Great Hanshin-Awaji Earthquake

○赤松 京佳[1]，四井 早紀[2]，大津山 堅介[2]，廣井 悠[2]
Kyoka AKAMATSU[1] , Saki YOTSUI[2] , Kensuke OTSUYAMA[2]and U HIROI[2]

[1] 東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻
Department of Urban Engineering, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo
[2] 東京大学先端科学技術研究センター
Research Center for Advanced Science and Technology, The University of Tokyo

This study scrutinises two-year headquarters relocation trajectories for firms located in the area struck by the 1995 Great Hanshin-Awaji Earthquake, disaggregating the analysis by industrial sector and land-use zoning to elucidate post-disaster corporate behaviour. By examining relocation incidence, migration distance, and zoning transitions, the investigation demonstrates pronounced inter-industry disparities in relocation rates: although moves were predominantly short-range, certain sectors exhibited a notable share of long-distance relocations. Regarding land-use, transfers from commercial zones to other commercial zones represented the modal pathway, while sector-specific patterns of dispersion and re-agglomeration into particular zoning categories were likewise identified .

Keywords *: Industry-Specific, Land-Use Zoning, Corporate Headquarters Relocation, the Great Hanshin-Awaji Earthquake*

１．はじめに

1.1 既往研究の整理

1995 年 1 月 17 日に発生した兵庫県南部地震による阪神・淡路大震災から約 30 年が経過したが、この間、日本ではさまざまな都市型災害が発生してきた。さらに近年では、首都直下地震の脅威がクローズアップされる機会が増えてきている。東京は世界でもトップクラスの大都市であり、日本国内においても企業が集中する重要な拠点である [1)]。集積度の高い地域に所在する企業の被災は、経済や雇用への影響が大きく、サプライチェーン全体や関連産業に波及するリスクも高い。このような状況を踏まえると、今まで以上に集積地域における企業の被災問題を重要視し、その影響を理解するための分析が必要である。しかし、現状ではこれらの課題に対する十分な議論や具体的な解決策の提示が不足しており、新たな視点が求められる。

被災後の企業の退出に関して、Uchida らの研究 [2)]では、東日本大震災と阪神淡路大震災を対象に自然災害が企業倒産に与える影響を分析し、東日本大震災と阪神淡路大震災のいずれにおいても、効率性が高い企業ほど倒産しにくいという結果が報告されている。しかし、この研究は企業同士の関係性、特に金融に関する分析を行っており、都市計画的な視点から分析した論文は少ない。

植杉らの研究 [3)]では、阪神・淡路大震災を対象に震災前後の企業データを用いて、被災地の産業集積や取引金融機関の被災が企業行動に与える影響を明らかにした。具体的には、災地では震災後に企業の移転率が上昇しており、特に被害が集中した地域で顕著であることや、地域内移転が多く、約 1/3 の移転が 1km 未満の近距離移転であったことが明らかとなった。このように、被災により企業移転が増加する傾向が示されているが、企業の特性は多様であり、一概に語ることは難しい。特に、企業の産業ごとの詳細を明らかにすることは、被災後の企業行動をより精緻に捉える上で重要な知見を提供するものと考えられる。

1.2 本研究の位置付けと研究目的

本研究では、集積度の高い地域が被災した阪神・淡路大震災を対象に、移転した企業の特徴を産業別・用途地域別の分析を通して被災後の企業本社の動態を明らかにする。

先行研究では、被災地に所在する企業を対象に廃業や移転について分析を行なっているが、産業別の違いに注目した研究は管見の限りない。そのため、本研究では、総務省の定める [4)]産業分類大分類別に分析を行い、産業間の違いを明らかにすることを目的とする。

また、用途地域は容積率や建蔽率だけではなく、建物の種類も指定している。特に、都市部や集積度の高い地域では用途地域の指定が進んでおり、用途地域により立地が制限されることは、企業の立地や移転に重要な役割を果たしていると推察される。本研究では、用途地域ごとに異なる企業本社移転の特徴を明らかにすることで、全国的に進展する用途地域が被災後の企業移転に及ぼす影響に対して示唆を与えることを目指す。

２．対象と方法

2.1 対象地域・対象期間

建設省告示千二百三十六号 [5)]に提示されている区域のうち、町と大阪市を除く 9 市（豊中市、神戸市、尼崎市、明石市、西宮市、芦屋市、伊丹市、宝塚市、川西市）

表 1 移転前後での用途地域分類別企業数

		移転後				
		住居系用途地域	商業系用途地域	工業系用途地域	用途地域外	合計（社）
移転前	住居系用途地域	541	177	132	49	899
	商業系用途地域	346	603	123	29	1,101
	工業系用途地域	119	80	214	24	437
	用途地域外	11	5	8	11	35
	合計	1,017	865	477	113	2,472

を被災地と定義し、阪神・淡路大震災発生時点で本社が被災地に所在していた企業を分析対象とした。また、植杉らの研究 [3]では、被災地内の企業移転率と被災地外の企業移転率をお比較し、両者の移転率が 1%以上異なっている期間が 1997 年までの 2 年間であることが明らかになっている。本研究ではこの知見を踏まえ、被災後 2 年間を対象期間として設定した。

2.2 企業データ

株式会社帝国データバンクが保有する企業データ「COSMOS2 企業概要ファイル」を用いて分析を行った。本データのうち、1995 年時点と 1997 年時点での所在地が異なる企業 2,472 社であった。また、所在地の変更のなかった企業 19,512 企業のうち 1,000 社をサンプリングして用いた。

2.3 都市データ

阪神・淡路大震災前後の用途地域データを用いた。データは役場が所有するデータをもとに、自力で GIS データを作成して利用した。対象地域外の阪神・淡路大震災後の用途地域は、国土数値情報内で最も古い 2011 年のデータを使用した。

3．結果と考察

3.1 産業大分類別分析

全体の企業移転率は 11%であった。中でも、G 産業（情報通信業）の移転率が 23%と最も高く、次いで L 産業（学術研究、専門・技術サービス業）の 20%、J 産業（金融業、保険業）の 19%の移転率となった。一方で P 産業（医療、福祉）の移転率は 6%であり、全産業の移転率と比較して大幅に低い水準であった。また、D 産業（建設業）と E 産業（製造業）について、企業数は E 産業が多数であるものの、移転企業数においては D 産業の方が上回っており、移転率の逆転現象が確認された。この結果は、産業ごとに移転要因や被災の影響が異なる可能性を示唆している。

3.2 企業の空間的分布

移転のあった企業と移転のなかった企業の震災前の分布を図 1 、図 2 に示す。被災後の移転有無に関わらず、これらの分布は似た傾向を示しており、尼崎市と豊中市の市境周辺や臨海部に集中していた。

移転後の企業分布を図 3 に示す。対象地域内の内陸部や兵庫県内の内陸部に企業移転が進んでいることが大きな特徴として挙げられる。また、被災地近郊で被災地よりも集積度の大きい大阪市へ移転した企業は 120 社であった。大阪市へ移転した企業は、全サンプルの産業別割合と比較して、D 産業（建設業）と E 産業（製造業）の割合が低く、G 産業（情報通信業）の割合が高くなっていた。この結果から、G 産業は集積度の高い地域へ移転することで得られる効用が大きいと推察される。また、D 産業と E 産業は周辺地へ移転する方が効用が高いと推察される。

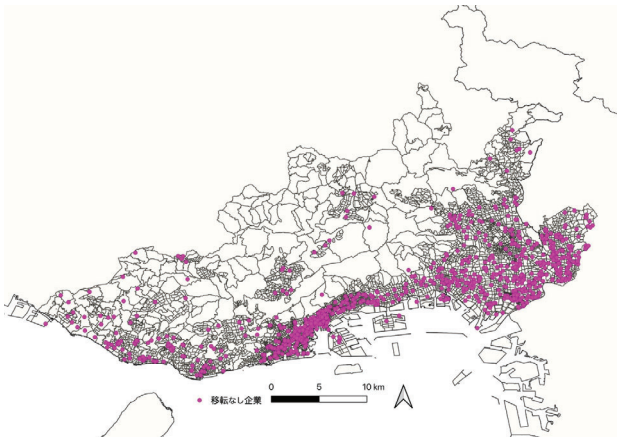


図 1 被災前企業本社所在地（移転なし）

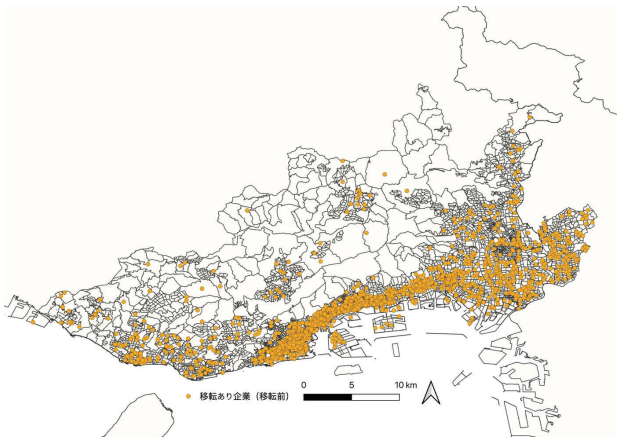


図 2 被災前企業本社所在地（移転あり）

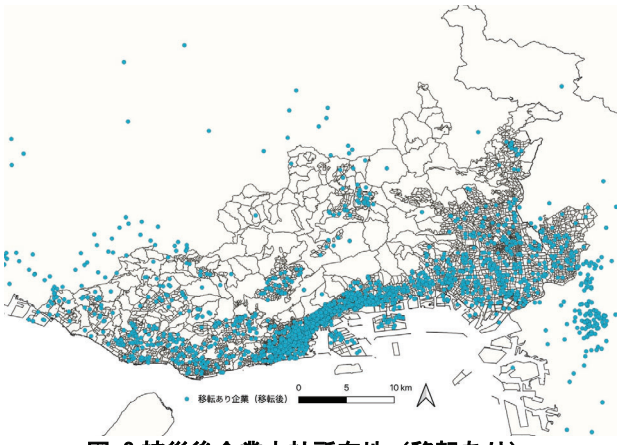


図 3 被災後企業本社所在地（移転あり）

3.3 用途地域別分析

移転前後の所在地の用途地域分類別企業数を、表 1 に示す。移転前後で用途地域の変更がない企業が 55%をしめている。特に、商業系用途地域から商業系用途地域に移転した企業の数が最も多くなった。また、移転前は商業系用途地域に所在している企業数が 1101 社あり、全体の 45%と最も多かったが、移転後には、住居系用途地域に所在する企業数が 1017 社で全体の 41%と最も多くなった。移転前に商業系用途地域に所在していた企業のうち、全企業数の 14%である 346 社が住居系用途地域に移転しており、住居系用途地域から商業系用途地域に移転した企業数を大幅に上回っていた。

移転のあった企業に対して、移転前後で産業分類大分類別に集計した結果を表２、表３に示す。J産業（金融業、保険業）の企業は商業系用途地域に所在する企業が 19%減少しており、住居系用途地域に所在する企業が増加したことが明らかとなった。また、I 産業（卸売業、小売業）も商業系用途地域に所在する企業が 15%減少しており、他の産業よりも減少率が高くなっていた。また、G 産業（情報通信業）は、商業系用途地域および住居系用途地域に所在している企業数が減少し、工業系用途地域に所在している企業が大幅に増加している。同様に、H 産業（運輸業、郵便業）でも同様の傾向が確認された。この結果から、被災後、G 産業と H 産業は工業系用途地域への集積が進んだことが示唆された。L 産業（学術研究、専門・技術サービス業）は、商業系用途地域および工業系用途地域に所在している企業数が減少し、住居系用途地域に所在している企業が大幅に増加している点が特徴である。この結果から、L 産業は、被災後、住居系用途地域への集積が進んだことが知見として得られた。

3.4 移転距離に関する分析

球面余弦定理を用いて、地球の半径を 6371km で固定し、移転距離を算出した結果を表３に示す。1km 未満移転し

表 2 産業分類大分類別用途地域別企業数（移転前）

移転前	住居系	商業系	工業系	用途地域外	合計（社）
D 産業	223(61%)	84(23%)	54(15%)	4(1%)	365
E 産業	93(26%)	86(25%)	165(47%)	7(2%)	351
G 産業	17(31%)	37(67%)	1(2%)	0(0%)	55
H 産業	34(26%)	56(42%)	38(29%)	4(3%)	132
I 産業	352(35%)	528(52%)	123(12%)	14(1%)	1,017
J 産業	6(27%)	14(64%)	2(10%)	0(0%)	22
K 産業	68(37%)	98(54%)	16(9%)	0(0%)	182
L 産業	34(29%)	71(61%)	10(9%)	2(2%)	117
M 産業	20(35%)	33(58%)	4(7%)	0(0%)	57
N 産業	14(29%)	31(63%)	3(6%)	1(2%)	49
O 産業	10(45%)	9(41%)	3(14%)	0(0%)	22
P 産業	3(23%)	7(54%)	3(23%)	0(0%)	13
R 産業	25(31%)	39(49%)	14(18%)	2(3%)	80
その他	0(0%)	8(80%)	1(10%)	1(10%)	10
合計	899(36%)	1,101(45%)	437(18%)	35(1%)	2,472

表 3 産業分類大分類別用途地域別企業数（移転後）

移転前	住居系	商業系	工業系	用途地域外	合計（社）
D 産業	206(56%)	80(22%)	55(15%)	24(7%)	365
E 産業	99(28%)	66(19%)	160(46%)	26(7%)	351
G 産業	15(27%)	30(55%)	10(18%)	0(0%)	55
H 産業	28(21%)	49(37%)	46(35%)	9(7%)	132
I 産業	453(45%)	374(37%)	150(15%)	40(4%)	1,017
J 産業	8(36%)	10(45%)	2(9%)	2(9%)	22
K 産業	80(44%)	77(42%)	19(10%)	6(3%)	182
L 産業	51(44%)	57(49%)	8(7%)	1(1%)	117
M 産業	17(30%)	32(63%)	7(12%)	1(2%)	57
N 産業	17(35%)	29(59%)	2(4%)	1(2%)	49
O 産業	9(41%)	12(55%)	1(9%)	0(0%)	22
P 産業	3(23%)	8(62%)	1(8%)	1(8%)	13
R 産業	27(34%)	37(46%)	15(19%)	1(1%)	80
その他	4(40%)	4(40%)	1(10%)	1(10%)	10
合計	1,017(41%)	865(35%)	477(1%)	113(5%)	2,472

た企業割合は全体で 38%であり、植杉らの研究結果 [3]と概ね一致していた。特に、移転距離が 1km 未満であったものが 50%以上を占めていた産業は、M 産業（宿泊業、飲食サービス業）と P 産業（医療、福祉）であった。

30km 以上移転した企業割合は全体で 4%であった。特に、30km 以上移転した企業が 30%以上となった産業は、G 産業（情報通信業）と P 産業であった。P 産業では、近距離移転または同一地方内での移転が選択された割合が多く、これらの範囲での移転が効用が高いことが明らかになった。また、G 産業は、1km 未満の移転をした企業割合が同産業内で 27%を占めており、他の産業と比較すると小さな値となっている。この結果は、G 産業は移転先に関しての距離抵抗が小さいことを示唆していると推察される。

表 3 産業分類大分類別の移転距離の企業数割合

	1km 未満	1km 以上 10km 未満	10km 以上 30km 未満	30km 以上
全産業	38%	41%	17%	5%
D 産業	44%	44%	11%	2%
E 産業	39%	40%	15%	7%
G 産業	26%	37%	29%	8%
H 産業	32%	40%	20%	9%
I 産業	38%	39%	19%	4%
J 産業	37%	47%	14%	5%
K 産業	45%	43%	11%	2%
L 産業	26%	49%	22%	4%
M 産業	60%	27%	11%	4%
N 産業	38%	36%	20%	4%
O 産業	24%	51%	27%	0%
P 産業	61%	8%	23%	8%
R 産業	47%	39%	9%	7%
ABCFT 産業	10%	30%	50%	10%

４．結論と今後の課題

本研究では、集積度の高い地域が被災した阪神・淡路大震災を対象に、移転した企業の特徴を産業別・用途地域別の分析を通して被災後の企業本社の動態を明らかにすることを目的とし、分析結果から阪神・淡路大震災後に本社移転した企業の特徴として、以下の 4 点が明らかとなった。

第一に、対象期間内に移転があった企業は 11%であった。移転企業数を産業分類大分類別に比較すると、I 産業（卸売業、小売業）、D 産業（建設業）が多く、企業移転率を比較すると、G 産業（情報通信業）や L 産業（学術研究、専門・技術サービス業）が高いことが確認された。

第二に、移転のなかった企業と移転があった企業の従前の空間的分布は似た傾向を示していたが、移転後は、対象地域内の内陸部や、兵庫県内の内陸部に企業移転が進んでいることが明らかとなった。また、集積度がより高い都心部に移転した企業も確認された。

第三に、移転前後で用途地域の変更がない企業が多く、特に、商業系用途地域か内での移転数が最も多いことが確認された。産業分類大分類別に見ると、J 産業（金融業、保険業）と I 産業（卸売業、小売業）については、商業系用途地域から分散する傾向が明らかとなった。また、G 産業（情報通信業）と H 産業（運輸業、郵便業）は被災後に工業系用途地域への集積が進んだことが示唆された。L 産業（学術研究、専門・技術サービス業）は、被災後に住居系用途地域への集積が進んだことが知見として得られた。

第四に、移転のあった企業のうち、移転距離が 1km 未満の移転が 39%であった。また、2km 未満、10km 未満の移転が各々53%、79%であった。これは、近距離での移転が多いことを意味しており、先行研究と同様の結果が得られた。産業分類大分類別には、1km 未満の移転をした企業割合が高い産業分類は M 産業（宿泊業、飲食サービス業）と P 産業（医療、福祉）であり、30km 以上の移転をした企業割合が高い産業は、G 産業（情報通信業）と P 産業（医療、福祉）であることが明らかとなった。

今後の課題としては、本研究で得られた知見をもとに、企業本社移転決定に資する要素を決定し、影響力を定量的・定性的に分析することで、企業移転の構造的要因を明らかにすることを目指すことが求められるだろう。また、本研究では、1995 年に起こった阪神・淡路大震災を対象として分析を行っており、現代の社会的背景とは異なることに注意する必要があるだろう。

謝辞

株式会社帝国データバンクよりデータを提供いただきました。また、分析対象地の県・市町村より用途地域データを提供いただきました。記して感謝申し上げます。

参考文献

1)国土交通省,各国の主要都市への集中の現状 , https://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/content/001319312.pdf （最終閲覧日：2025 年 4 月 17 日）

2) Uchida, H., Miyakawa, D., Hosono, K., Ono, A., Uchino, T. and Uesugi, I. (2014), 「Natural Disaster and Natural Selection」, RIETI Discussion Paper Series, 14-E-055.

