日本災害情報学会誌　　災　害　情　報　　No.22-1　Jul.2024

目　　次

査読原稿

共助による避難のための情報共有アプリの開発と避難訓練での試行
Development of an information sharing application tool for supporting evacuation by mutual assistance
…… 丸井健・藤森祥文・羽鳥剛史・松村暢彦・芝大輔・森脇亮…… 1

土砂災害の前兆現象としてのニオイの発生に関する室内実験と考察
Laboratory Experiments and Considerations on the Occurrence of Odors as Precursors of Landslide Disasters
…… 土田孝・土肥聖平・内田龍彦…… 11

「想起の場」における「赦し」の意義
The Meaning of Forgiveness in a Place of Remembrance
…… 小林秀行…… 23

南海トラフ地震臨時情報に関する自治体の対応計画の多様性
Diversity in Local Government Plans for Response to "Nankai Trough Earthquake Extra Information"
……松原悠・James D.GOLTZ・矢守克也・城下英行・杉山高志・中谷内一也…… 35

災害ハザード教育支援のための AR
避難シミュレータアプリの開発と評価に関する基礎研究－宗像大島をケーススタディに－
A Basic Study on Development and Evaluation of AR Evacuation Simulator Application to Support Disaster Hazard Education － Case Study of Munakata Oshima
…… 中野弘樹・阪田弘一・村本真…… 45

災害時の被災市町村を巡る応援制度の変遷と展望
Transition and Prospect of the Support System for Disaster-Stricken Municipalities
…… 黒田洋司…… 57

津波避難体験 VR の開発と地元中高生を対象とした防災教育への効果検証
Development of VR for Tsunami Evacuation and Evaluation of its Effectiveness in Disaster Prevention Education Targeting Local Students
丸井健・和田みらい・麓由起子・藤森祥文・芝大輔・羽鳥剛史・松村暢彦・森脇亮 …… 69

多理論統合モデルを用いたローカル観測の地域への浸透状況に関する評価
Evaluation of the Penetration of Local Disaster Information into Local Communities Using the Transtheoretical Model
…… 日野田圭祐 ・竹之内健介…… 79

災害時の対応行動意思決定に資する災害情報の実証
－ 2021 年六角川氾濫・2022 年梯川氾濫を事例に－
Empirical Study of Disaster Information for Coping Response Decision making
in Natural Disasters Evidence from the Rokkaku River Flood in 2021 and
the Kakehashi River Flo o d in 2022
…… 本多祥大…… 91

気候変動への適応を見据えたゲリラ豪雨関連情報 XRAIN の
有効活用－京都府宇治市の中学生を対象として－
Effective Utilization of Short-term Heavy Rainfall Information
XRAIN Considered with Climate Change Adaptation
－ Case Study of the Junior High School in Uji City, Kyoto －
…… 藤田浩史・竹之内健介・吉田晃一郎・木島圭助・米田幸生・中北英一…… 103

災害リスクを考慮した住宅地選択と備えを支援するウェブアプリケーションの試作
Development of Web Application Prototype to Support
Housing Site Selection and Preparedness
…… 鈴木進吾・多田豊・塩崎由人・加藤研二……115

避難情報に求められる「正確性」と「説得性」
～市町村へのアンケート調査と熊本県人吉下球磨消防組合消防本部への聞き取り調査から～
“Accuracy” and “Persuasiveness” expected of Evacuation Information
－ Based on a Questionnaire Survey of Municipalities and Interviews
with Hitoyoshi Shimokuma Fire Department in Kumamoto Prefecture －
…… 庄司秀明・永松伸吾…… 127

共助による避難のための情報共有アプリの開発と避難訓練での試行

丸井健[1]・藤森祥文[2]・羽鳥剛史[3]・松村暢彦[4]・芝大輔[5]・森脇亮[6]

[1]愛媛大学　工学部工学科（i520419u@mails.cc.ehime-u.ac.jp）
[2]愛媛大学大学院助教　理工学研究科環境建設工学講座
（fujimori.yoshifumi.me@ehime-u.ac.jp）
[3]愛媛大学教授　社会共創学部環境デザイン学科（hatori.tsuyoshi.mz@ehime-u.ac.jp）
[4]愛媛大学教授　社会共創学部環境デザイン学科（matsumura.nobuhiko.bc@ehime-u.ac.jp）
[5]愛媛大学大学院特定准教授　地域レジリエンス学環（shiba.daisuke.ey@ehime-u.ac.jp）
[6]愛媛大学大学院教授　理工学研究科環境建設工学講座（moriwaki.ryo.mm@ehime-u.ac.jp）

和文要約

令和 3 年の災害対策基本法の改正により、要支援者に対する個別避難計画を作成することが市町村の努力義務となった。本研究では、自主防災組織が主導して行う共助避難の取り組みを支援することを目的とし、共助による避難状況の情報共有アプリを開発した。開発したアプリは愛媛県西予市野村町における避難訓練で試用され、避難訓練終了後、自主防災組織を中心としたアプリ使用者 50 名のうち 30 名からアンケートの回答を得た。

アンケートの結果から、アプリを用いた避難訓練による使用者への影響として、次の点が明らかになった。（1）アプリ使用者の「共助」の意識は使用前より使用後の方が高くなる。（2）共助の意識が高まった理由として、相互監視の効果、役割の自覚による責任感の向上が認められる。（3）自発的に要支援者名簿を作成及び修正しようとする意識が高まる。また、回答者のほぼ全てが今後も本アプリを用いて訓練を行いたいと回答した。一方、本アプリに求められる課題として、普段から利用できる機能の実装が挙げられた。

キーワード：共助、避難、情報共有アプリ、自主防災組織

1．はじめに

近年、防災に資する情報を提供するスマートフォン用アプリが多数提供されている。有馬ら（2016）は、「防災アプリ」をキーワードに検索された防災アプリにどのような機能が具備されているのかを調査しており、2015 年 8 月末時点では 50 の防災アプリが確認され、そのアプリの多くは使用者自身が避難するために必要な情報を提供する機能を有していることを報告している。しかし、この時点では、要支援者に対する「共助」を目的としたアプリは存在しなかった。

2011 年の東日本大震災では、津波が原因で死亡した人々が約 9 割を占め、そのうち 60 歳以上の高齢者が 65％を占めていた（警察庁, 2012）。近年の豪雨災害でもこの傾向はさらに顕著であり、平成 30 年 7 月豪雨では、死者 199 人中 60 歳以上の高齢者は 131 人（65.8％）であり、令和 2 年 7 月豪雨のそれは、80 人中 65 歳以上の高齢者は 63 人（78.8％）であった（内閣府, 2020）。このように、高齢者等自力で避難が困難な方に対する配慮が課題として挙げられている。そこで、平成 25 年に災害対策基本法（昭和 36 年法律第 223 号）が改正され、災害時に自ら避難することが困難な高齢者や障がい者等の要支援者の名簿を作成することが市町村の義務とされた。また、令和 3 年には災害対策基本法がさらに改正され、要支援者に対する個別避難計画を作成することが市町村の努力義務化された。このように、「共助」による避難（以下、共助避難と呼ぶ）の重要性が高まってきている。一方で、個別避難計画を作成したはいいものの、「災害時にどのように活用すればいいのかわからない」、「共助避難を支援す