3) 植杉威一郎, 内田浩史, 内野泰助, 小野有人, 間真実, 細野薫, 宮川大介(2013),「大震災と企業行動のダイナミクス」, 経済研究, 64(2), pp.97-118.

4)総務省,日本標準産業分類一般原則, https://www.soumu.go.jp/main_content/000286955.pdf (最終閲覧日：2025 年 4 月 17 日)

5) 国土交通省, 阪神・淡路大震災による災害に係る激甚災害に対処するための特別の財政援助等に関する法律施行令第四十一条第一項の区域, https://www.mlit.go.jp/notice/noticedata/sgml/1995/25278010/25278010.html, （最終閲覧日：2025 年 4 月 17 日）

名古屋市港区・南区における津波浸水想定区域の人口推移と誘導区域の課題

Population trends in areas expected to be inundated by tsunamis in Minato and Minami Wards,Nagoya City, and issues in the Guidance Zone

村上 大介[1]， 柄谷 友香[1]
Daisuke MURAKAMI[1] and Yuka KARATANI[1]

[1] 名城大学大学院 都市情報学研究科
Graduate School of Urban Science, Meijo University

This study focuses on the Minami and Minato wards of Nagoya City,which are particularly vulnerable to tsunami damage from a major Nankai Trough earthquake,using GIS to visualize the tsunami inundation zones and population trends,and to clarify the relationship between tsunami risk and population trends in the area.We will also focus on urban function guidance zones and analyze the population trends within these zones to examine whether Nagoya City has taken tsunami risk into account in its urban planning.

Keywords *:Guidance Zone,Population Trends, Potential tsunami inundation area,GIS*

１．研究の背景と目的

本研究は，南海トラフ巨大地震に伴う津波被害が想定される名古屋市南区および港区を対象とし，GISを活用して津波浸水リスクと人口変動の関係性を明らかにする．特に，都市機能誘導区域に着目し，当該区域における人口推移を分析することで，都市計画における津波リスクの考慮について検討する．得られた知見により，南海トラフ地震による津波リスクを軽減する為の都市計画や土地利用上の課題を見出し，提案することを本研究の目的とする．

２．既存研究のレビューと本研究の位置付け

櫻井・小川（2023）[1)]によれば，和歌山県５市町を対象に，津波浸水想定区域を除外した居住誘導区域の再指定が可能であり，安全な人口誘導が実現できることや都市機能誘導区域の津波リスクを明らかにした．池永・大原（2015）[2)]によれば，日本全国における災害リスク曝露人口の分布を分析し，戦略的土地利用の必要性を明らかにした．秦・前田（2020）[3)]によれば，洪水リスクの高い地域で宅地化が進み，人口と世帯数が増加していることを明らかにした．これらを踏まえ，本研究では名古屋市においても同様の傾向がある可能性を仮説として検証し，津波リスク軽減に向けた都市計画および土地利用の課題を明確化し，改善策を提案する．

３．名古屋市港区と南区の津波浸水想定区域における人口推移（1995年～2020年）

(1) 用いたデータと分析方法

津波浸水想定区域における経年的な人口増減を GIS の面積按分機能[注 1)]を利用し，各メッシュ内における按分人口を算出し分析する．なお，按分人口とは，津波浸水想定区域に属する人口を推定するため，メッシュ全体の人口に，その区域の重なり面積をメッシュ全体の面積で除した値を乗じた値とする．なお ，分析には，1)500m メッシュ国勢調査データ（1995 年～2020 年の 6 回分），2)津波浸水想定データ（2023 年度版），3)esri ジャパン提供の名古屋市境界データ（2022 年 5 月時点）を用いた．

(2) 津波浸水深と被害程度の定義について

内閣府の「南海トラフの巨大地震モデル検討会」[7)]及び堺市の津波ハザードマップ[8)]をもとに，本研究では津波浸水深及び被害程度について以下のように定義する．
①津波浸水深 0.01m 以上 0.3m 未満の場合，大人が膝まで浸かる深さであり，思うように歩くことができず避難行動の際に避難に時間を要する可能性がある．
②津波浸水深 0.3m 以上 1m 未満の場合，避難行動が困難となり，動くことができなくなる．
③津波浸水深 1m 以上 2m 未満の場合，津波に巻き込まれた場合，ほとんどの人が死亡する危険性が高い．
④津波浸水深 2m 以上 5m 未満の場合，木造家屋の半数が全壊する．（※津波浸水深 3m 以上で，ほとんどの木造家屋が全壊する）
⑤津波浸水深 5m 以上 10m 未満の場合，2 階建ての建物，または 2 階部分までが水没する．
⑥津波浸水深 10m 以上の場合，3 階建ての建物，または 3 階部分までが完全に水没する．

(3) 分析結果

表 1 は，名古屋市の津波浸水深度別の按分人口の経年変化を示したものである．表 2 は，1995 年の按分人口を 100 とした時の各年の割合を示したものである．縦軸は津波の浸水深を表しており，1 は 0.01m 以上 0.3m 未満，2 は 0.3m 以上 1.0m 未満，3 は 1.0m 以上 2.0m 未満を示している．横軸は各年代を示している．一番右の列は，浸水深ごとの按分人口の母数を示している．

表 1　津波浸水深度別の按分人口の経年変化（人）

	1995年	2000年	2005年	2010年	2015年	2020年	箇所
1(0.01m-0.3m	239257	232919	233367	226460	219483	214996	199箇所
2(0.3m-1.0m	61147	60681	60049	58952	58220	56325	19箇所
3(1.0m-2.0m	5272	5019	4826	4537	4585	4566	2箇所

表 2　津波浸水深度別の按分人口の経年変化の割合
（1995 年を 100 とする）

	1995年	2000年	2005年	2010年	2015年	2020年	箇所
1(0.01m-0.3m	100	97.35	97.54	94.65	91.74	89.86	199箇所
2(0.3m-1.0m	100	99.24	98.20	96.41	95.21	92.11	19箇所
3(1.0m-2.0m	100	95.20	91.54	86.04	86.96	86.60	2箇所

図 1 は，津波浸水深が 1.0m 以上 2.0m 未満であり，かつ按分人口が集中している地域を GIS 上に示したものである．図中の地点 1 は「南区天白町 1 丁目」，地点 2 は「港区小碓 1 丁目」を示す．表 3 には，地点 1 と地点 2 における按分人口の推移を示した．

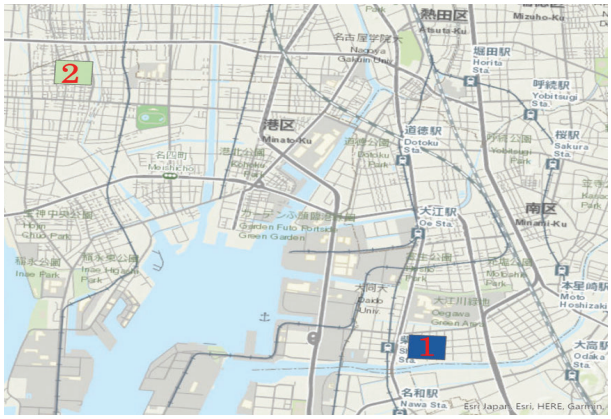


図 1　津波浸水深が 1.0m 以上 2.0m 未満であり，
かつ按分人口が集中している地域

表 3　津波浸水深 1.0m 以上 2.0m 未満の按分人口推移
（人）

	1995年	2000年	2005年	2010年	2015年	2020年
南区天白町1丁目	3989	3525	3270	3015	2901	2887
港区小碓1丁目	1283	1495	1557	1521	1684	1679
合計	5272	5019	4826	4537	4585	4566

表 1 から表 3 と図 1 より，以下のことが推察できる．

1 つ目は，港区と南区において津波浸水深が 1（0.01m 以上 0.3m 未満）のエリアの按分人口が他の浸水深と比較して多い．津波の浸水深が 1（0.01m 以上 0.3m 未満）の場合，大人が膝まで浸かる（思うように歩くことができない）程度と想定され，港区と南区の人口[注 2)]のうち，8 割程度は避難の際に，時間がかかる可能性がある．

2 つ目は，仮に津波が襲った場合，津波によって死亡の可能性がある（津波浸水深 1.0m 以上 2.0m 未満）エリアの按分人口は，1995 年時点と比較して 2020 年時点では 4566 人に減少している．しかし，これは 2 箇所の合計値である．このことから，津波の危険性が高いエリアに住民が密集していることがわかった．さらに，GIS で調べた結果，この 2 箇所には以下の特徴がある．

1 つ目は，「南区天白町 1 丁目」で近くに天白川が流れており，団地と病院がある．2 つ目は，「港区小碓 1 丁目」で近くに荒子川が流れており，密集した住宅がある．

以上より，現状として名古屋港付近よりも川付近の団地や密集した住宅街の方が，津波に対する曝露人口が多いことがわかった．

4．名古屋市の誘導区域における課題と誘導区域内の津波リスクがある地域の人口推移

(1) 名古屋市の都市機能誘導区域及び居住誘導区域の概要

名古屋市は，立地適正化計画なごや集約連携型まちづくりプラン」[9)] で都市機能誘導区域・居住誘導区域・要安全配慮区域の3つを定めている．

都市機能誘導区域は，土砂災害リスクが高い区域や第一種・第二種低層住居専用地域などが除外対象である．居住誘導区域は，浸水深3m以上の洪水・高潮・内水氾濫区域，津波浸水深2m以上の区域，土砂災害リスクが高い区域などが除外対象である．要安全配慮区域は，一定以下の災害リスクがあるが，誘導区域の範囲から外さず，安全に配慮した居住方法などの理解促進を図るエリアである．浸水深0.5m以上の洪水・内水氾濫・高潮浸水想定区域，津波浸水深0.3m以上の区域，土砂災害リスクが高い区域，家屋倒壊等氾濫想定区域，および液状化リスクが中～大の区域が除外対象である．

(2) 名古屋市の都市機能誘導区域及び居住誘導区域における課題

図 2 は，名古屋市の都市機能誘導区域と津波浸水想定区域を示したものである．津波浸水想定区域は，表 4 の区分に基づいて色分けしている．また，地図上では，外側の線が青で囲まれ内部が紫で塗られているエリアが都市機能誘導区域を示している．表 4 は津波浸水深の区分の色分けを示す．

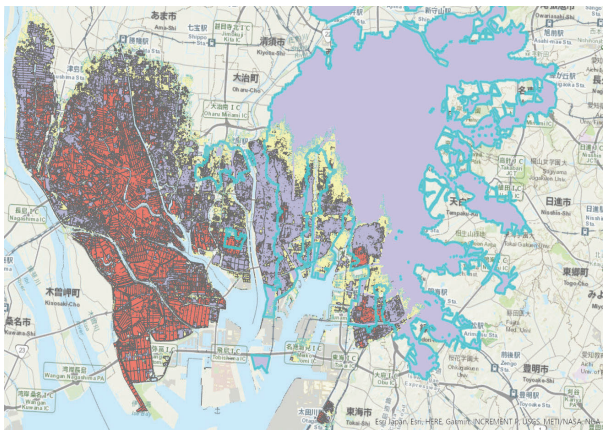


図 2　名古屋市の都市機能誘導区域と津波浸水想定区域
を GIS 上で重ねたもの

表 4　津波浸水深の区分の色分け

津波浸水深の区分	ランク	色
0.01以上-0.3m 未満	1	
0.3m 以上-1.0m 未満	2	
1.0m 以上-2.0m 未満	3	
2.0m 以上-5.0m 未満	4	

図 2 によれば，都市機能誘導区域について，災害リスクの大きいエリアとして土砂災害のリスクが高い区域しか除外しておらず，居住誘導区域のように津波の災害リスクは考えられていないことがわかった．また，仮に津波が襲った場合，津波によって死亡の可能性がある（津波浸水深 1.0m 以上）エリアが都市機能誘導区域に設定されている．

図 3 は，国土交通省が発表している名古屋市の津波浸水想定区域を示したものである．オレンジ色の部分が津波の浸水深が 2m 以上のエリアである．図 4 は，名古屋市が「立地適正化計画なごや集約連携型まちづくりプラン」[9]で，居住誘導区域から除外すると定められているエリアを示したものである．紫の斜線が引かれているエリアは，災害リスクが大きい範囲（津波水深が 2m 以上）として，居住誘導区域外に指定されている．

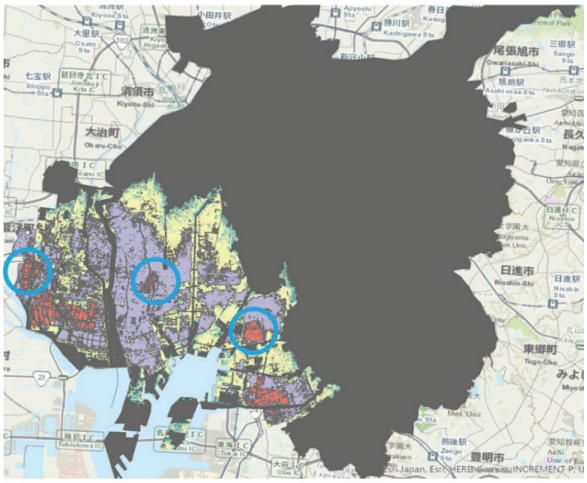


図 3　名古屋市における津波浸水想定区域（浸水深 2m 以上のエリアを含む）

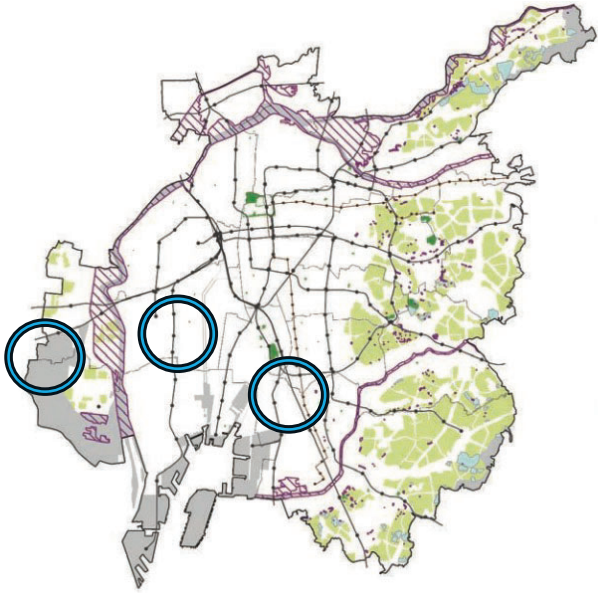


図 4　名古屋市の居住誘導区域外と定められている災害リスクの大きいエリア（浸水深 2m 以上）

まず，図 3 中の青丸で示したメッシュは，南海トラフ地震の際，津波の浸水深が 2m 以上と予測されているエリアである．しかし，現状の「立地適正化計画なごや集約連携型まちづくりプラン」[9]では，これらのエリアが災害リスクの大きい区域として指定されておらず，誘導区域に指定可能となっている．青丸で示したメッシュは図の左から①港区福屋周辺②港区小碓 1 丁目周辺③港区道徳新町周辺である．それぞれの現状は以下の通りである．

①港区の福屋周辺は，都市機能誘導区域・居住誘導区域とも指定されていない．②港区小碓 1 丁目周辺は，都市機能誘導区域及び居住誘導区域（要安全配慮区域）に指定されている．③港区道徳新町周辺は，都市機能誘導区域及び居住誘導区域（要安全配慮区域）に指定されている．

(3) 名古屋市の都市機能誘導区域及び居住誘導区域における課題を踏まえた提案

本章で得られた知見をもとに，将来的に津波リスクに配慮した土地利用を目指すべく，２つの提案を行う．

１つ目は，青丸のエリアを災害リスクの大きいエリアに追加指定し居住誘導区域を見直す．名古屋市が現在定めている災害リスクの大きいエリア（津波の浸水深が 2m 以上）に，新たに港区福屋周辺，港区小碓 1 丁目周辺，港区道徳新町周辺の青丸エリアを追加指定することを提案する．また，港区小碓 1 丁目周辺と港区道徳新町周辺を居住誘導区域（要安全配慮地域）及び都市機能誘導区域から除外することを提案する．

2 つ目は，居住誘導区域と同様に，都市機能誘導区域を指定する際に，津波リスクを除外する基準として追加する．これにより，災害リスクが高い区域に都市機能を誘導することを防ぎ，災害による被害を抑制することができる．

(4) 都市機能誘導区域及び津波リスクがある地域の人口推移

a) 用いたデータと分析方法

都市機能誘導区域及び津波リスクがある地域の人口推移を分析する．なお，分析には，第 3 章で用いたデータ，10) 国土数値情報ダウンロードサイトの立地適正化計画区域 2020 年度（令和 2 年度）版名古屋市都市機能誘導区域を用いた．

b) 分析結果

表 5 は，名古屋市の都市機能誘導区域における津波浸水深度別の按分人口の経年変化を示したものである．表 6 は，名古屋市の都市機能誘導区域における津波浸水深度別の按分人口の経年変化の割合を 1995 の按分人口を 100 とし，各年の割合を示したものである．縦軸は津波の浸水深を表しており，1 は 0.01m 以上 0.3m 未満，2 は 0.3m 以上 1.0m 未満，3 は 1.0m 以上 2.0m 未満を示している．横軸は各年代を示している．一番右の列は，浸水深ごとの按分人口の母数を示している．

表 5　名古屋市の都市機能誘導区域における津波浸水深度別の按分人口の経年変化（人）

	1995年	2000年	2005年	2010年	2015年	2020年	箇所
1(0.01m-0.3m)	191341	183587	184377	178642	172808	168882	120箇所
2(0.3m-1.0m)	49962	49569	48346	47514	46727	45110	20箇所
3(1.0m-2.0m)	5272	5019	4826	4537	4585	4566	2箇所

表 6　名古屋市の都市機能誘導区域における津波浸水深度別の按分人口の経年変化割合（1995 年を 100 とする）

	1995年	2000年	2005年	2010年	2015年	2020年	箇所
1(0.01m-0.3m)	100	96	96	93	90	88	120箇所
2(0.3m-1.0m)	100	99	97	95	94	90	20箇所
3(1.0m-2.0m)	100	95	92	86	87	87	2箇所

これらによれば，まず，3 章の結果同様，名古屋市港区と港区の都市機能誘導区域においても，津波浸水深が 1（0.01m 以上 0.3m 未満）のエリアに住む按分人口が他の浸水深と比較して多い．従って，港区と南区の人口[注 2)]の

うち，8 割程度は大人が膝まで浸かる（思うように歩くことができない）程度の津波が襲い，避難に時間がかかる可能性があることがわかった．

また，仮に津波が襲った場合，津波によって死亡の可能性がある（津波浸水深 1.0m 以上 2.0m 未満）エリアは 2 箇所あり，3 章で述べた通り南区天白町 1 丁目と港区小碓 1 丁目と同じであった．この 2 箇所について「南区天白町 1 丁目」の方は，名古屋市が定めている災害リスクが大きいエリアに該当しており，都市機能誘導区域と居住誘導区域内（要安全配慮区域）に指定されていた．一方，「港区小碓 1 丁目」の方は災害リスクが大きいエリアに該当しておらず，都市機能誘導区域と居住誘導区域内（要安全配慮区域）は指定されていた．該当している地域の人口は概ね減少していることが読み取れる．

(5)都市機能誘導区域及び津波リスクがある地域に対する提案

4 章と同様に「港区小碓 1 丁目」周辺のエリアを名古屋市の居住誘導区域と都市機能誘導区域を定める際に，災害リスクが大きいエリアの一つとして指定する．それに加え，居住誘導区域（要安全配慮地域）及び都市機能誘導区域から除外する．これにより，このエリアの新規住宅や商業施設の開発を制限することで，津波による被害を少しでも減少させることができると考える．

５． 結論と今後の課題

本研究の結果，以下の結論が得られた．

第 3 章では，災害の種類は異なるが，津波リスクが高い地域の人口は 1995 年以降概ね減少傾向にあることが明らかとなった．特に，津波の発生時に「大人が膝まで浸かる（思うように歩くことができない）」程度の浸水被害（津波浸水深 0.01m 以上 0.3m 未満）を受ける地域について調査したところ，港区及び南区の人口の約 8 割が該当することが分かった．このようなエリアでは，津波発生時，避難に時間を要する可能性が高いと考えられる．また，「南区天白町 1 丁目」及び「港区小碓 1 丁目」の 2 箇所は，津波による死亡リスクが高い（津波浸水深 1.0m 以上 2.0m 未満）地域であり，かつ人口密度が高いことが判明した．

第 4 章では，仮に津波が発生した場合，ほとんどの人が死亡する可能性が高い程度の津波浸水深 1.0m 以上のエリアが都市機能誘導区域に含まれていることが分かった．このような状況を踏まえ，都市機能誘導区域を指定する際には，津波リスクを評価基準に追加する必要があると考える．さらに，名古屋市では居住誘導区域から除外対象となっている災害リスクの高いエリアについても再検討が必要である．また，第 3 章と同様に，名古屋市の都市機能誘導区域に該当する津波リスクの高い地域では，1995 年以降，概ね減少傾向にあることが明らかになった．

今後の課題として，南海トラフ地震による津波リスクのある他地域に対象を広げ，津波リスクと土地利用の関連性について分析したいと考えている．

補注

(1)面積按分は，地域や領域の面積に応じてデータ配分する手法で，各領域の面積の割合を計算し，割合に基づきデータを割り当てる．本研究では，国勢調査と津波浸水想定区域の重なりの割合に基づいて，按分人口を求める．

(2) 名古屋市港区と港区の人口は，名古屋市が発表している「学区別，男女別，年齢（5 歳階級）別公簿人口(区別)の人口」[11] を参考とする．2025 年時点で，南区の人口は 131859 人で港区の人口は 141240 人である．よって 2 区の合計は 273099 人と定義する．

参考文献

1)櫻井祥之・小川宏種（2023）：津波浸水想定区域を考慮した居住誘導区域の指定に関する一考察ー和歌山県内 5 市町村を対象としたケーススタディー，日本都市計画学会都市計画論文集，Vol. 58No. 3，pp. 1431-1438.

2)池永知史・大原美保（2015）：全国を俯瞰した災害リスク曝露人口分布の分析ー将来の人口減少を考慮した土地利用に向けてー，地域安全学会地域安全学会論文集，No. 25，pp. 45-54.

3) 秦康範・前田真孝（2020）：全国ならびに都道府県別の洪水浸水想定区域の人口の推移，18 巻，日本災害情報学会論文集，18 巻 1 号，pp. 107-114.

4) 総務省「e-Stat 政府統計の総合窓口国勢調査」https://www.e-stat.go.jp/gis/statmap-search?page=1&type=1&toukeiCode=00200521（2024 年 12 月 25 日アクセス）

5) 国土交通省「国土数値情報ダウンロードサイト津波浸水想定データ（令和 5 年度）版」https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A40-2023. html（2024 年 12 月 25 日アクセス）

6)esri ジャパン「全国市区町村界データ」https://www. esrij.com/products/japan-shp/（2024 年 12 月 25 日アクセス）

7)内閣府「内閣府防災情報のページ津波の推計結果等の活用にあたっての留意点」https://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/model/pdf/20120905_01. pdf（2024 年 12 月 25 日アクセス

8)堺市「津波ハザードマップ-堺市」https://www.city.sakai.lg.jp/sakai/torikumi/bousaitorikumi/75416520220624101818288.files/1_sakai_tsunami1.pdf（2024 年 12 月 25 日アクセス）

9)名古屋市「誘導区域と誘導施設の設定」https://www.city.nagoya.jp/jutakutoshi/cmsfiles/contents/0000103/103898/chirashi_2303. pdf（2024 年 12 月 25 日アクセス）

10)国土交通省「国土数値情報ダウンロードサイト立地適正化計画区域 2020 年度（令和 2 年度）版」https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A50-2020. html（2024 年 12 月 25 日アクセス）

11)名古屋市「学区別，男女別，年齢（5 歳）別公簿人口（区別）」https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.city.nagoya.jp%2Fsomu%2Fcmsfiles%2Fcontents%2F0000011%2F11064%2FCC0020F_2025.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK（2024 年 12 月 25 日アクセス）

津波避難準備行動促進のためのワークショップの提案 －沼津市我入道地区・常盤町地区での試行事例－

Proposal for a Workshop to Promote Preparedness to Enable Rapid Evacuation from Tsunamis - Case Study of Ganyudo district and Tokiwacho district in Numazu City -

池田 浩敬[1]
Hirotaka IKEDA[1]

[1] 常葉大学大学院 環境防災研究科
Graduate School of Environment and Disaster Research, Tokoha University

Interviews were conducted in areas affected by the Great East Japan Earthquake regarding tsunami evacuation behavior. The results clarified behaviors that were preventing rapid evacuation. Workshops promoting rapid tsunami evacuation in two coastal districts of Numazu City, Shizuoka Prefecture, where the Nankai Trough mega-earthquake is expected to occur were given. Participants learned behaviors that had hindered rapid evacuation in past tsunami disasters and were asked if these behaviors could occur in their area. They were then asked to consider what preparation could be taken to avoid such behaviors. Survey results showed that workshop participants were more likely to avoid actions that would hinder rapid evacuation from a tsunami after the workshop than they were before the workshop.

Keywords *: workshop, evacuation from Tsunami, preparedness to enable rapid evacuation, Numazu city*

１．はじめに

近年，我が国では東日本大震災や能登半島地震など地震に伴う津波災害が発生している．さらに発生が懸念されている南海トラフ地震では，2011 年の東日本大震災を大きく上回る津波による人的被害が想定されている．[1)]

池田らは，2013 年 3 月から 2023 年 11 月まで東日本大震災の被災地である岩手県大船渡市綾里，陸前高田市小友町，野田村，青森県三沢市三川目・六川目地区に於いて津波避難行動調査を実施し，その成果を GIS を用いてデータベース化した．このデータベースを用いて分析を行った結果，地震発生時に多くの住民が即時避難を行わず，迅速な被害を阻害する行動を取っていることが明らかとなった．[2) 3) 4) 5)]

こうした成果を踏まえ，今後の津波災害備え避難の迅速化を促進するためには，迅速な避難を阻害する避難者自身の行動に潜む要因を事前に除去しておくことが必要である.池田らの研究に於いては，避難者自身の行動に潜む迅速な避難を阻害する要因が具体的に挙げられ，またそれらの行動を取る理由及びその事前の解消方法についても提案されている．当該研究の中では，そうした事前対応を「避難準備行動」と呼びその促進の必要性を謳っている．[6)]

そこで本研究では，迅速な避難を阻害する避難者自身の行動に潜む要因を事前に取り除くため，避難準備行動を促進させるための住民ワークショップを提案・実施するとともに，ワークショップの実施が参加者の避難意識にどのような影響を与えたかを評価するため，ワークショップ前後に津波避難に関する意識調査を行い，ワークショップの迅速な避難行動促進に関する効果を検証した.

これまでも，津波避難対策に関連するワークショップの研究については，津波避難計画立案を目的とした住民ワークショップの提案とその有効性を検証したもの[7)]，同様にワークショップを前提とした津波避難計画策定における地域の実態を反映させた避難シミュレーションモデルの構築や当該モデルを用いた避難リスクの視覚化などの支援技術の提供とその効果の評価を行ったもの[8)]，リスクコミュニケーション手法としての逃げ地図づくりワークショップの提案・実践とその効果の検証を行ったもの[9) 10)]など多数の研究がなされてきている.

しかし，迅速な避難を阻害する避難者自身の行動に潜む要因を過去の災害事例から明らかにした上で，それらを事前に取り除くための避難準備行動を促進させるための住民ワークショップの提案を行った事例は未だない.

２．ワークショップの概要

(1) 我入道地区

2024 年 2 月 10 日，沼津市我入道自治会館において，住民 22 名が参加するワークショップを実施した．参加者は３つの班(7 人,7 人,8 人)に分かれワークショップを行った.

池田（2024）[6)]の研究成果として挙げられた以下の 7 つの「迅速な避難を妨げる行動」について，自分たちの地区で「起こり得るもの」と「起こり得ないもの」に分類してもらい，その理由についても示してもらった.

①自宅へ戻る
②津波観察
③物を取りに戻る
④（高台ではない）公民館などに集まる
⑤家族（特に子供）を迎えに行く
⑥消防団員（自治会長）としての活動をする
⑦仕事を継続

次に，「起こり得る」と分類された要因については，事前にどのような対策を講じれば迅速な避難が可能になるかを班内で議論してもらい結果を模造紙に纏めてもらった.

各班から結果を発表してもらい参加者全員で情報共有した.

ワークショップの始まる前と終わった後に津波からの避難の意識に関する質問紙調査に回答してもらった．

(2) 常盤町地区

2024 年 7 月 14 日，沼津市千本常盤町自治会館において住民 16 名が参加するワークショップを実施した．内容は我入道地区と同様であった．３つの班(7 人,5 人,4 人)に分かれてワークショップを行った．

図１　ワークショップの様子（我入道地区）

３．ワークショップ成果の概要

(1)避難を阻害する行動が自地区でも起こり得るか否か

1）我入道地区

自地区では起こらないとされた行動として，「公民館などに集まる」「自治会長としての仕事をする（見回り等）」「仕事を継続」を 2 つの班が挙げ，「家族を迎えに行く」を 1 つの班が挙げた

起こらない理由としては，「公民館などに集まる」は「公民館の標高が低い」「避難場所は各自で決めてある」という理由，「自治会長としての仕事をする」は「自分の身の安全を考える」「周囲に高齢者が多く面倒を見切れない」という理由，「仕事を継続」は，「災害のレベルによって判断し仕事は放棄すると決めている」という理由，「家族を迎えに行く」は，「時間が無い」「液状化で道路が使えない」という理由であった．

2）常盤町地区

自地区では起こらないとされた行動として，「津波観察」「公民館などに集まる」「自治会長としての仕事をする」を 2 つの班が挙げ，「自宅に戻る」「仕事を継続」を 1 つの班が挙げた

起こらない理由としては，「津波観察」は「海から近いから」「わざわざ見に行かない」といった理由，「公民館などに集まる」は「海から近いから」「公民館が高台にあるから」という理由，「自治会長としての仕事をする」は「まず自分の命を守る」「近所くらいは見るが見回りはしない」という理由，「自宅に戻る」は，「直接避難場所に行く」という理由，「仕事を継続」は，「無職だから」という理由であった．一部補足すると，この地区には「公民館」と称する施設は無く，恐らく「千本常盤町自治会館」「第二地区センター」などを想起したと考えらえれるが,「千本常盤町自治会館」は非常に海から近く，「第二地区センター」は高台にあり遠い．

(2) 起こり得る阻害行動に対する事前対策の検討

1）我入道地区

「自宅に戻る」行動を抑止するための事前対策として，「避難先を予め家族で決めておく」「耐震化、感震ブレーカーの設置などで自宅の心配要素を排除しておく」「家族の世話を近所にお願いしておく」「津波に対する危機感を持つ」といった対策が挙げられた．

「津波観察」行動抑止のための対策としては，「高い所まで行って観察する」「命を優先する行動を日々の訓練で身に付ける」「津波の際の指定緊急避難場所になっている我入道連合自治会館に Wi-Fi を設置して情報収集できるようにする」「避難を周囲に呼びかけ余裕を作らない」といった対策が挙げられた．

「物を取りに戻る」行動抑止のための対策としては，「貴重品等を持ちだし用袋に纏めておく」「貴重品を貸金庫や浸水域外の友人宅に預けておく」といった対策が挙げられた．

「公民館などに集まる」行動抑止のための対策としては，「近くの指定緊急避難所へ行くことを予め決めておく」といった対策が挙げられた．因みに WS 会場でもあった我入道自治会館は津波の際の市の緊急避難場所にも指定されているが，海・川から近く 2 階建て（屋上）で高さも不安視されており，「ここには避難しない」という意見も聞かれた．

「家族を迎えに行く」行動抑止のための対策としては，「（高齢者）施設での対応を予め確認しておく」「家族の避難場所を予め確認しておく」「集合場所など家族の約束事を決めておく」といった対策が挙げられた．

「自治会長としての仕事をする（見回り等）」行動抑止のための対策としては，「自分も避難しながら大声で避難を呼びかける」「日々の訓練で避難を定着させる」といった対策が挙げられた．

「仕事を継続する」行動抑止のための対策としては，「職場での従業員への指導を徹底する」といった対策が挙げられた．

2）常盤町地区

「自宅に戻る」行動を抑止するための事前対策として，「避難先を予め家族で決めておく」「避難ビルの鍵管理を個人がしなくてよいようにしておく」「非常持ち出し品に拘らない」「地域の避難訓練などで戻らないことを徹底させる」といった対策が挙げられた．

「津波観察」行動抑止のための対策としては，「サイレン等で津波来襲を想起させ反射的に避難させる」といった対策が挙げられた．

「物を取りに戻る」行動抑止のための対策としては，「保険に入っておく」「取りに戻らなくても大丈夫という知識普及と教育をする」「戻らないよう教育・訓練する」といった対策が挙げられた．

「公民館などに集まる」行動抑止のための対策は特に挙げられなかった．その背景としてこの地区に近接する「公民館」として連想される施設のうち「千本常盤町自治会館」は海に近いが隣にいのち山があり指定緊急避難場所となっており，「第二地区センター」は高台に位置しぎりぎりではあるが浸水域外にあるためと考えられる．

「家族を迎えに行く」行動抑止のための対策としては，「学校・会社等での対応を予め確認しておく」「家族の避難場所を予め確認しておく」「所属する地区ごとに避難先等を決めておく」といった対策が挙げられた．

「自治会長としての仕事をする（見回り等）」行動抑止のための対策としては，「住民同士で避難を呼びかけ合う」といった対策が挙げられた．

「仕事を継続する」行動抑止のための対策としては，「職場でルールを作り従業員に教育しておく」といった対策が挙げられた．

4．ワークショップ前後の避難意識の変化

(1) 我入道地区

地震時に自宅外に居た場合に「自宅へ戻る可能性が高い」と回答した人の割合はWS前は約68%だったのがWS後は半分以下の約27%まで減少した．

「津波観察」についても，「海を見に行く可能性が高い」はWS前から0%であったが「分からない」が約9%だったのがWS後は約4.5%と半減した．

「物を取りに戻る」は，WS前は「戻る可能性が高い」が約32%だったのがWS後は約18%まで減少した．

「公民館などに集まる」は，WS会場にもなっている我入道自治会館が指定緊急避難場所にもなっており，「集まる可能性が高い」と回答した人の割合はWS前には約27%おり，WS後はやや減って約23%であった．