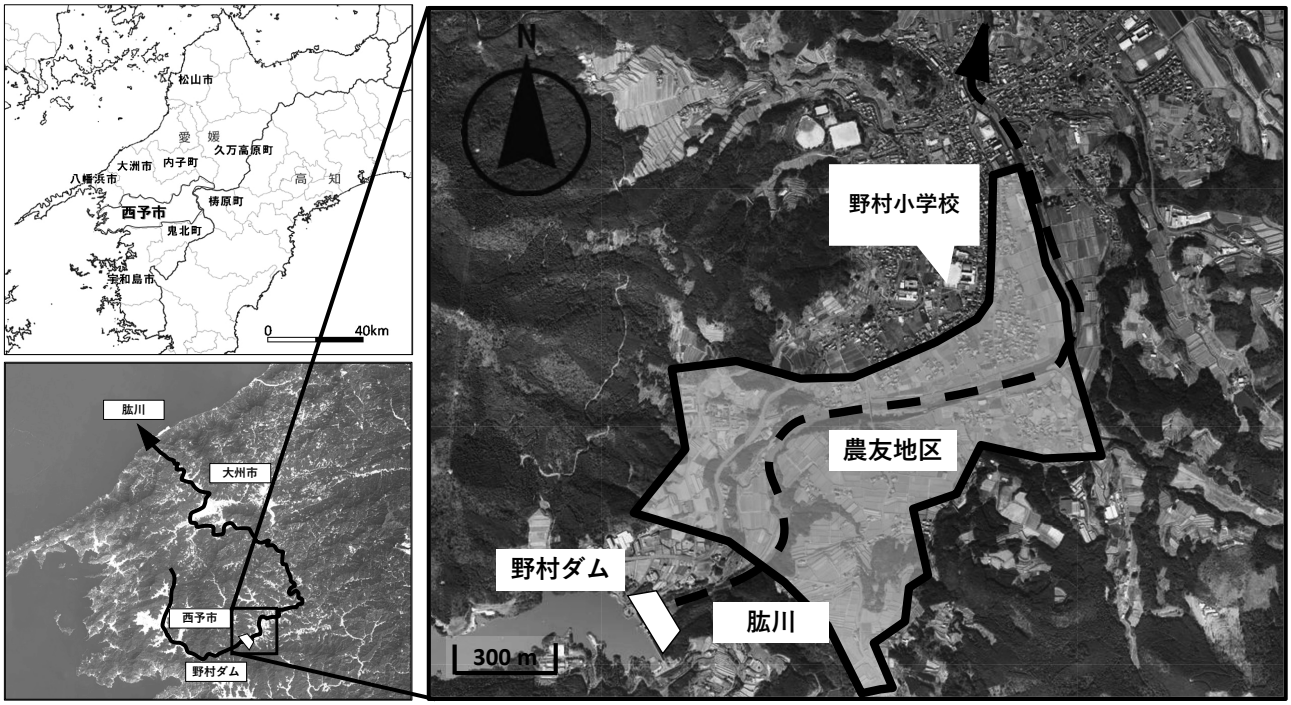


図-1　農友地区の位置（図右の実線で囲まれたエリア、破線は肱川）

るツールがあまりない」といった声が支援者から挙げられた。

「共助」を目的としたアプリが幾つ提供されているのかを明らかにするために、インターネット上で「共助　アプリ」をキーワードに検索を行った。その結果、2023 年 1 月時点で以下の２つのアプリが確認された。１つ目は、東急株式会社とフラー株式会社が 2021 年 3 月に開発した、地域共助プラットフォームアプリ「common」である。このアプリは「街の出来事を投稿」、「ご近所マッチングによるチャット形式での相談」、「近所間でのモノの譲渡」の機能があり、これらの機能を通して共助関係を生み出すことを目的としたサービスである。２つ目は、株式会社アップリーチ（千葉県浦安市）が 2022 年 4 月に開発した安否確認アプリ「ミテルライフ」である。このアプリは、地区内全員の安否確認をデジタルで行えるようにした。また、普段使いとしてデジタル回覧板やメンバー間でのメッセージ送受信を可能とした。しかしながら、これらのアプリは、安否確認の機能があるだけで、災害時の共助避難のオペレーションを直接的に支援することを目的とするものではない。

本研究では、災害発生時あるいは災害が差し迫った際に、地域の自主防災組織が要支援者を支援することを想定し、その支援状況を自主防災組織内でスムーズに情報共有することが重要であるとの考えに基づき、支援者による共助避難の状況を地区内でリアルタイムに情報共有するためのアプリを開発した。また、実際の避難訓練での試用を通して、本アプリが自主防災組織を中心とするアプリの使用者に与える共助意識の変容効果、及びアプリの改善点についての知見を得た。

本論文はその内容について報告するものである。

２．共助避難支援アプリ

（１）アプリ開発環境

ノーコードアプリ開発ツールの Adalo を用いてアプリを開発した。Adalo は、開発したアプリを Google Play ストアや App Store へビルドすることが可能である。更に Adalo はウェブアプリにも対応しており、スマートフォンのみならず、パソコンを含めたウェブアプリにアクセスすることができるデバイスであれば、機種を問わず誰でもアプリを使用することができる。避難訓練時は、Android 端末使用者には Google Play ストアに登録した本アプリを、iPhone 端末使用者、らくらくフォン端末使用者にはウェブ版の本アプリを使用してもらった。

（２）アプリ開発の対象地区

本研究では、愛媛県西予市野村町野村の農友地区（**図-1**）を対象としてアプリを開発した。野村町は、愛媛県の西南部に位置しており、県内最大の流域を持つ一級河川である肱川の中上流域にあたる（**図-1**）。平成 30 年 7 月豪雨では野村町においても、記録的な大雨を観測し、浸水面積約 70 ha、床上浸水約 570 戸、床下浸水約 80 戸の浸水被害が発生し、5 名が犠牲となった（国土交通省地方整備局，2018）。

愛媛県西予市は、65 歳以上の高齢者の割合（高齢化率）が 40.8％と、全国の 27.3％や愛媛県全体の 31.4％と比べて高くなっている。中でも、野村町農友地区は、野村町野村にある上野、山本、岡、中村、荒瀬、深山、芒原、木落、太田、中屋敷の計 10 地区 56 班（総人口 1,226 名（令和 5 年 2 月 28 日現在））で構成される連合自治会であり、各地区はそれぞれ 2～10 班から構成されている。「班」はこの地域では「5 人組」と呼称されていた。普段から付き合いの深い隣近所の関係性を有するコミュニテ

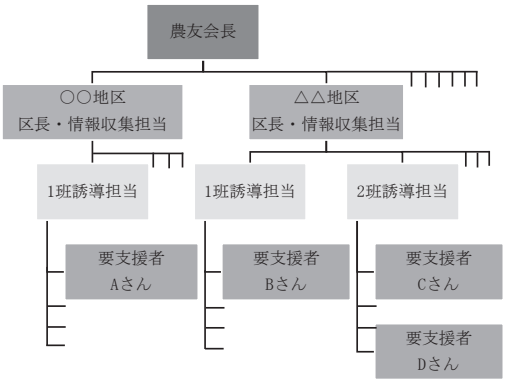


図-2　要支援者の支援体制

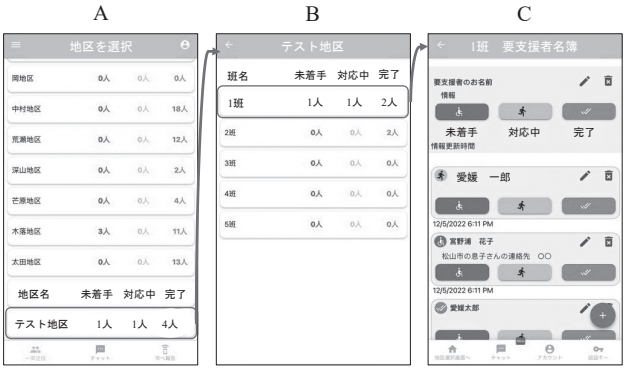


図-3　アプリに表示される画面（テスト地区 1 班の場合）
A: 農友集落における全ての地区の支援状況の一覧
B: テスト地区における全ての班の支援状況の一覧
C: テスト地区 1 班の要支援者名簿

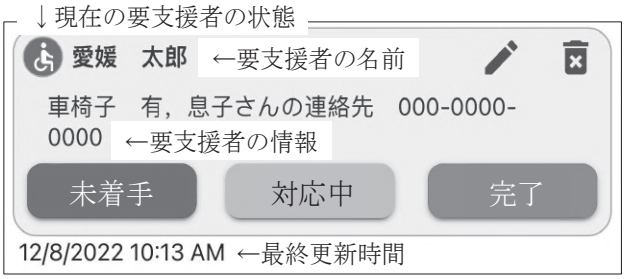


図-4　要支援者の表示例

ィ単位（概ね 7〜8 世帯）である。したがって、同一班内では要支援者の情報を共有しやすい環境となっている。

農友地区における自主防災組織の会長、区長は、上述の連合自治会長、区長がそれぞれ兼務している（令和 5 年 5 月時点）。農友地区自主防災組織は、平成 30 年 7 月豪雨以前より活動していたが、豪雨の際、組織立った避難誘導は行われていなかった。これを受け、農友地区自主防災組織は、地区内で災害時の避難において支援が必要な住民の台帳（以下、要支援者名簿とする）を整備し、それらを各地区の区長が保管することとした。この要支援者名簿は西予市が作成した避難行動要支援者名簿をもとに作成された。また、発災 4 ヶ月後には、要支援者名簿を活用した第 1 回農友地区減災訓練が実施された。訓練後の共助避難体制の振り返りにおいて、要支援者名簿のみだと地区や班をまたいでの避難支援を行えなかったこと、要支援者の安否の状況を迅速に共有できなかったことが課題として挙げられた。