「家族を迎えに行く」は，WS前には「行く可能性が高い」と「分からない」を含めて約38%だったのがWS後は両者ともやや減って約23%であった．

「自治会長としての仕事をする（見回り等）」は，WS前には「行く可能性が高い」と「分からない」を含めて約41%だったのがWS後は両者ともやや減って約32%であった．

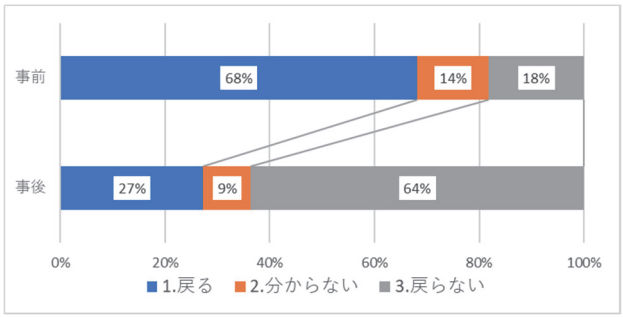


図2　避難意識の変化（自宅に戻る/我入道）

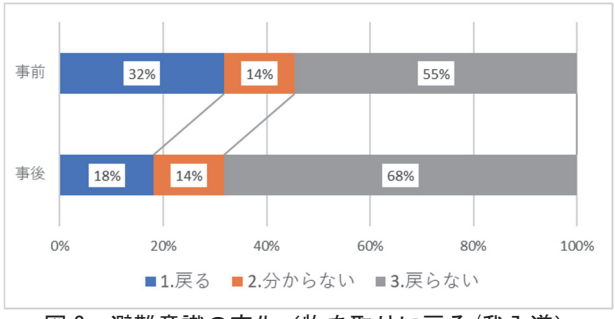


図3　避難意識の変化（物を取りに戻る/我入道）

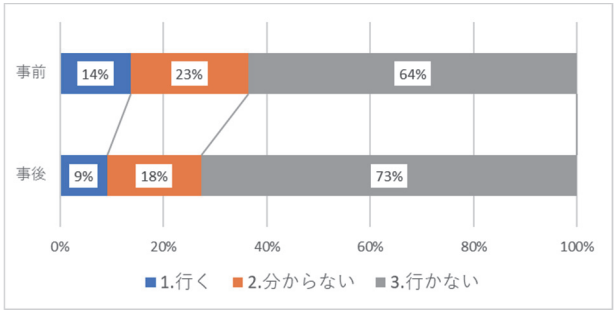


図4　避難意識の変化（家族を迎えに行く/我入道）

「仕事を継続する」は，WS前には「地震後一旦職場に戻る可能性が高い」と「分からない」を合わせて約14%であったのがWS後は「分からない」が0となり，「戻る可能性が高い」の4.5%のみとなった．

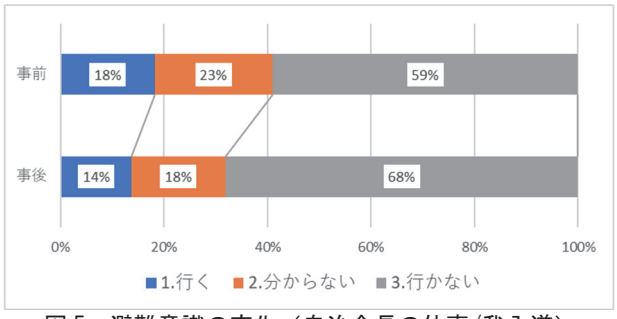


図5　避難意識の変化（自治会長の仕事/我入道）

(2) 常盤地区

地震時に自宅外に居た場合に「自宅へ戻る可能性が高い」と回答した人の割合はWS前は約63%だったのがWS後は半分以下の約27%まで減少した．

「津波観察」についても，WS前から「海（津波）を見に行く可能性が高い」は6%，「分からない」が約13%と少なかったが，WS後は「見に行く」は0%となり，「分からない」も約6%まで減少した．

「物を取りに戻る」は，WS前は「戻る可能性が高い」が約38%だったのがWS後は0%になった．「分からない」との合計値も50%から27%に減少した．

「公民館などに集まる」は，「集まる可能性が高い」と回答した人の割合はWS前には25%であったのが，WS後はやや減って20%になった．

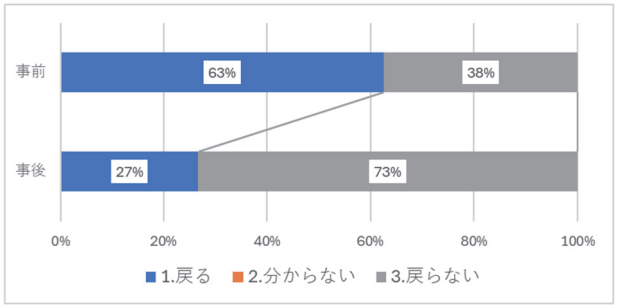


図6　避難意識の変化（自宅に戻る/常盤町）

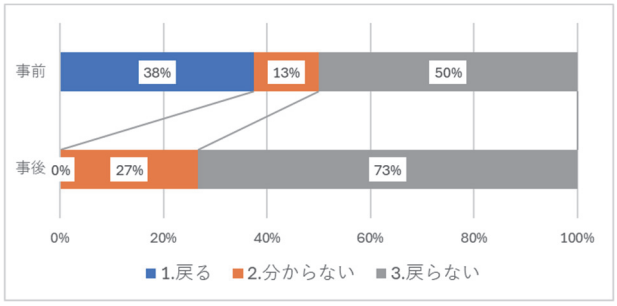


図7　避難意識の変化（物を取りに戻る/常盤町）

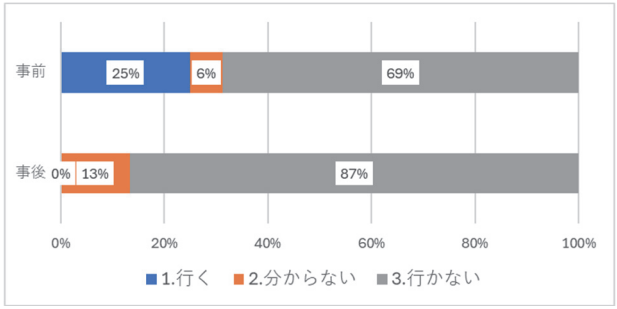


図8　避難意識の変化（家族を迎えに行く/常盤町）

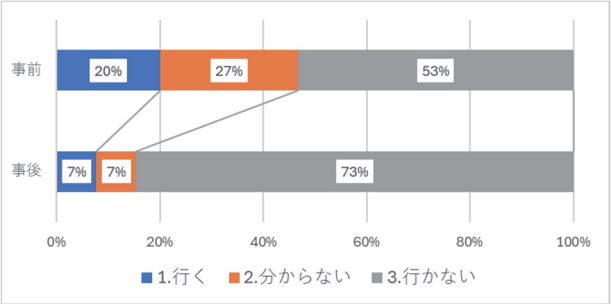


図 9　避難意識の変化（自治会長の仕事/常盤町）

「家族を迎えに行く」は，WS 前には「行く可能性が高い」と回答した人の割合は25%だったのがWS後は0%となった．

「自治会長としての仕事をする（見回り等）」は，WS 前には「行く可能性が高い」と「分からない」を含めて約 47%だったのが WS 後は両者とも減って約 27%になった．

「仕事を継続する」は，WS 前には「地震後一旦職場に戻る可能性が高い」と「分からない」を合わせて約 38%であったのが WS 後は両者ともやや減って 20%であった．

５．まとめ

(1) 迅速な避難の阻害要因となる行動とその対策

自地区では起こらないとされた行動として，両地区ともに複数班が挙げたのは「公民館などに集まる」「自治会長としての仕事をする（見回り等）」の 2 つで，これは東日本大震災で被災した漁村集落に比べ都市部の市街地では日頃から自治会としての結びつきの強さが異なるためと考えられる．

迅速な避難を妨げる阻害要因を事前に除去する対策としては，以下のアイデアが出された．

① 自宅へ戻る：避難先（集合場所）を予め家族で決めておく，家族の世話を近所にお願いしておく，家の耐震化,感震ブレーカーの設置などで自宅の心配要素を排除しておく，非常持ち出し品に拘らないなど．
② 津波観察：高い所まで行って観察する，サイレンや呼びかけなどで見に行く余裕を作らせないなど．
③ 物を取りに戻る：保険に入っておく，取りに戻らなくても大丈夫という知識普及と教育をする，貴重品を貸金庫や浸水域外の友人宅に預けておくなど．
④ 公民館などに集まる：近くの指定緊急避難所へ行くことを予め決めておく．
⑤ 家族を迎えに行く：学校・会社・（高齢者）施設等での対応を予め確認しておく，家族の避難先,集合場所などを予め決めておくなど
⑥ 自治会長としての仕事をする（見回り等）：自分も避難しながら大声で避難を呼びかける，住民同士で避難を呼びかけ合うなど．
⑦ 仕事を継続：職場でルールを作り従業員に徹底しておくなど．

(2) ワークショップ前後の避難意識の変化

両地区とも概ね，WS 後の方が迅速な避難行動を妨げる行動を取る可能性が高いとする回答の比率は下がった．特に「自宅へ戻る」は WS 後大幅に比率が下がり，「物を取りに戻る」「仕事を継続」も次いで大きく下がった．「津波観察」はWS前から比率は低かったが，WS後はさらに低下した．一方で「家族を迎えに行く」「自治会長としての仕事をする」については，その割合は下がってはいるものの WS 後でも「する可能性が高い」という回答は一定程度残っている．「自宅に戻る」も同様であるが，家族や知り合いの安否確認や介助を自分の避難より優先したいという意識も一部であることも否めない．迅速な避難行動を促進するためには，単なる避難意識の問題だけでなく，地域・行政全体で家族や地域の人達の避難を心配せずに自分の避難を優先できるような避難支援体制の整備も併せて必要であると考えれる．

謝辞

ワークショップの実施に当たりご協力頂いた沼津市危機管理課の方々，我入道自治会及び常盤町自治会の方々，常葉大学社会環境学部の学生（当時）の方々，特に 4 年生（当時）の望月伊織氏，牧田璃奈氏には記して深く感謝申し上げる．また本稿は，令和 6 年度科学研究費助成事業（基盤研究（C））「地域特性やコンテキストを含む津波避難行動データベースの構築と避難準備促進への活用（研究代表：池田浩敬（常葉大学））」（課題番号：22K04641）の成果の一部である． ここに記して深く感謝申し上げる．

参考文献

1）内閣府政策統括官（防災担当）；南海トラフ巨大地震の被害想定について（再計算）～建物被害・人的被害～， 2019
2）池田浩敬，他；津波常襲地における防災に関する教訓継承の取り組み-岩手県大船渡市綾里地区の事例-,地域安全学会東日本大震災特別論文集 No.5,pp.15-18,2016
3）池田浩敬，他；東日本大震災時の三陸地域での津波避難等に関する調査-岩手県大船渡市綾里地区・陸前高田市小友地区での事例 - -,地域安全学会梗概集 No.44,pp.47-50,2019
4）池田浩敬，他；東日本大震災時の三陸地域での津波避難等に関する調査-岩手県陸前高田市小友地区での事例 - ,地域安全学会東日本大震災特別論文集 No.10,pp.1-4,2021
5）池田浩敬，他；東日本大震災時の津波避難等に関する調査 - 青森県三沢市三川目・六川目地区での事例 - ,地域安全学会梗概集 No.52,pp.69-72,2023
6）池田浩敬；コンテキストを含む津波避難行動データベースの構築と迅速な避難行動を阻害する要因の分析，地域安全学会論文集，No.45，pp.247-254，2024
7）安倍祥，他；ワークショップ手法による沿岸地域の津波避難計画立案の提案と展開，土木学会，海岸工学論文集, 第 52 巻，pp. 271-1275，2005
8）竹島小一郎，他；コミュニティベースの津波避難計画策定のための支援技術とその効果-高知県南国市における実証-，東京大学生産技術研究所，生産研究，66 巻 4 号，pp.383-387，2014
9）山本俊哉，他；逃げ地図作成ワークショップにおける避難に係る条件の設定方法－逃げ地図を活用した津波防災まちづくりに関する研究（４）－，日本建築学会大会学術講演梗概集（関東），pp.351-352，2015
10）木下勇，他；高知市を事例とした逃げ地図づくりワークショップの普及と地区避難計画の検証－多様な災害からの逃げ地図の作成・活用に関する研究（13）－，日本建築学会大会学術講演梗概集（中国），pp.445-446，2017

大規模水害被災地の土地利用変化の分析

Analysis of the land use transformation after flood disaters

越山 健治[1]，光澤 凜[2]
Kenji KOSHIYAMA[1] and Rin MITSUZAWA[2]

[1] 関西大学社会安全学部
Faculty of Societal Safety Sciences, Kansai University
[2] JR東日本.
East Japan Railway Company

The purpose of this study was to determine the post-disaster development of eight flooded areas damaged by heavy rains. The analysis found that inundation damage had little impact on housing choice or urban development. It is also clear that although fields and other land are being actively converted to residential land, there is no relationship between the increase or decrease in housing demand and the presence or absence of a flooding record. In terms of flooded areas as a whole, convenience of living and other factors are prioritized in current housing choices, but when there are options for residence and development, areas with low flood risk are prioritized.

Keywords *: reconstruction after flood disasters, land transformation, returning disaster areas*

１．研究の背景と目的

近年，世界各地で大雨や台風等の異常気象によって自然災害が毎年のように発生している．我が国においても2015 年関東・東北豪雨や 2018 年西日本豪雨といった大規模水害を引き起こす豪雨が発生している．国土交通省によると，時間降水量が 50 ㎜を超える雨の回数が 1976 年から 1985 年の 10 年間では平均 174 回であったのに対し，2010 年から 2019 年の 10 年間では平均 251 回と 1.4 倍に増加しており，2011 年から 2020 年までの 10 年間で日本全国の約 98%の市町村で水害・土砂災害が発生したことが明らかになっている[1)]．

これらを踏まえ国土交通省は現在の状況を「新たなステージ」とし，危機感を防災・減災の対策に取り組む必要性を示している[2)]．その一方，日本の都市は地盤沈下や天井川の形成によって海や河川の水位よりも低い土地の想定氾濫区域内に形成されている場合が多いように大きなリスクを抱えた上で都市形成がなされている．例えば，秦・前田は 1995 年から 2005 年で浸水想定区域内の人口は 30 都道府県で人口が増加しており，世帯数も 38 都道府県では区域外よりも区域内の増加率が大きいことを示している[3)]．このような状況から我が国における水害リスクは増加の一途を辿っていると考えられる．

豪雨に伴う洪水災害と同様の水災害である津波災害の場合，復興過程での土地利用の再編によってリスクの高い地域への居住を制限するなどの対策が取られ，津波に強いまちづくりが目指されている．このような対策は洪水・浸水災害にも拡がり，2022 年には浸水想定区域内等が含まれる災害イエローゾーン内での開発許可を厳格化するなどの危険区域内での開発の抑制やハザードエリアから移転計画の基準を引き下げることや金銭的な補助を行うことによる危険区域からの移転の促進を行い，「安全で魅力的なまちづくり」を目指した都市計画法・都市計画特別措置法の改正がなされる[4)]などの対策が行われている．しかしながらこれらの法律では個々人の居住を完全に規制するようなことは難しく，例え浸水履歴がある地域であったとしても，土地利用の変化については民意や個々人の選択が大きく影響を与えることが予想される．そこで本研究では，水害被災地における土地利用履歴を明らかにし，居住に関する災害後のリスク受容の変化を捉えることを目的とする．

２．既往研究

浸水想定区域内での市街地の形成について中野らは約 9 割の自治体において浸水想定区域内に市街地となる用途地域が入っており，水害リスクを考慮した規制誘導の難しさを指摘している[5)]．また野沢らは 2010 年から 2020 年の期間に浸水想定がされていない地域では人口が減少しているが，浸水ハザードエリアにおいては人口が増加しており，浸水リスクの高い宅地化された地価の安いエリアへと居住誘導されていることを指摘している[6)]．酒井らは新規市街地においても浸水リスクが既存の市街地と同等程度に浸水リスクが高いことから都市化に際し，水害リスクを下げる方向に市街地区域の設定がされていないことを明らかにした[7)]．また，その土地での住居選択については井上らが水害危険性の高いエリアにおいて地価が低下していないことを明らかにし[8)]，諫川ら河川に近い居住誘導地域では居住選択の際にコスト面や利便性が重視され，災害リスクについてはあまり重要視されていない点を指摘している[9)]．

本研究では，浸水想定による事前リスクではなく，実災害が発生した前後の土地利用形態を見ることにより，災害経験が及ぼす居住地選択に対する直接的な影響をデータ化し，浸水リスクと居住の関係をより的確に捉える基礎資料を収集するものである．

３．研究方法と対象事例

本研究は一定規模の市街地を含む大規模水害事例を対象として，被害状況・浸水区域情報・土地利用情報の推移のデータが得られた 8 つの水害事例を分析対象として設定した（表１）．

まず各地方自治体や国土交通省の調査報告等を用いて GIS 上に浸水範囲を設定し，その範囲内での災害発生前から現在にかけての土地利用の変遷について分析を行った．次に人口・世帯数の変化について考察を行った．

土地利用の変遷は，国土交通省が発行する国土数値情報 [10] を用いて行う（表２）．浸水が確認された地域の災害発生前後の土地利用細分メッシュ(100m)を用い，浸水範囲を対象に面積を土地利用別に合計し，それらを地図化した．

４．浸水区域の土地利用変化

(1)都市型浸水の土地利用変化

8 事例のうち，水害前の時点で建物用地比率が 60%を超えている 3 事例（1993 年鹿児島市，2000 年名古屋市，2004 年福岡市）を抽出し，都市型浸水事例として特徴を分析する．いずれも都市中心部の浸水事例である．

表 3 にあるように，災害前後の変化の特徴として，①建設用地の増加，②田・森林の面積減少，③全体比率の大きな変動はない，が挙げられる．災害前後の土地利用の相互関係を見ると，建物用地，道路用地の 2 つで土地利用の変化が交互に起きているメッシュが多数確認された．このような変化が起きているメッシュは建物の改築や道路の拡幅によって 1 メッシュ内の用途比率がわずかに変化したことが要因だと考えられる．実際，名古屋市では 2006 年に大きく建物用地が増加しているが，その後 2021 年には数%減少している．また 3 事例のすべての時点において建物用地から建物用地の継続利用，建物用地から道路用地への転用が建物利用の中の 8 割を超えている．

人口，世帯数の変化を見ると，3 事例すべてで人口，世帯数は水害発生前から災害後，さらに現在にかけて増加傾向にあり，特に氾濫等が起きた河川周辺から連続する建物用地が広がっているエリア全域でこの傾向が確認される．

以上のことから，都市型浸水後の被災地域では少なくとも住宅需要の減少は見られず，土地利用の変化に対する影響はほとんどない．また，人口，世帯数ともに増加傾向であり，さらに住居の密集化や高層化が盛んにおこなわれている地域であると言える．浸水区域全体で生活空間や建物としての需要が高まっており，今後も人口・世帯数の増加や生活地域としての需要が高まっていくことが予測される．このことから都市型浸水では浸水被害の影響がその後の都市発展にほとんど影響しないと考えられる．

表１　対象事例

年月	災害名	浸水面積（ha）	対象都市
1993年8月	8.6鹿児島豪雨災害	563	鹿児島市
2000年9月	東海豪雨	12,081	名古屋市
2003年7月	九州豪雨	600	福岡市
2004年7月	新潟・福島豪雨	1,320	三条市
2004年10月	台風23号	4,083	豊岡市
2015年9月	関東・東北豪雨	4,000	常総市
2018年7月	西日本豪雨	1,200	倉敷市
2019年10月	東日本台風	2,009	長野市

表２　土地利用データ

種別	定義
田	湿田・乾田・沼田・蓮田及び田
その他の農用地	麦・陸稲・野菜・草地・芝地・りんご・梨・桃・ブドウ・茶・桐・はぜ・こうぞ・しゅろ等を栽培する土地
森林	多年生植物の密生している地域
荒地	しの地・荒地・がけ・岩・万年雪・湿地・採鉱地等
建物用地	住宅地・市街地等で建物が密集しているところ
道路	道路・鉄道・操車場などで、面的に捉えられるものとする。
その他の用地	運動競技場、空港、競馬場・野球場・学校・港湾地区・人工造成地の空地等とする。
河川地及び湖沼	人工湖・自然湖・池・養魚場等で平水時に常に水を湛えているところ及び河川・河川区域の河川敷とする。
海浜	海岸に接する砂、れき、岩の区域とする。
海水域	隠顕岩、干潟、シーバースも海に含める。

表３　都市型浸水 3 事例の土地利用変化

災害名	1993鹿児島市			2000名古屋市			2004福岡市		
調査年	1991	1997	増減	1997	2006	増減	1997	2006	増減
田	9	8	-1	326	196	-130	44	33	-11
農	1	1	0	50	40	-10	3	2	-1
森	72	65	-7	164	133	-31	1	0	-1
荒	1	1	0	5	3	-2	0	2	2
建	370	377	7	8786	10078	1292	405	416	11
道	42	49	7	786	585	-201	68	67	-1
他	39	34	-5	1154	449	-705	99	101	2
河	33	32	-1	1046	831	-215	30	29	-1
浜	0	0	0	0	0	0	0	0	0
海	0	0	0	73	75	2	0	0	0
面積（ha）	567	567		12390	12390		650	650	

災害名	1993鹿児島市			2000名古屋市			2004福岡市		
調査年	1991	1997	増減	1997	2006	増減	1997	2006	増減
田	2%	1%	0%	3%	2%	-1%	7%	5%	-2%
農	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
森	13%	11%	-1%	1%	1%	0%	0%	0%	0%
荒	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
建	65%	66%	1%	71%	81%	10%	62%	64%	2%
道	7%	9%	1%	6%	5%	-2%	10%	10%	0%
他	7%	6%	-1%	9%	4%	-6%	15%	16%	0%
河	6%	6%	0%	8%	7%	-2%	5%	4%	0%
浜	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
海	0%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%	0%
%	100%	100%		100%	100%		100%	100%	

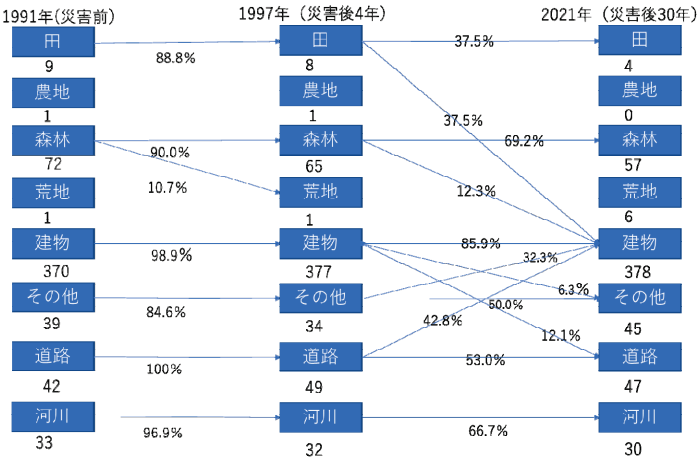


図１　1993 鹿児島市浸水域の土地利用推移

(2)郊外型浸水の土地利用変化

土地利用比率の約 4 割を田用地が占めている２事例を取り上げ郊外型浸水事例とする．この２事例は災害前について建物用地は増加傾向，田用地は減少傾向である．

災害前後の土地利用変化を見ると田用地が減少し，建設用地の増加が見られる．両事例の土地利用推移を見ても，田用地の変化先の過半数が建物用地へと変化している．一方，GIS により土地利用の変遷を見ると，災害発生前から建物用地と田用地の密集地域は分かれていて，建物用地の拡大は一定数河川から離れた区域で起きている．この建物用地の拡大は災害発生後も継続している．

また両事例ともに，河川用地が田用地から変化しているメッシュが存在し，河川改修の影響がデータとして取れている．さらにこの河川用地が広がった地域の周辺では，他の土地利用から建物用地への転用があることが両事例とも見られた．これは災害発生後に水害対策事業として展望の強化の一環で河川敷に該当する範囲が拡大したことが要因であり，河川や堤防等の整備によって水害リスクが低下したと捉えられることで，河川の周辺エリアでは住宅需要が高まったと推察できる．なお，建物用地の密集地から離れた田用地のエリアには大きな土地利用の変化は見られなかった．

以上のことから，郊外型の地域で浸水被害が発生した場合にも，全体としては住宅需要や生活人口は減少せず，土地利用にも大きな影響が見られない．しかし，河川に面した地域での居住は避けるような傾向が確認され，その分の需要が河川から距離があり市街地域とは近隣にあるエリアや住宅整備事業が行われた周辺のエリアにおいて建物用途の利用や人口，世帯数の増加の傾向が拡大している．

(3)近年の人口減少地区浸水の土地利用変化

2010 年以後の大規模水害事例として 3 事例を取り上げ，その傾向をみる．すべての事例において建物用地の利用は浸水被害発生の前後で 1%未満の動きにとどまっており，その他の土地利用においても２-３%程度の増減になっている．新たな建物用地は田用地，その他農業用地からの転用となっている．これらの地域は災害前から人口減少が見られる地域であり，災害リスクよりも従前ポテンシャルの方が影響が大きいと推察される．

土地利用の変化では，その他用地がすべての事例で増加しており特徴的である．GIS 上で変化を見ると，建物用地はすでに形成されている建物密集地から同心円状に広がっている．また，その他用地が増加している 2018 倉敷市と 2015 常総市では堤防の決壊又は溢水が起きた周辺のエリアでその他用地が拡大している．この該当地域では主に田用地，その他農業用地からその他用地への転用が起きている．Google Earth 上で見るとそれらのエリアでは未使用の耕作地のような形で現存している土地が多数確認された．このことから浸水被害を受けたことを機に農地としての利用をやめていると考えられる．

以上のことから，土地利用変化が浸水前後で小さい地域でも建物用地は増加の傾向である・建物用地は浸水による被害が小さかった区域で新たに造成されていた．一方で河川の決壊や溢水の被害が起きたのちであっても災害以前から建物用地が密集している地域では建物用地が減少することは起こっていない．また，土地利用メッシュ内について詳細を分析した結果，河川の決壊や溢水の被害が周辺で起きた地域や浸水深が周囲と比べて深い地域では人口，世帯数，住宅の戸数が減少していることがわかった．一方，浸水被害が周囲の地域と比べて小規模で済んだ既存の住宅地では浸水被害発生後に世帯数，人口ともに増加傾向であった．水害被害が大きい地域での土地利用や生活人口の変化が水害被害の影響が少なかった地域と対比的に変化している動きは他の 2 つの分類では見られなかった．

表４　郊外型浸水２事例の土地利用変化

災害名	2004三条市			2004豊岡市		
調査年	1997	2006	増減	1997	2006	増減
田	623	598	-25	2051	1909	-142
農	20	16	-4	159	164	5
森	0	0	0	880	863	-17
荒	1	3	2	27	20	-7
建	574	619	45	741	920	179
道	7	10	3	61	125	64
他	56	47	-9	206	201	-5
河	73	66	-7	549	472	-77
浜	0	0	0	0	0	0
海	0	0	0	0	0	0
面積(ha)	1354	1359		4674	4674	

災害名	2004三条市			2004豊岡市		
調査年	1997	2006	増減	1997	2006	増減
田	46%	44%	-2%	44%	41%	-3%
農	1%	1%	0%	3%	4%	0%
森	0%	0%	0%	19%	18%	0%
荒	0%	0%	0%	1%	0%	0%
建	42%	46%	3%	16%	20%	4%
道	1%	1%	0%	1%	3%	1%
他	4%	3%	-1%	4%	4%	0%
河	5%	5%	-1%	12%	10%	-2%
浜	0%	0%	0%	0%	0%	0%
海	0%	0%	0%	0%	0%	0%
%	100%	100%		100%	100%	

表５　人口減少型浸水３事例の土地利用変化

災害名	2015常総市			2018倉敷市			2019長野市		
調査年	2014	2021	増減	2016	2021	増減	2016	2021	増減
田	2527	2478	-49	526	491	-35	478	475	-3
農	182	165	-17	12	10	-2	692	690	-2
森	16	13	-3	57	62	5	5	4	-1
荒	2	2	0	0	0	0	2	2	0
建	1014	1024	10	414	419	5	467	482	15
道	111	123	12	13	12	-1	97	84	-13
他	56	101	45	16	44	28	100	106	6
河	112	114	2	113	113	0	160	158	-2
浜	0	0	0	0	0	0	0	0	0
海	0	0	0	0	0	0	0	0	0
面積(ha)	4020	4020		1151	1151		2001	2001	

災害名	2015常総市			2018倉敷市			2019長野市		
調査年	2014	2021	増減	2016	2021	増減	2016	2021	増減
田	63%	62%	-1%	46%	43%	-3%	24%	24%	0%
農	5%	4%	0%	1%	1%	0%	35%	34%	0%
森	0%	0%	0%	5%	5%	0%	0%	0%	0%
荒	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
建	25%	25%	0%	36%	36%	0%	23%	24%	1%
道	3%	3%	0%	1%	1%	0%	5%	4%	-1%
他	1%	3%	1%	1%	4%	2%	5%	5%	0%
河	3%	3%	0%	10%	10%	0%	8%	8%	0%
浜	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
海	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
%	100%	100%		100%	100%		100%	100%	

(4)全事例の合計値の分析

表６は全８事例の災害発生前の土地利用と災害発生後の土地利用について比較したものである．全体では建物用地の増加，その他すべての土地利用の減少が指摘できる．このことから浸水範囲全体で見ると多用途の土地利用から建物用地への用途変化が，浸水被害が起こった直後において行われていると考えられる．また，全体を通じ浸水範囲において新たに用地の宅地化が起こっていることが考えられる．この宅地化された土地は水害に対して十分に安全かどうか，が重要な論点となる．

8 事例を見る限りは，河川改修工事によりリスクが取り除かれ，浸水範囲の地域が「再宅地化」「宅地拡大化」されている．しかしながら，超過確率による浸水リスクは，過去に浸水実績がある地域には必ず存在しており，このような居住リスクをどのようにとらえるかは，単に居住規制をするといった課題だけでは解くことができない． 同様のことは，浸水リスクによる「脅し」が居住地選択によるリスクの軽減策につながるわけでもないことを示している．

５．まとめ

本研究では浸水被害を受けた地域のその後の土地利用について，過去の 8 つの水害事例を対象として災害発生前から災害後の土地利用について分析を行った．

主要な結果として，災害発生前の土地利用の状況でその後の土地利用変化の変遷が異なり，建物用地が大部分を占める地域では水害発生後にも土地利用には大きな変化は起こらないことが示された．また，上記の分析の結果，浸水被害がその後の都市の発展に与える影響は，現代社会において非常に小さいことも指摘できる．

都市型浸水の事例では広い範囲で居住の需要が高く，浸水域全域で人口や世帯数が増加しており，土地利用でも建物用地や道路用地等の生活空間を作る土地利用が拡大している．郊外型浸水では決壊が起きたエリアや河川周辺の区域は居住の選択肢として避けられる傾向があるが，少し離れたエリアでは田用地の宅地化が行われていることが分かった．加えて，人口減少地域の土地利用では人口が密集している地域では水害発生後も人口が増加・回復の傾向があるが，河川に面していて災害前から人口が減少傾向にある地域では浸水被害の発生は急激な人口，宅地利用の用地の減少につながることも明らかになった．

このことから現状の住居選択においては生活の利便性等が優先され，浸水の有無は大きな影響がないことが明らかになった．また，浸水域内の土地利用について見ると生活利便性等の他の条件を満たした地域の中で居住地の選択肢が限られる場合には水害の考慮はなされないが，居住地の選択の余地がある場合には浸水被害による被害が大きかったエリアについては避けられ，比較的水害リスクが低いとされるエリアが居住地として選択され，建物用地としての開発が進められやすい傾向にあると考えられる．

表６　全事例における災害前後の土地利用変化

	災害発生前	災害発生後
田	6584	6231
農	1119	1100
森	1195	1140
荒	38	32
建	12768	14328
道	1185	1037
他	1726	1050
河	2120	1815
浜	0	0
海	73	75
ゴルフ	0	0

謝辞

本研究は，令和 6 年度河川情報センターの研究助成をうけ実施されたものである．

参考文献

1) 国土交通省：水害レポート 2023 https://www.mlit.go.jp/river/pamphlet_jirei/pdf/suigai2023.pdf
2) 国土交通省：新たなステージに対応した防災・減災のあり方 https://www.mlit.go.jp/common/001066500.pdf
3) 秦康範・前田真孝：全国ならびに都道府県別の洪水浸水想定区域の人口の推移 災害情報学会論文集 18 巻 1 号 p. 107-114, 2020.
4) 国土交通省都市局都市計画課：「安全なまちづくり」・「魅力的なまちづくり」の推進のための都市再生特別措置法等の改正について https://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/content/001406990.pdf
5) 中野卓・木内望：水害リスクを踏まえた都市づくりにおける洪水浸水区域の活用可能性と課題 都市計画論文集 55 巻 3 号 p. 888-895, 2020.
6) 野澤 千絵，上田 聖也，柿沼 太貴：最大想定規模の浸水想定区域における土地利用規制別の人口推移と居住誘導に関する研究-RRI モデルによる農地の宅地化に伴う貯留機能低下の影響分析を通じて- 都市計画論文集 21 巻 4 号 p. 452-459, 2023.
7) 酒井 莉奈，猪八重 拓郎：土地利用の変遷からみた都市化の実態と浸水想定区域の関係性の研究-佐賀低平地を対象として- 都市計画論文集 51 巻 3 号 p. 401-408, 2016.
8) 井上 亮，永吉 真也，小森 大輔：水害危険性が地価に与える影響の変化時点推定―地域の水害危険性認識変容の把握に向けて― 土木学会論文集 B1 72 巻 4 号 p. I_1309-I_1314, 2016.
9) 諫川 輝之，泉 磨理菜：水害リスクが居住地選択に及ぼす影響―東松山市高坂地区の居住誘導区域を対象として― 日本建築学会計画系論文集 87 巻 797 号 p. 1249-1258, 2022.
10) 国土交通省：国土数値情報ダウンロードサイト https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/

防災気象情報と地域住民の災害認知の関係性把握に関する研究 ～平成30年7月豪雨の聞き取りから～

箱崎 又一[1]，石井 智[1]，竹本 祐太郎[1]，市田 春菜[1]，
南出 寛人[1]，小林 俊彦[1]，澤田 雅浩[2]，谷口 博[2]
Yuhito Hakozaki[1] , Satoshi Ishii[1] , Yutaro Takemoto[1] , Haruna Ichida[1],
Hiroto Minamide[1] , Toshihiko Kobayashi[1] , Masahiro Sawada[2] , Hiroshi Taniguchi[2]

[1] 気象庁
Japan Meteorological Agency
[2] 兵庫県立大学
University of Hyogo

Takemoto et al. (2024) were able to clearly explain the meteorological observatory's focus on the relationship between the sense of crisis from the perspective of residents and disaster prevention weather information. In order to reinforce this result,we conducted an interview survey of residents of Saka Town, Hiroshima Prefecture, which was affected by the heavy rains in July 2018. As a result, similar to Takemoto et al. (2024), we found that residents make decisions about their behavior based on the situation in front of them. This may be due to a combination of "normalization bias" and a desire for mutual assistance, which is a psychological tendency to rely on others. We propose that new forms of support from the Meteorological Observatory include Improving information that is worthy of "seeking mutual assistance" before "normalizing bias" and taking steps to support mutual assistance in local areas.