（3）アプリを導入するにあたって

本アプリを使用するためには、地区、班、要支援者をあらかじめアプリ内に登録する必要がある。また、地区、班の登録の際にはそれぞれパスワードの作成が必要であり、地区のパスワードは、後述するその地区の「区長・情報収集担当」としてアカウント登録する際に、班のパスワードは、その班の「誘導担当」としてアカウント登録する際に必要である。農友会長は農友会長用のパスワードを別途設けている。これらのパスワードは要支援者の個人情報を守る目的で設定した。農友地区での避難訓練においては、愛媛大学側で 10 の地区、56 の班を作成し、各地区、各班のパスワードを厳重に管理した上で、農友地区自主防災組織に共有した。要支援者の登録は、農友地区が作成した要支援者名簿をもとに西予市が行なった。

農友地区にある全ての地区、班、要支援者を登録した上で、訓練の 20 日前となる 2023 年 10 月 17 日にアプリ使用者に対してインストール方法、アカウント登録方法、及び使用方法の事前説明を行なった。アプリ使用者の正確な年齢はアンケートによる確認をしていないため不明だが、目視によれば 60 代以上の高齢者がほとんどであった。この事前の説明会においてアプリの使用方法を学んだためと思われるが、訓練当日は特に混乱はなくアプリを使用できていた。

（4）アプリの概要とそれぞれの役割における機能

本アプリは、農友地区自主防災組織が使用することを想定し、アプリ内に 3 つの役割を設けた（**図-2**）。要支援者名簿の管理を班単位にしておくことで支援状況を把握しやすく、要支援者の個人情報を守ることができたことから、本アプリは、発災時に各班の「誘導担当」が班内の要支援者の安否確認を行い、その支援状況（人数の集計結果）を瞬時に所属する地区の「区長・情報収集担当」および「農友会長」に共有できるようにしている。また、チャット機能を有しており、地区内の情報共有や地区をまたいだ連絡、さらには会長からの一斉連絡を可能とした。

図-3 はアプリに表示される画面（支援状況の一覧表）である。図中の A は、農友集落における全ての地区の支援状況の一覧、B はテスト地区における全ての班の支援状況の一覧、C はテスト地区 1 班の要支援者名簿である。また**図-4** に要支援者名簿（**図-3C**）に登録された要支援者の表示例を示す。

各班の「誘導担当」が**図-3C** に示す要支援者名簿画面で、登録された要支援者名の下にある赤（未着手）、黄（対応中）、緑（完了）のボタンを押下することで、班内の各要支援者に対する支援状況の集計結果（**図-3B**、**図-3C**）が「区長・情報収集担当」、「農友会長」に瞬時に共有さ