Keywords *: Natural disaster, Disaster prevention information, Normalization bias , Mutual assistance*

1. はじめに

1.1 研究背景

気象台が発表する防災気象情報は，避難指示・発令などの判断を行う自治体職員や避難の主体となる住民に上手く活用されていないことがある．

岡田ほか [1)]では，防災気象情報が住民に十分に活用されていない原因が何に起因するのかをワイズナーほか [2)]による防災原論に基づき整理・検証した．これを踏まえて，竹本ほか [3)]では，平成 26 年 8 月 20 日の豪雨事例において，防災気象情報やレーダー等の観測情報が，住民目線の危機感とどの程度連動していたかを明らかにすることを目的に，広島市豪雨災害伝承館を訪問し，被災された住民 5 名を対象に聞き取り調査を実施した．聞き取り内容を分析した結果，雨の降り方や雷の音で不安感や恐怖感を抱き，我が事として認識できるが，災害に直面するまで，危機感を抱きにくく，避難行動に移行できない傾向にあると結論づけた．竹本ほか [3)]の事例では，夜間に被害の大きかった事例であり，その他の時間帯における事例でも同様の結果となるか，検証する必要がある．

そこで，本研究では，竹本ほか [3)]の結論を補強することを目的に，平成 30 年 7 月豪雨事例（以下，「本事例」という．）で被災された住民を対象に同様の聞き取り調査を実施した．本事例は，災害発生当日から降雨が続き，夜のはじめ頃から急激な強まりとともに土砂災害が発生した事例である．

1.2 本事例の概要

6 月 29 日 9 時に発生した台風第 7 号が 7 月 4 日 15 時に日本海中部で温帯低気圧に変化した．この低気圧からのびる梅雨前線が西日本に停滞し，また，暖かく湿った空気が流れ込んだ影響で，広島県では 6 日昼過ぎから 7 日朝にかけて大雨となり，安芸太田町を除く 22 市町に大雨特別警報を発表した．なお，県内 15 箇所で日降水量，2 箇所で日最大 1 時間降水量の年間の 1 位を更新した大雨となった．

本調査で聞き取りを行った広島県坂町では，小屋浦地区の天地川流域，坂町の総頭川流域をはじめとした町内全域で土砂災害や河川の氾濫が発生し，死者 17 名，行方不明者 1 名，全半壊家屋 1,250 棟を超える甚大な被害となった．

2. 調査方法

災害後に坂町小屋浦に設置された坂町災害伝承ホールにおいて，本事例で被災された住民を対象に，「当時どのように行動したのか」，「どのように感じていたのか」などの聞き取り調査を実施した．気象台から 6 名，兵庫県立大学から 1 名で参加した．住民 6 名に対して聞き取りを行い，気象台が持参した気象データと危機感の一致具合を分析した．聞き取りを行ったのはそれぞれ坂地区・小屋浦地区・横浜地区の住民である．

現地での聞き取りのため，以下の資料を用意した．

・注意報，警報，気象情報，避難情報の発令状況一覧
・アメダス広島の 1 時間降水量と積算降水量
・小屋浦小学校を代表点とする 10 分間解析雨量と積算降水量（6 日 0 時から 7 日 6 時まで）

・坂小学校を代表点とする 10 分間解析雨量と積算降水量（6 日 0 時から 7 日 6 時まで）

3. 聞き取り結果

特に興味深い結果となった坂地区の方（A 氏，B 氏）の聞き取りについてまとめる．

A 氏は，当日の日中は広島市内にて仕事をしていた．事前にニュースで聞いた『これまでに経験したことがないような災害が発生する恐れがあります．』という内容を強烈に覚えているとのことであった．17 時過ぎに退勤した際はどしゃ降りの雨でタクシーも拾えず，渋滞もひどかった．広島市内から坂町まで 5 時間もかかり，坂町では「ひざ下まで水に浸かる場所」や「コンビニに商品がほとんどなかった」など普段と異なる光景から『これは大変な状況だ．』と実感していた．

B 氏は，当時，消防団の指揮を執られていた．当日は 16 時に連絡を受け，消防団として始動後，水防団パトロールで現地確認を実施したが，特に異常はなく，雨の強さも少し落ち着いてきた（図 1（A））．その後，18 時頃から突然強まった雨から土砂災害が各地で頻発して，一睡もすることが出来ない一夜となり，次の日の夜まで水防対応となるとは想定外だったと述懐している．

4. 考察

4.1 正常化の偏見

A 氏の聞き取りにあった『これまでに経験したことがないような災害が発生する恐れがあります．』という内容を強烈に覚えていた点について，報道による事前の気象情報が住民の危機意識（記憶）に大きな影響を与えていたことがわかる．本事例は，A 氏の聞き取りの通り，日中の段階である程度情報を得られたはずだが，実際に死者・行方不明者がでている．なぜ，避難行動をとることができなかったのか．

この部分については，事前の呼びかけや避難指示の発表，警戒レベル４相当の情報が住民の避難行動に繋がらないのは，発せられる数々の情報と眼前の時々刻々と変化する気象状況との間に乖離があったり，通常時なら出来る正常な判断が出来ないことに起因すると考えられる．これは普段は見聞きしない内容であっても，特段変わりないと思い込む「正常化の偏見」が影響していると思われる．同様に B 氏の聞き取りにおいて，一時的な雨の弱まりの際に『油断してしまったかも』，『不安を取り除きたい感情があった』と振り返っていた．これも，「正常化の偏見」の一つとして位置づけられる．しかし，内在する正常化の偏見に加え，ある意思には無視することのできない難しい問題があると考える．

4.2 ある意思

ここで、ある意思とは、「正常化の偏見」が起きる要因となる背景（周囲の状況・情報・他人の動きなど）と定義する。気象台は地域防災に関する業務において，避難に関することや命を守る取り組みを，自治体や地域住民へ直接的に推進することが多くなってきている．今回の現地調査でも明らかとなった「ある意思」に着目した理由は，今後，その視点を踏まえた対応を行うことによって，現場の感覚を踏まえた対策へと展開していく可能性を見出したことによる．それは，現地住民とのやり取りの中で感じたあと一押しの情報というもので，あれだけの被災を受けている住民であっても，今なお，レベル４相当情報の土砂災害警戒情報のみでは避難していない．つまり，実際に避難するためには，どうしてもこの情報に加えて何かが必要であると考えることができる．それは，現地調査で明らかになった隣近所や地域による「共助」には２種類あり，「与える共助」と「求める共助」があったという点である．「与える共助」の場合，能動的に行動していることから，特に新たな対策が必要ではない．しかし，「求める共助」の場合には，このタイミングで必要となるあと一押しの情報をさらに発出する必要であることが明らかとなった．

なお，本調査では実際に被災した内容の時系列と気象台が準備した雨量などの気象情報とマッチングし，リアルタイムな課題として改めて整理することで，以下の点が明らかになった．

・早めの情報発表で分かり易くキーフレーズを用いることは住民にとって事前の心の準備となる．
・被害の大きい災害は気象台が発表する気象情報よりも眼前の急激に悪化した気象状況により，むしろ災害が発生してから避難判断や命を守る行動を取っている場合が多い．

確かに，これらを正常化の偏見とみなせば，日ごろからの啓発活動がそういった行動を防ぐこともできると考えうるが，今もなお被災した方々が口にするのは，基準を設けても避難しないという点である．その真意はどこにあるのか．追加調査したことでさらに次のように考察を深めた．

筆者の一人である南出の前職は，基礎自治体の防災担当である．そこは人命にかかわる大きな災害に遭遇したことは無いが，幾度となく浸水や洪水を繰り返す地域であり，今回得られた結果と類似する傾向があると言う．それは，災害が近づく又は災害が発生すると個人の判断の範疇を超え，人に頼ろうとする「共助」への希求ではないかと考える．今回のある意思とは，経験者だからこそ振り返ることのできたことであり，それは，人を頼ろうとする「求める共助」ではないかと考察できる．

4.3 正常化の偏見とある意思から見えること

変化や異常をいつも通りと思い込む「正常化の偏見」と，他人に頼ろうとする「求める共助」の 2 つによって，住民は情報をある程度得たとしても避難行動を取らない可能性がある．この結果，災害発生や眼前の状況を見るまで行動しない人が発生する可能性がある．矢守 [4]では，「正常化の偏見」は一種の結果論ではないのか，存在を示す根拠の多くが事後の調査結果に基づいている，とある．B 氏の「不安を取り除きたい感情があった」という聞き取り（図 1（A））と竹本ほか [3]の聞き取りにある、『雨や雷の音に対して違和感を感じている方が多かったが、「家が安全である」と考えた結果、避難行動を事前に起こしてはいなかった（図 1（B））』の部分から、実際に人々は安心するような考えを持ってしまう「正常化の偏見」は結果論ではなく，常に存在していると考える。この結果、災害を目の当たりにし，眼前の状況を踏まえて行動を起している人がいるのではないか．これを回避するためには，「正常化の偏見」が起こる前に「求める共助」に値する，行動を後押しできるものが必要であることが明らかとなった．

一例として，

・身近な人が避難を後押しする
・インパクトのあるメッセージをレベル４相当情報に加え発表する

など，住民避難の背中を押す何かが必要と，聞き取り中にも発言があった．また，A 氏からは『「地域で特色のある言葉，地域ならではの言葉」など土着性があって良いのではないか』という指摘があった．今回の調査以外に，平成 26 年広島市豪雨災害の被災地に設置された広島市豪雨災害伝承館での意見交換も行っており，その際にも，「『自治会長が避難の準備を始めました』というような情報があれば，すぐにでも避難するかも」という話もあった．

個々の地域や地区ならではのキーフレーズやコミュニティを活かすことで，「求める共助」に値する情報は作成できるのではないかと考える．「求める共助」に応えられるよう，地区防災計画などを活用して，その地域ならではの住民の深層心理に働きかけるような情報伝達の在り方を模索する必要がある．これは，岡田ほか [1)]にある避難スイッチやシチズンサイエンスといった取り組みへと紐づけ，さらには地区防災計画等に記載することで，より住民に納得感のある避難判断につなげられる可能性がある．

5. まとめ

今回の坂町での聞き取りから，「正常化の偏見」と「求める共助」が合わさったことで避難行動を後回しにし，結果的に災害に直面するまで行動しないことにつながる，という結論にたどり着いた．「正常化の偏見」に関しては，日ごろからの啓発などが重要になってくるが，「求める共助」に値する情報を防災機関が発表できているのかに関しては，改善すべき課題がある．この結果を踏まえ，避難や安全確保のタイミングはココしかない，という考えになるような地域ならではの情報があれば，「求める共助」に応えることとなり，一人でも多くの命を救える可能性を高めることができると考える．

聞き取りを実施した 2 つの事例で考えると，気象庁の情報発表に関する改善提案に関しては，竹本ほか [3)]のように警戒レベル 4 相当の情報発表がポイントになってくる．この情報に合わせて，目先数時間の雨量予測などを適切に伝達することで，現地の方が危機感を緩めずに対応できるような手段の構築を自治体と連携することが重要である．しかし，現状では気象庁が個々の市町村にそれぞれ特化した情報を作成するのは困難である．

そのためにも，地域住民による地区防災計画の作成に加え，防災や気象の分野に関する「シチズンサイエンス化」は重要である．ここに，地域独自の土着性のあるワードを取り入れ，「正常化の偏見」を抑制し，かつ「求める共助」となりうる情報を作成できるよう，気象台がサポートできる関係を構築することも必要である．プッシュ情報の改善だけでなく，地域のより小さなコミュニティにある取り組みに参画する体制の構築と支援が，今後の気象台の役割となる可能性がある．

謝辞

本調査研究を実施するにあたり，「平成 26 年 8 月 20 日の豪雨における防災気象情報と地域住民の災害認知の関係性把握に関する研究」として(公財)ひょうご震災記念 21 世紀研究機構研究調査助成事業に採択され，現地調査や環境整備等の費用についてご支援いただいたことで，本調査研究が円滑に実施された関係者の方々には厚く御礼申し上げる．

また，聞き取り調査にご協力いただいた SKY 協働センター（広島県安芸郡坂町）の皆さまのおかげで本調査研究がまとめられましたことに厚く御礼申し上げる．

参考文献

1) 岡田悠里，南出寛人，小林俊彦，秋山佳明，宮原大輝，竹本祐太郎，髙須健太，石井智，澤田雅浩：住民目線による地区防災計画と地域防災支援強化手法に関する検討～防災原論に基づいて～．令和 5 年度大阪管区気象研究会誌（京都府），2023
2) ベン・ワイズナーほか：防災学原論，築地書館，2010
3) 竹本祐太郎，石井智，市田春菜，秋山佳明，箱崎又一,岡田悠里，山口章子,南出寛人，小林俊彦，澤田雅浩，谷口博：防災気象情報と地域住民の災害認知の関係性把握に関する研究～平成 26 年 8 月 20 日の広島での豪雨から分かること～．令和 6 年度大阪管区気象研究会誌（兵庫県），2024.
4) 矢守克也：再論―正常化の偏見.実験社会心理学研究 48 巻 2 号 p. 137-149，2009
5) 気象庁：平成 30 年 7 月 3 日から 8 日にかけての台風第 7 号と梅雨前線による大雨について（広島県の気象速報）https://www.jma-net.go.jp/hiroshima/siryo/20180709_sokuhou.pdf(2025/4/4 閲覧)
6) 坂町土砂災害対策有識者委員会：平成 30 年 7 月豪雨災害時における避難対応等の検証と今後の適切な避難行動の支援に向けた提言，2019 https://www.bousai.go.jp/fusuigai/suigai_dosyaworking/pdf/sakamachiteigen.pdf(2025/4/4 閲覧)

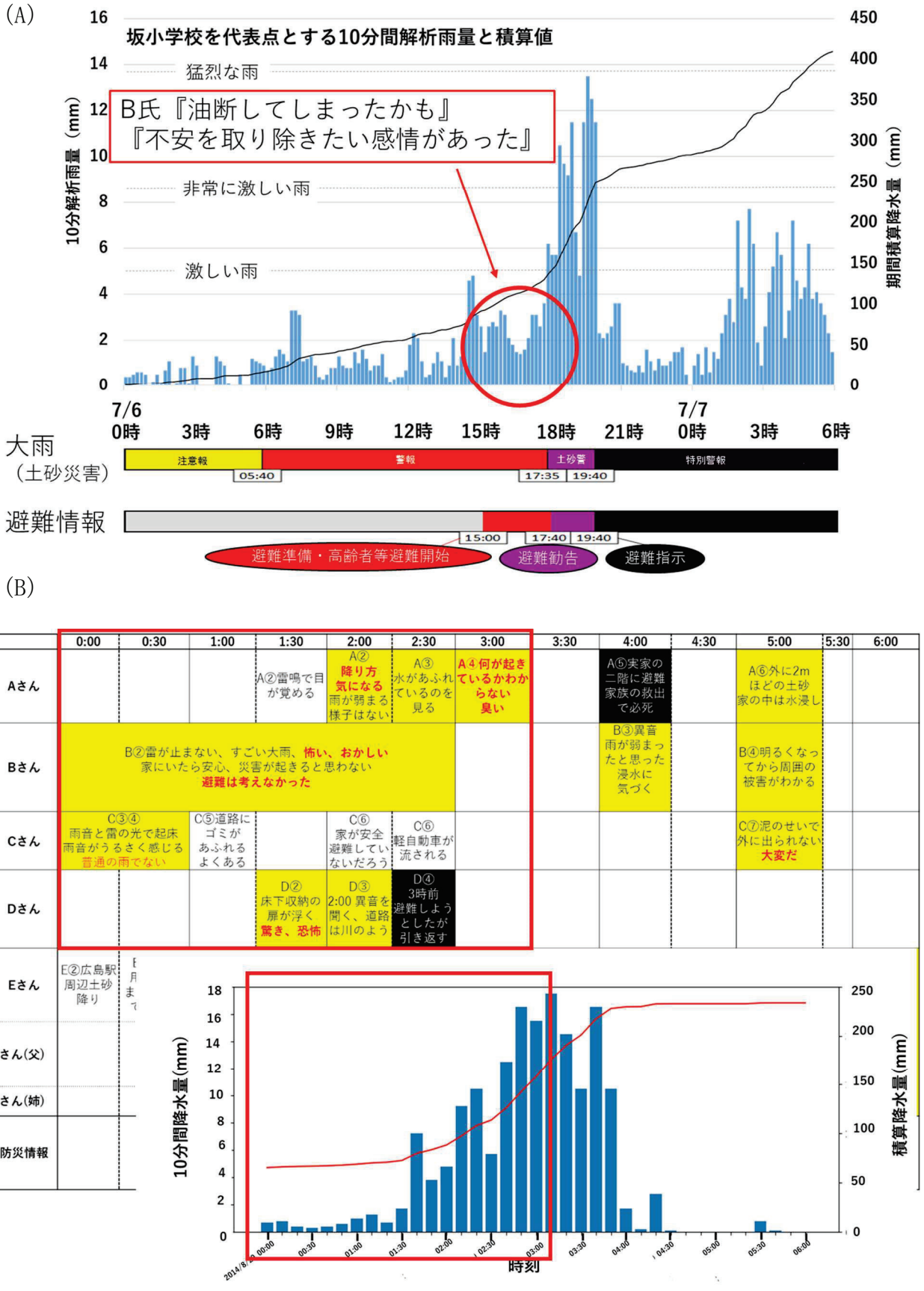


図１　（A）聞き取り地域における避難所である坂小学校を代表点とする 10 分間解析雨量と積算値，7 月 6 日 0 時から 7 日 6 時までの大雨（土砂災害）の注意報・警報・特別警報・土砂災害警戒情報の発表と避難情報の発表履歴
（B）竹本ほか[3]の聞き取り結果，住民の行動・感情の時系列と聞き取りと雨量データ

追体験から学ぶ歴史災害
～豊岡復興建築群まち歩きの事例を通して～

Learning from Reliving Historical Disasters
A Case Study of the Toyooka Reconstruction Buildings Town Walk

○福田 敬正[1]，石田 裕之[1]，稲澤 遥樹[1]，岡村 泰光[1]，三村 暉[1]，阪本 真由美[1]
Takamasa FUKUDA[1]，Hiroyuki ISHIDA[1]，Haruki INAZAWA[1]，
Yasumitsu OKAMURA[1]，Shun MIMURA[1] and Mayumi SAKAMOTO[1]

[1] 兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科
University of Hyogo, Graduate School of Disaster Resilience and Governance

In the Toyooka urban area of Hyogo Prefecture, there are several buildings that were reconstructed in the process of reconstruction after the Great Hokutan Earthquake of 1925, and they still retain the atmosphere of that time. A program of walking tours of these reconstructed buildings is being conducted, in which visitors can relive those days by listening to a guide give an overview of the buildings and the historical background of the time. This time, we will discuss learning about historical disasters by reliving them, using the town tour as a case study.

Keywords *: Reliving, handing down, historical disaster, reconstruction architecture, Toyooka, Hokutan Earthquake*

１．はじめに

災害による記憶と教訓を伝えるため，石碑の設置や文献による記録がなされている．2011 年に起きた東日本大震災においては各地に伝承館や震災遺構が設置 [1)] され，被災した建物を保存し活用することで被災の記憶と教訓を伝えようとしている．しかし，過去の災害の中には，石碑は残されているもが，その意味や教訓が伝えられていない事例があり [2)]，どのような方法が災害伝承として有効であるのかは明らかになっていない．また，災害の中には，発生から時が経ち，その災害の原体験者が不在となり歴史になっている災害(歴史災害)がある．そこで，本稿では，そのような歴史災害を伝承していくにはどのような方法が有効であるのかを“追体験”に着目して災害伝承を検討する．本稿における追体験とは，過去の災害の記録や災害現場の空間を通して，当時の出来事を体験することと定義する．1925 年に兵庫県北部で起きた北但大震災の歴史災害を事例として，豊岡市街地で実施されている北但大震災における復興建築群のまち歩きから考察する．

２．豊岡市における取組み

(1) 北但大震災の概要

本研究では，大正14年（1925年） 5月23日午前11時9分頃に発生した，北但馬地震に着目する．北但馬地震は，円山川河口付近を震源とするマグニチュード6.8の地震である（北但大震災）．北但大震災では，円山川流域，特に豊岡と城崎の町が甚大な被害を受け，420人が犠牲[3)]となった．また，時間帯が昼食の準備と重なっていたことから，火を使っていた家が多く，各所で火災が発生し，豊岡では大火を経験した[4)]．

	総戸数	全壊	半壊	破損（%）	焼失（%）	合計（%）
豊岡町	2,178	234	171	489	993	1,887
				(22.5)	(45.6)	(86.6)

豊岡市史より

図１　北但大震災による豊岡町の被害状況

(2) 北但大震災からの復興

北但大震災からの復興について，震災復興計画は兵庫県が主導し，豊岡においては県と地元の方針が一致し，近代的な都市計画が推し進められた．計画において主要道路の拡幅に取り組み，拡幅した道路のうち，県道沿いを防火帯とすべく，補助金制度を活用して主要街路の面路部での耐火建築(鉄筋コンクリート造／以下，「RC 造」とする)の建設を促進した．また，RC 造以外にも塗屋造りで袖壁を出した町屋なども存在する [4)]．

この復興期に建築された耐火建築物等を復興建築群と呼んでいる．建設された建物は大きく公共建築と民間建築に分けられ，公共建築はそのほとんどが RC 造として再建された．現在も残っている旧豊岡町町役場庁舎は北但大震災からの復興のシンボルとして建設 [5)] された．

一方，民間建築では，補助金を受けて建設された RC 造と補助を受けていない木造建築が存在する．RC 造については行政からの主導で推奨され，木造建築と同等の金額で建設できる補助金制度が設けられた．民間で建設された RC 造の半数以上は共同建築としてなっている．民間で建設された共同建築の RC 造の特徴として，建物の構造は共有されているが，空間は共有部を持たず，家の区分ごとに隔壁で区切られて各々独立しており，いわゆる長屋となっている．さらにファサードの壁面は一体でありながら，所有者ごとに装飾的な衣装を各々に施している．また，補助を受けていない木造防火建築物においても特徴ある意匠を持った建物が建設されており，妻壁が防火袖壁として立ち上がっているもの，２階妻側部分に袖壁が突き出したもの，軒裏に銅板葺きや漆塗りなどで防火

措置を施したものなどが現存している．

2024 年 8 月,兵庫県は豊岡の復興建築群を「北但大震災からの復興を今に伝える「豊岡震災復興遺産」」として「景観遺産」に指定しており，８つの建物が認定 [6]を受けている．

写真 1　旧豊岡町庁舎の写真

写真 2　大開通南側長屋の写真

写真 3　旧豊岡貯蓄銀行の写真

(3) まち歩きの概要

豊岡市街地では，この「豊岡震災復興遺産」の８つの建物を中心とした復興建築群をめぐるまち歩きにより，当時のまちなみを体験することができる．復興期に整備された街区がほぼ形を変えず残っている状態を歩きながら，100 年前の建築物等が使途や用途を変えながら新たな役割を担い続けるまちを歩くことで，よりよいまちづくりについて，思いを巡らすことができる．

図 2　豊岡復興建築群まち歩きの地図

まち歩きでめぐるポイントとして，復興建築群の建物だけでなく復興期に建設・整備された復興とつながりの深い場所も含まれている．具体的には復興期の耕地整理の記念碑が残っている寿ロータリー，芝居小屋として開業し，大衆文化の場として地域住民に親しまれてきた豊岡劇場，復興期の中，食の安全と公正な取引を提供できる場として設置され，現存する日本で最も古い木造市場と言われるふれあい公設市場などであり，いずれも復興期の豊岡のまちなみを知る見どころとなっている [5]．

このまち歩きで重要な点は，ガイドによる語りである．復興建築物等を目の前にし，ガイド役から建築意匠などの特徴の解説，時代背景や当時のエピソードなど様々な情報を得ることができる．このガイド役の解説を聞くことで，現地でまち歩きを体験しなければ気づかなかった様々な発見が得られる．

写真 4　豊岡劇場の写真

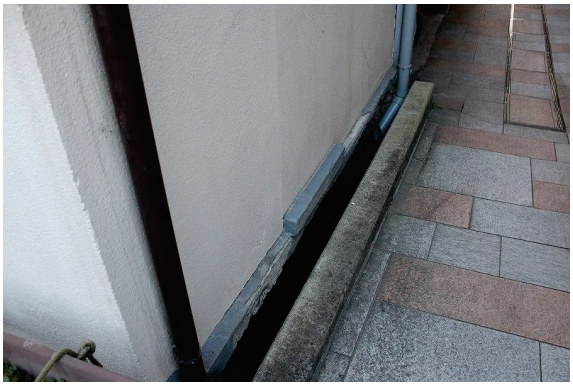


写真 5　ふれあい公設市場下の暗渠の写真

(4)まち歩きから見えてくるもの

この 100 年の間，大きな自然災害や戦火を受けておらず，現在まで街区がほぼそのままの状態で震災による復興で建築された建物が数多く現存しており，当時の記憶を伝えるものが残されている．そして，まち歩きを体験することで，現場を見て，ガイドの語りを聞くことで初めて気づくこと，想像していなかったことのギャップを感じることができる．いくつか例をあげると，耐火対策が施された木造建築を実際に観察してみると，一見すると見過ごしがちであるが，ガイドの語りを聞くことで，建物の至る所に当時考え得る様々な防火対策の手法が盛り込まれていることを確認することができる．また，ふれあい公設市場の立地はその下が暗渠になっており，想像していなかった状況を現地で直接確認することができる．さらに，RC 造での共同住宅においては，所有区分ごとにどのように意匠が異なるのか，また意匠へのこだわりなどを現地で解説を聞きながら眺めることで，まち歩きならではの面白さを体感することができる．

復興建築群が震災からの復興の記憶の場として存在し，そこにガイドによる語りが加わることで，まちの復興の記録や記憶に触れ，復興の過程をたどる，まちの復興を追体験することを確認した．そして，上記の体験を通して新たな記憶が想起されると考える．この記憶こそが当時の災害からの復興の伝承につながると考える．

3．災害の原体験者の有無による比較

災害の原体験者の有無によって，伝承にどのような差異があるのか比較・検討をおこなった．

今回，原体験者によるガイド付きの追体験の事例に，筆者らが 2024 年 8 月に訪問し，実際に体験した釜石市の東日本大震災の伝承館「いのちをつなぐ未来館」で実施している「避難路追体験」[7]と比較してみた．

写真 6　避難路追体験の地図写真

写真 7　避難路追体験中の写真

釜石における追体験の特徴は 3 点上げられる．第一にガイド役は津波避難の原体験者であること，第二に原体験者と一緒に津波から避難した実際の経路をたどること，第三に避難経路をたどる際，ガイド役から当時の体験を踏まえた解説が入るということである．

「避難路追体験」は津波からの避難という切迫した状況について，原体験者と一緒に行動する点において共感性が高く，さらに原体験者の生の感情も含まれた語りに触れることが可能である．この点が，追体験において原体験者の感情を辿ることで，原体験者の記憶を想起していると考える．

一方，豊岡市街地における復興建築群のまち歩きは 100 年前の災害であり，当然，直接災害体験した人の生々しい語りは無い．語りの内容はあくまで文献などによる資料や地域や家庭の中で語り継がれたエピソードの記録に頼った内容である．しかし，災害復興の空間が 100 年を経た現在もなお見ることができる．復興建築群を前に，当時の記録や暮らしなどを改めて知る機会を得ることで，原体験者の直接の語りは無いものの，復興建築群という記憶の場を通してまちの復興を追体験し，まち歩き体験前に持つイメージとまち歩き体験後にギャップが生じることで新たな記憶が想起されることを可能としている．

釜石における追体験は避難という人の行動そのものに主眼を置いた追体験であるが，豊岡での追体験は復興というまちづくりの過程を追体験するものになっている．この点も特徴的な違いとなっている．避難という行動については，原体験者による生々しい体験の語りがあることで追体験を可能とするが，復興のまちづくりを追体験する場合において，必ずしも原体験者の語りが無ければ追体験できないということはない．原体験者がいない状況でも，当時の記憶を伝える記憶の場があり，そこに原体験者以外の語りにより，新たな記憶の想起が生まれる．

以上の比較から，災害伝承の手法として，原体験者からの生々しい語りが必ずしも必要ではなく，原体験者が不在であっても記憶の場を通した追体験により，新たな記憶を想起させる．このことが記憶継承につながると考える．また，憶億の継承のためにはまず記憶の場の存在が必要であり，さらに記憶を想起するための仕掛けとして，語りの要素が重要であると考える．

4．おわりに

以上より，歴史災害の伝承手法について，追体験を軸に，原体験者の有無による比較をおこない，必ずしも災害の原体験者の語りだけが災害伝承に結び付く唯一のものではなく，復興からの建築物を通した追体験により，原体験者の語りがなくても伝承の可能性があることを見出した．

また，ただ復興建築群を見て歩くだけでなく，ガイドによる“語り”があることが重要であり，語りによる当時の記憶に触れることで追体験が可能となる．このことが新たな記憶を想起させ，記憶の継承へとつながる．つまり，過去の災害を伝承していくにあたり，語り手と受け手の双方向のコミュニケーションが必要であり，そのためには語り手の語り継ぎが重要な役割を果たすと考える．

災害を経験している当事者からの語り以外にも，当時の記録などから当時を知り，それを語ることで追体験が可能となり，当時の災害について伝承していくきっかけ

の一つになりうると考える．追体験により自分事として受け止める過程を通して，当時の状況や思いに触れることができ，伝承への可能性を感じることができた．

このまち歩きの伝承効果については，具体的な調査により，明らかにしていくことが今後の課題であると考える．

参考文献

1) 3.11 伝承ロード｜3.11 伝承ロード推進機構: 2025 年 4 月 13 日閲覧
https://www.311densho.or.jp/introduction/
2) 国土交通白書 2022 コラム「自然災害伝承碑の取組み」p261
3) 北但大震災の概要｜豊岡市公式ウェブサイト: 2025 年 4 月 18 日閲覧
https://www.city.toyooka.lg.jp/bosai/1019920/kakosaigai/1000670/1000671.html
4) 石榑督和, 松井敬代, ハミルトン塁, 司馬麻未, 菊池義浩: 北但大震災による大火からの復興にみる地域空間形成
―豊岡・津居山・飯谷の建物と都市・集落空間, 地域安全学会論文集, vol.10, pp.531–541, 2008
5) 【公式】豊岡市観光サイト: 2025 年 4 月 18 日閲覧
https://toyooka-tourism.com/
6) 兵庫県／北但大震災からの復興を今に伝える「豊岡震災復興遺産」の登録:2025 年 4 月 18 日閲覧
https://web.pref.hyogo.lg.jp/tjk18/20240828-1.html
7) いのちをつなぐ未来館:2025 年 3 月 28 日閲覧
https://unosumai-tomosu.jp/tsunami-memorial-hall/

熊本地震災害におけるコミュニティレベルでの相互支援に関する考察
—緊急対応期から復興期の情報共有に着目して—

A Study on Mutual Support at the Community Level in the Kumamoto Earthquake Disaster

齋藤 真樹[1]，松丸 亮[2]
Maki SAITO[1] and Ryo MATSUMARU[2]

[1] 東洋大学大学院国際学研究科博士後期課程
Graduate School of Global and Regional Studies, Toyo University
[2] 東洋大学国際学部
Faculty of Global and Regional Studies, Toyo University

This study conducted interviews with 26 survivors in three cities and towns to understand the mechanisms of mutual support provided by victims at the community level during the 2016 Kumamoto earthquake. For home evacuees, information sharing and collaborative coordination functioned based on the mechanisms of the community association in normal times; moreover, key persons in the temporary housing complexes had prior experience in community activities before the earthquake. On the other hand, residents in temporary housing complexes lacking a community association chairperson and those in deemed temporary housing did not have access to sufficient information. It became clear that to improve the lives of disaster victims, support would not reach them if mutual support did not function.

Keywords *: Kumamoto Earthquake, Disaster Victims, Community Level Mutual Support, Support Coordination*

１．はじめに

1995 年の阪神・淡路大震災，2011 年の東日本大震災では，発災直後から多くの個人ボランティアや NPO などの民間災害支援団体（以下，民間支援団体）が支援活動を行ない，多くの成果を得た一方，支援の偏在や重複といった新たな課題も浮き彫りになり，それを解決する調整にかかる取り組み不足も指摘されている[1)]．

このような背景の下，民間が実施する支援活動全体を俯瞰的に捉える組織の必要性が議論されるようになり，行政や災害ボランティアセンター（以下，災害 VC）を設置・運営する社会福祉協議会（以下，社協）と連携し，情報共有および支援活動を調整する機能（「連携・調整」）を担う災害中間支援組織（以下，中間支援組織）の構築が模索されるようになった[1) 2)]．2016 年の熊本地震では，発災直後より県域での民間支援の連携・調整を担う中間支援組織「特定非営利活動法人くまもと災害ボランティア団体ネットワーク（KVOAD）」の設立や，情報共有のための会議体「火の国会議」の設置，さらに市町村域でも会議体が設置され，これら支援調整に関する研究は進みつつある[3) 4)]．

一方，支援が被災者のもとに届き生活が向上するにはコミュニティレベルでの人と人とのつながりによる相互支援も重要であるが，そのメカニズムについての研究は知る限り無い．本稿ではメカニズム解明の第一歩として，被災者のつながりを明らかにする．

２．研究の目的

本研究では，市町村内の限られた域内で成立しているコミュニティレベルにおいて機能した被災者相互の支援メカニズムの解明に向け，被災者のつながりを明らかにすることを目指す．具体的には，一定の地区内や仮設住宅団地内という域内で，どのようなつながりで支援情報の共有，連携・調整がなされていたかについて分析する．

３．調査の概要

本研究では，社協もしくは個人の協力を得られた熊本県内 3 市町（熊本市，大津町，益城町）を対象に，3 市町の被災者合計 26 名（表 1）にインタビューを実施した．

表1　調査概要

調査期間	2025 年 1 月 17～20 日の 4 日間
調査対象	熊本地震の被災者のうち，在宅避難者と仮設住宅入居者 26 名
調査方法	会場調査
共通質問項目	民間支援団体による交流会や生活支援の提供の有無とその内容 提供された支援や情報を受け取る際の仲介者や調整機能の有無 他の地区や仮設住宅団地と比較した支援の偏りの有無 当時必要だった情報と支援
対象者の属性	熊本市 3 名　60 代　男性 2 名 40 代　女性 1 名 大津町 19 名　60 代　男性 1 名，女性 1 名 70 代　男性 1 名，女性 1 名 80 代　男性 0 名，女性 7 名 90 代　男性 1 名，女性 2 名 不明　男性 1 名，女性 4 名 益城町 4 名　60 代　男性 1 名 70 代　女性 3 名