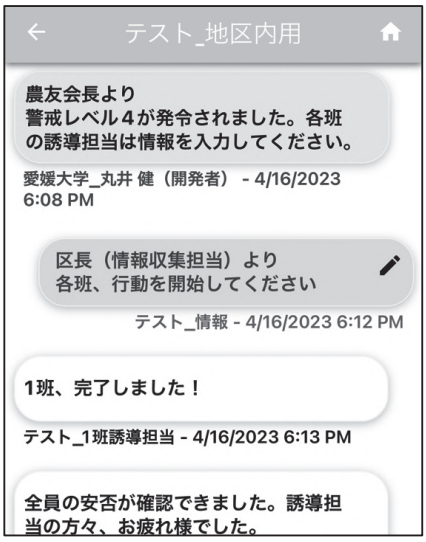


図-5　地区内限定チャット
（テスト地区の場合）

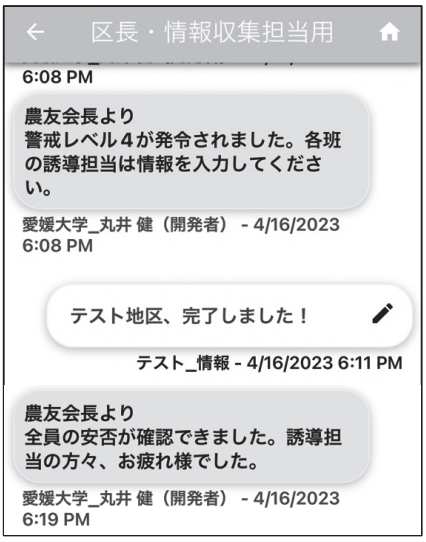


図-6　他地区の「区長・情報収集担当」
及び「農友会長」とのグループチャット

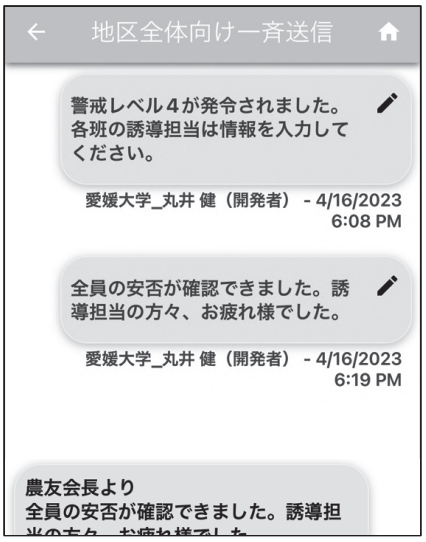


図-7　農友会長による一斉送信

れる。そして、「区長・情報収集担当」、「農友会長」は支援が遅れている地区や班がないかを確認し、他の地区や班に応援を要請することができる。

a）要支援者

西予市が登録し農友地区自主防災組織が修正した要支援者を、(要支援者本人の同意の上) 姓名の一部を〇で隠して本アプリに登録した（例：本名が愛媛花子の場合、本アプリには愛媛〇子と登録した)。本アプリに登録された要支援者は、**図-4** のように表示される。登録された当初は赤色で「未着手」と表示される。

b）誘導担当

各班の「誘導担当」は、アプリ内の担当地区、担当班に登録された要支援者の避難支援を行う。アプリに登録された要支援者宅に到着して避難の支援を開始した場合は**図-4** に示す黄色の「対応中」ボタンを押下し、その要支援者を安全な場所に避難させた場合、或いは既に安全な場所に避難していることが把握できた場合は緑の「完了」ボタンを押下する。さらに、地区内限定チャット（**図-5**）の機能を用いて、同地区の「区長・情報収集担当」や他の班の「誘導担当」と情報共有できる。「誘導担当」は、自分の地区における支援状況の一覧（**図-3B**）と自分の班の要支援者名簿（**図-3C**）を閲覧することができる。一方、担当外の班の要支援者名簿（**図-3C**）を閲覧することはできない。また、他の地区の情報（**図-3B** と**図-3C**）も閲覧することはできない。これにより、要支援者名簿へのアクセスは、その班の誘導担当およびその地区の区長・情報収集担当のみに限定している。

c）区長・情報収集担当

「区長・情報収集担当」は、リアルタイムで更新される各班の避難完了情報（**図-3B**）を確認し、チャット機能を活用して臨機応変に「誘導担当」に指示を出す。また当該地区内の全ての班の要支援者の状態を変更する権限も有している。さらに、他の地区の「区長・情報取集担当」、及び「農友会長」とグループチャット（**図-6**）を行い、他の地区、及び「農友会長」との連携の強化を図ることができる。「区長・情報収集担当は、自分の地区における支援状況の一覧（**図-3B**）と自分の地区にある全ての班の要支援者名簿（**図-3C**）を閲覧することができるが、他の地区の情報（**図-3B** と**図-3C**）を見ることはできない。

d）農友会長

「農友会長」は、各地区の避難完了状況（**図-3A**、**図-3B**）を確認し、臨機応変に「区長・情報収集担当」に指示を出す。また、一斉送信（**図-7**）によって、避難支援の開始や終了等の連絡を全ての「区長・情報収集担当」及び「誘導担当」に対して送信できる。さらに、越智ら（2020）が開発した西予市野村町タイムライン情報共有サイト(外部アプリ)を利用し、災害初動時の行政の動向を把握するとともに、農友地区の避難完了状況を行政サイドにサイト内で報告できる。「農友会長」は、特定の地区内の支援状況の一覧（**図-3B**）と要支援者名簿（**図-3C**）を閲覧することはできない。