なお，本研究ではコミュニティを日々の生活でつながりのある範囲の広がりとして扱い，災害発生以降の時間の経過を，2016 年 4 月～6 月を緊急対応期，2016 年 7 月～2020 年 3 月を復旧期，2020 年 4 月以降を復興期とした分類[5]における，緊急支援期と復旧期を調査対象とした．

4．調査結果

インタビューを実施した 3 市町ごとに，緊急対応期の在宅避難者，復旧期の仮設住宅入居者に分けて整理する．なお，仮設住宅入居者はさらに建設型仮設住宅団地（以下，仮設住宅団地）とみなし仮設住宅団地，それぞれの入居者について整理した．

（1）熊本市の例

在宅避難者の相互支援

男性 A 氏（在宅避難者）のもとには，情報も物資支援も届かなかったことから，それらが集まる避難所に出向いて情報を得ていた．さらに震災前の経験（PTA 会長や地区内で防犯会長など）をもとにしたつながり，および自身が実施していた活動（イベント開催ボランティアグループ）でのつながりを通じて得られた支援情報（物資配布や無料入浴サービスなど）を，SNS で発信し続けていた．そのような活動を通じ，A 氏が居住する地区内における孤立した被災者の存在を特定することができ，関係者と協力して孤立者への支援につなげた経験を持っていた．

仮設住宅団地での相互支援

熊本市では，地域支え合いセンター（社協が運営を担う）から各仮設住宅団地に派遣された担当職員が，行政および仮設住宅団地の自治会と連携し，団地内外の情報共有や連携・調整を担った．

仮設住宅団地 1 で自治会の会計係を務めた女性 B 氏は，父親が震災前に地区自治会役員をしていた関係で自身も会計を担当しており，その経験を仮設住宅団地自治会で生かした．地域支え合いセンター職員と連携しながら，自治会の役員会，数世帯で作った班ごとの班長会の定期的開催，団地新聞作成，新たな災害時対応のための安否確認訓練などを実施し，団地内での情報共有や連携・調整を担った．

仮設住宅団地 2 で自治会長を務めた男性 C 氏も震災前に地域の自治会役員の経験があり，入居者の相談対応のほか，地域支え合いセンター職員と連携して団地内での情報共有や連携・調整を担った．さらに仮設住宅団地 2 が含まれる地区の自治会からも情報を収集し，周辺地域との連携も進めた．

この 2 つの事例では，震災前に自治会役員であった B 氏，C 氏の両氏が，震災前の経験をもとに仮設住宅団地内の相互支援のキーパーソンとなっていたことがわかる．一方で，インタビューに応じてくれた B 氏，C 氏ともに，県域の会議体「火の国会議」，熊本市域で設置された会議体「ひごまる会議」の存在を知らなかった．しかし，両者ともに D 氏（「火の国会議」などの連携・調整会議に参加し，県内外の NPO や支援者とつながりを持つ）から被災者のニーズに合う情報や支援を得ていた．つまり，本研究で取り上げた熊本市内の 2 つの仮設住宅団地の事例では，D 氏を通じて県域，市域の情報共有と，連携・調整が機能していたことが明らかになった．

なお D 氏は行政や社協と連携し，情報や支援が届きにくい，みなし仮設住宅入居者を対象に交流会を開催し，違う場所に住む入居者同士の交流の機会を作ったり，困りごとの相談対応などの支援を行っていた．

ここまでをまとめると図 1 のようになる．D 氏は熊本市内在住でコミュニティ FM のパーソナリティーを務めるほか，PTA 会長，NPO での防災講座開催などの経験があり，震災前から地域とのつながりを強く持っていた人物で，熊本市内でのいくつかの地域においてコミュニティレベルでの相互支援を機能をさせるためのキーパーソンとなっていた．

（2）大津町の例

インタビューからは，大津町における 3 つのタイプの相互支援の状況が確認できた．

事例の 1 つ目は，甚大な被害を受けなかった Z 地区である．同地区の在宅避難者 16 名は，区長が配布した地区内の備蓄物資を受け取ったり，顔見知りの数世帯で食料を持ち寄り炊き出しを行ったり，物資を分け合ったりしていた．平時の自治会の仕組みが機能し，顔見知りの関係性の中で共助が行われていた．

またこの地域では，高齢者や障がい者などの見守り活動を行う地域福祉推進委員であった女性 E 氏を中心に，組長，区長と連携し，地区内で孤立した被災者の困りごとを聞き出し行政や社協へ共有した事例や，自宅で備蓄していた物資の余剰分を災害 VC に届けた事例なども確

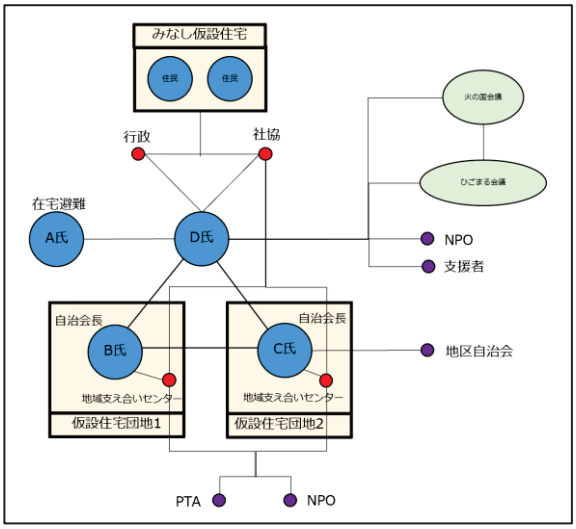


図 1　熊本市内での被災者相互支援の例：
キーパーソンを中心とした放射状タイプ

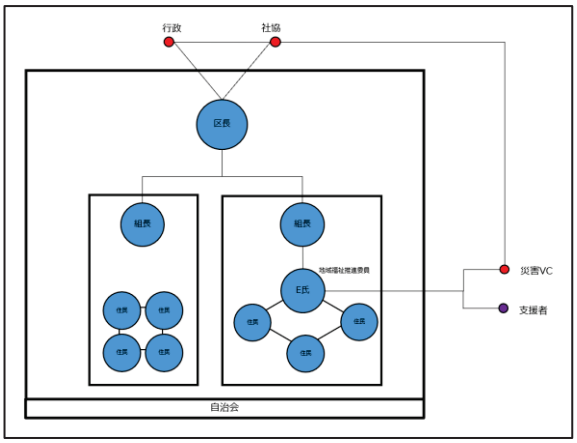


図 2　大津町内在宅避難者の被災者相互支援の例：
自治会機能が継承されたタイプ

認できている．さらに，E 氏は偶然の出会いを積極的に活用して地区の支援不足の状況を説明し，その結果が支援につながった事例も確認できている．区長，組長といった被災前の平時の役職者に加え，E 氏がこの地区での相互支援を担うキーパーソンとなっていた（図２）．

大津町における 2 つ目の事例は，仮設住宅団地における相互支援の機能不全である．

大津町でも熊本市と同様，地域支え合いセンターから各仮設住宅団地に派遣された担当職員が，行政および仮設住宅団地の自治会と連携し，情報共有や連携・調整を担っていた．本事例で取り上げる仮設住宅団地 3 は大津町内に設置されていたが，大津町だけでなく隣接する他町の被災者も受け入れていた．そのため，同じ団地内ではあるもののそれぞれの町から派遣された地域支え合いセンター職員が代表者に情報を届け，入居者に共有していた．また，仮設住宅団地の運営方法も他の仮設住宅団地と大きく異なり，団地としての自治会長は置かず各町から 1 名ずつ住民代表者が選ばれて自治会運営が行われており，団地としての自治会長の不在が仮設住宅団地内の相互支援に影響を与えていた．

大津町の入居者代表となった男性 F 氏は，地域支え合いセンターからの情報窓口となったものの，得た情報を理解するためには相談者を必要としていた．しかし昼間は仕事のため時間が取れなかったこと，問い合わせ先の具体的な担当者がわからなかったこと，また団地の入居者と交流がなかったことで，誰にも相談できない状況にあった．大津町の代表ではあったが団地全体を取りまとめる立場ではないため，団地全体での交流を進めることは難しく，またそれぞれの町の地域支え合いセンター同士のつながりも薄かったことから，団地全体での相互支援は機能していなかった（図 3）．

3 つ目は，みなし仮設住宅入居者の相互支援事例（機能不全）である．男性 G 氏，女性 H 氏はそれぞれ町外のアパートに入居した．支援に関する情報は地域支え合いセンターから得ていたが，この場合も問い合わせ先の具体的な担当者がわからず，また同じ立場で同じ悩みを持つ入居者と交流はなかったため，誰にも相談できなかった．さらに昼間は仕事や介護のため不在であったことから，入居したアパート内でも知り合いを作ることもできず，孤立を感じていたとのことで，みなし仮設住宅入居者にたいする情報共有や町外でみなし仮設住宅に入居した被災者の相互支援は機能していなかった（図 3）．

なおインタビュー対象者全員が，県域の会議体「火の国会議」，大津町域で中間支援組織として活動した「復興 Project 大津『カセスル熊本』」（以下，カセスル熊本．「火の国会議」に参加）の存在や，町域の会議体「みんなで会議」の存在を知らなかった．しかし，カセスル熊本のメンバーには行政や社協職員，地域住民の生活の様子を知る郵便局長などがおり，それぞれの立場で「火の国会議」などで得た情報を間接的に被災者に伝えていたことは推察される．

（３）益城町の例

益城町では他の地域には見られない相互支援の事例が確認できた．

益城町でも仮設住宅団地ごとに地域支え合いセンターから職員が派遣されていたが，500 戸を超える大規模な仮設住宅団地 4 では NPO（看護師を中心メンバーとした支援団体）が受託し，情報共有や連携・調整，さらには入居者の健康を見守る活動（より期待されていた活動である）を実施していた．

仮設住宅団地の自治会長であった女性 J 氏（避難所でも地域住民による自主的な避難所運営のリーダーであった）は，行政や社協，地域支え合いセンター，団地外部の支援者と，被災者のニーズや支援リソースに関する情報共有をしていた．また，入居者の困りごとを見つけ次第，J氏の豊富な人脈のなかから支援が期待できる先に直接連絡し相談するなど，被災者側から強い発信（働きかけ）を行っていた．支援を得られてもニーズに合わない場合は，その理由と意見を伝え改善を依頼するなど，支援の調整も行っていた．避難所や仮設住宅団地で生活を共にした複数の被災者が，J氏の存在により多くの情報や支援が届いたと回答しており，被災者でもある J 氏が他の被災者を支援するという相互支援のキーパーソンとなっていたことがわかる．J氏は震災前から長期にわたり町内でボランティア活動を継続し，民間だけでなく行政にもつながりも持つ人物で，被災者でありながらも支援者的な立場での振る舞いが確認できる．

J氏と同じ避難所で生活した仮設住宅団地 5 に入居した女性 K 氏は，民間支援団体による交流会の開催により入居した団地内の交流や情報共有が進んだが，最も有益な交流や情報を得ることができたのは，避難所で知り合った J 氏とのつながりだと回答した．さらに，在宅避難者の男性 I 氏は，震災前からつながりのあった住民組織である隣保組の数世帯で助け合いながら避難生活を送っていた．社協による声がけ，見守り活動はあり，困りごとの相談は可能だった．しかし最も情報を得ることができ，相互支援のキーとなったのは避難所で知り合った J 氏とのつながりだったとのことで，J氏の存在の大きさがこの両名の発言からも確認できる（図 4）．

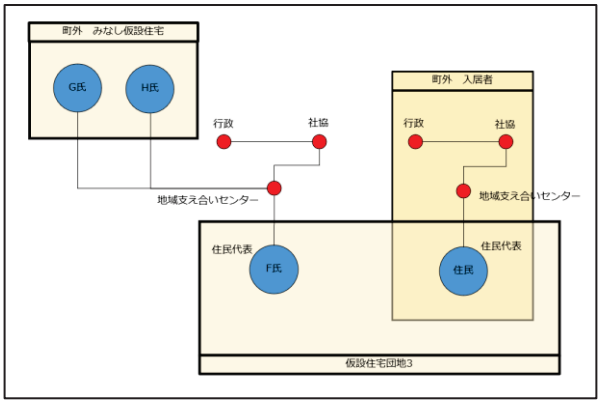


図３　大津町内仮設住宅での被災者相互支援の例：地域支え合いセンターを介したタイプ

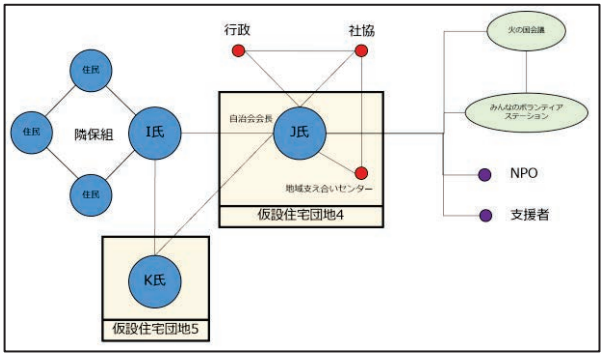


図４　益城町内仮設住宅での被災者相互支援の例：被災者自らが発信したタイプ

なおインタビュー対象全員，県域の会議体「火の国会議」，益城町域で設置された会議体「みんなのボランティアステーション」の存在を認知していたが，その多くは「J氏から聞いた」としており，中間支援組織が設置した会議体に参加した J 氏を通じて，県域，市域の情報共有と，連携・調整が機能していたことがわかった．

他のキーパーソンと J 氏の違いは２つある．ひとつは，地域住民による自主的な避難所運営の稀有な事例をもつキーパンソン J 氏が避難所でのつながりを保持し続けたことで，避難所閉鎖後に住む地域が違っても情報共有が継続していたことである．もうひとつは，被災者の立場での情報を県域と町域の会議体に発信したことである．被災者のニーズに合った支援の提供を支援者が集まる会議で呼びかけ，課題解決のために具体的に動いた．

一方で，このような強い影響力を持つ人物には注目が集まり，報道でも取り上げられことで支援が集まりやすい傾向がある．かつ大勢が入居する団地には支援者側もまとまった，大きな支援を届けやすい．これらの影響により，他の団地と比較して支援に偏在があったという回答が複数あった．

５．考察

在宅避難者

緊急支援期の在宅避難者における相互支援メカニズムを機能させた要因の１つは，「平時の体制」である．自治会組織の区長，組長など役職を持つ人物がキーパーソンとなり，相互支援が機能していた．しかし，区長や組長がキーパーソンとなるかどうかは，その人物が受けた被災具合，その役割を果たそうとする責任感の強弱で左右されるという意見もあり，実際に地区によっては数軒の在宅避難者同士の共助で緊急支援期を過ごしたという回答があることから，平時の体制が必ずしも相互支援機能を保証するものでないこともわかる．

仮設住宅入居者

仮設住宅団地における相互支援のキーパーソンは，いずれも震災前に地域活動経験を持つ人物であった．自治会で住民をまとめたり，まちづくりや PTA 活動などボランティア的な活動に関わったりした経験が，様々な地区からの入居者で構成された比較的つながりの薄いコミュニティをまとめるのに役立ったことが推察される．しかし，キーパーソンの発信力により支援の偏在も見られたことも明らかになった．

複数の市町村からの被災者が入居した仮設住宅団地と，みなし仮設住宅の入居者に対しては，相互支援の機能不全ともいえる孤立が目立った．このような状況に置かれた被災者でも，支援に関する情報などを持つキーパーソンとつながることでニーズに合った情報や支援を受け取ることができていたこと，いずれの被災者も公的な情報は届いていたことは確認できたことから，その情報を理解し支援を受け取るためには，同じ立場の被災者や支援に詳しい相談者が必要であったことがわかる．

キーパーソンの特性

本研究でキーパーソンとして特定された人たちは，被災の大小の違いはあるがいずれも被災者であるため，目の前の人の困りごとは自分事でもある．例えば，炊き出しを行ったり，行政に提出する書類を互いに相談し教え合いながら作成したりするなどの動きは，いずれもキーパーソン自身のニーズを満たしつつ，コミュニティ全体の改善を目指す行動でもあり，県域や市町村域で会議体を運営する支援者の「支援する」「社会貢献する」という意識とは別の動機（内発的な動機とも言える）からくるものであることが，インタビューからは感じられた．

一方で，益城町の事例で特に強くみられたように，被災者でありながらも少なからず支援者の立場でも物事を考えて行動するキーパーソンの存在が，相互支援をより機能させる一つの重要な要素であることも推察できる．

６．まとめ

本研究では，市町村内の限られたコミュニティレベルでの被災者間支援メカニズムを明らかにするため，３市町の一部地域の，在宅避難者，仮設住宅団地およびみなし仮設住宅団地におけるキーパーソンの存在とその人物の特徴，情報共有および連携・調整について分析した．今後は，さらに調査対象地域を広げ，つながりのパターン，地域差などについて調査を継続し，本稿の考察部分での推察の検証，相互支援の類型化を試み，地域に即した相互支援の在り方を探っていきたい．

参考文献

1)全国災害ボランティア支援団体ネットワーク(JVOAD)：被災者支援 コーディネーション ガイドライン，令和 4 年 3 月 https://jvoad.jp/wp-content/uploads/2022/04/93520f358b2bbd6f6921df5a58dc867f.pdf（2024 年 5 月 19 日）

2)内閣府：防災における行政の NPO・ボランティア等との連携・協働ガイドブック～三者連携を目指して～，2018.

3)斎藤真樹，坂巻豊子，樋口務，松丸亮：2016 年熊本地震における地域中間支援団体の活動，日本災害復興学会 2020 年度遠隔大会，2022.

4) ジャパン・プラットフォーム：実践で見えた災害支援－連携のポイント－，2023.

5) 木村航平：熊本地震における被災者支援ネットワークの特徴と変化に関する研究，東洋大学修士論文，2020.