農友会長、区長・情報収集担当、誘導担当の全てに共通する権限は、**図-3A** に示す農友集落における全ての地区の支援状況の一覧である。つまり、農友地区のアプリ使用者の全員が地区全体の支援状況を共有できるようになっている。

なお、上述のチャット機能においては、新たなメッセージが投稿された場合にプッシュ通知される機能がAndroid 端末と iPhone 端末向けの Native アプリには備えられており、組織内のメッセージ情報の見落としが無いように工夫されている。

3．アンケート結果と考察

農友地区における避難訓練は、豪雨災害における避難指示発令を想定して 2022 年 11 月 6 日に実施された。訓練参加者は農友地区の全住民に加え、西予市や愛媛県防

表-1　アンケート概要

項目	選択肢
あなたの役割を教えてください	・誘導担当 ・区長・情報収集担当 ・農友会長 ・西予市市役所
このアプリは使いやすかったですか？	・そう思う ・まあそう思う ・あまりそう思わない ・全く思わない
前問の回答の理由を教えてください	（自由記述）
このアプリを使用して「共助」の意識は変化しましたか？	・変化した ・変化していない
前問で「変化した」と回答した理由について、最も当てはまるものを選択してください。（複数回答）	・役割が与えられたことで責任感が湧いたから ・共助の取り組みがアプリを通して見られているから ・その他（）
今後もアプリを用いた避難訓練を行いたいと思いますか？	・思う ・思わない
このアプリに追加して欲しい機能はありますか？	（自由記述）

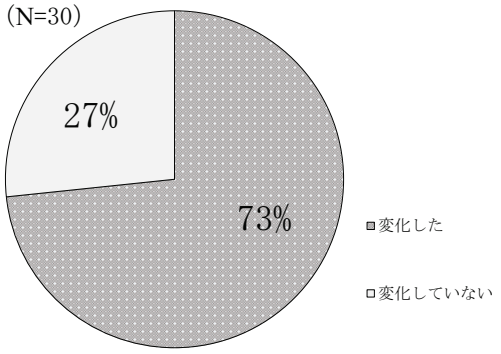


図-8　共助意識の変化について

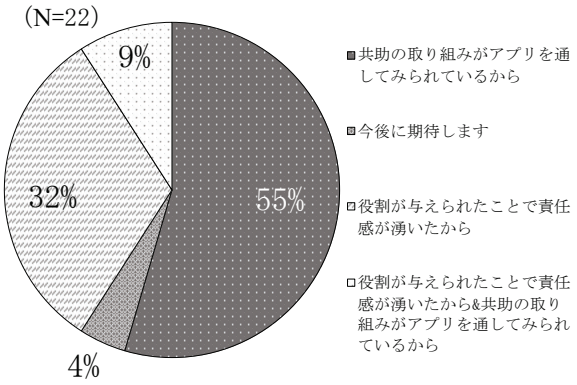


図-9　共助意識が変化した理由

災士会、愛媛大学などの関係機関を含めた推定約1,300名（愛媛新聞の記事による）であった。このうちアプリに登録された要支援者は104名である。この避難訓練において自主防災組織の約 50 名がこのアプリを使用した共助避難訓練を行なった。アプリ使用者は農友の会長および10地区56班の区長と班長である。区長が班長を兼ねたり、複数の班を掛け持ちするケースがあったため、アプリの使用者は実際には50名であった。アプリ使用者のうち、区長・情報収集担当は各地区に1名が割り当てられ、誘導担当は1人が複数班を担当したり2人で1つの班を担当していたため、地区や班によってアプリ使用者の数には偏りがあった。避難訓練終了後に、アプリ使用者（西予市含む）に対してアプリに関するアンケート調査を行い、30名からの回答を得た。回答者の内訳は、15名が誘導担当、14名が区長・情報収集担当、1名が西予市であった。アンケート調査の質問項目を（**表-1**）に示す。本アプリは要支援者の支援状況の情報共有に加えて、アプリ使用者が支援者の立場である点を踏まえ、アプリ使用者による共助意識の変化理由の選択肢として、これらに対応する項目を設定した。

（1）アプリによる影響

図-8にアプリ使用による「共助」意識の変化についての結果を示す。「共助」意識が「変化した」との回答割合が73％(22名)であった(**図-8**)。「区長・情報収集担当」、「誘導担当」の異なる役割の間に有意な差は見られなかった。そして、アプリ使用者の役割に関わらず「共助」意識の変化が確認された。

共助意識が変化した理由を問う設問では、55％が「共助の取り組みがアプリを通して見られていたから」、32％が「役割を与えられたことで責任感が湧いたから」、9％がその両方、との回答が得られており（**図-9**）、その理由の内容から判断すると、**図-8**で確認された共助意識の変化は共助意識の向上を意味すると考えられる。

上記の結果、アプリを使用することで、地区内にいる要支援者の存在が明確化され、それをアプリ使用者が認識できるようになったと考えられる。また自分の役割が明確になったことで、支援者としての自覚が生じたとも考えられる。地域の「共助」の意識・体制を整えるには、普段の地域コミュニティの活動を活発にする必要があり、伊藤ら(2020)は、「共助」に類似した概念である「互助」の構成概念を明らかにし、「互助」を拡充させるためには、①住民が他者への共感を持つ機会があること、②住民が役割意識や生きがいを持つこと、③住民主体の支え合いでありつつも公的な援助を受けることが重要であると指摘している。アプリの使用により要支援者の存在が可視化されたことで、①の住民が他者への共感を持つ機会となった可能性がある。また、アプリを使用することによってアプリ使用者が社会的に貢献したことが見える化されたことや、要支援者も含めて避難したこと及びそれを地域住民が確認できたことは、②の向上に貢献していると考えられる。

（2）アプリの使いやすさ

アプリの使いやすさに関して、「とてもそう思う」、「ま

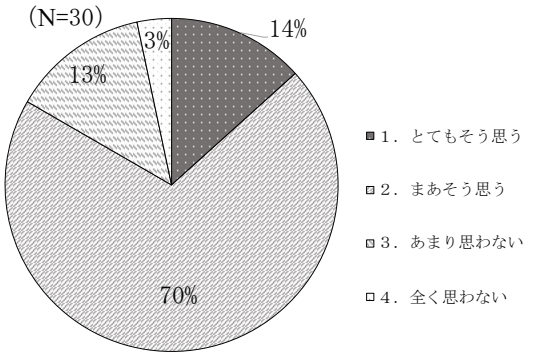


図-10 アプリの使いやすさに対する評価

あそう思う」の回答割合が 83％（25 名）という結果になった（**図-10、表-2**）。使いやすかった理由について、「操作がシンプルだった」、「チャット機能が他地区の動向も見えてわかりやすかった」、「LINE のグループに似ていて使いやすかった」という意見が見られた。一方で、「あまり思わない」、「全く思わない」と回答した人の使いにくかった理由として、「いざとなって使用する時間はない」、「スマホに不慣れ」といったスマホに慣れていないユーザからの意見や「通信が混雑するとフリーズする」といったアプリの応答時間の改善を求める意見が存在した。アプリの反応が遅かった理由については定かではないが、訓練時にアクセスが集中したときにアプリの反応が遅くなる傾向があったことから、サーバー側のレスポンスに問題があった可能性が考えられる。

4．避難訓練の振り返り

避難訓練終了後 2022 年 12 月 15 日に、農友地区自主防災組織と振り返りを行った。この振り返りには、避難訓練時にアプリを使用した約 30 名が出席した（農友会長、各地区の区長・情報収集担当は全員出席した）。ここで出されたアプリに関する意見には以下のものがあった。

- アプリに登録されていた要支援者名簿に誤りがあった（アプリの事前説明会の時点で判明していたこと）。また、要支援者の更新を行政に任せると、正確な要支援者の情報が得られないこと、更新に時間がかかることが課題として挙げられ、今後は年に一度農友地区自主防災組織が主となって要支援者名簿の作成、及び修正を行う。なお、今後は、要支援者の分類を整理した上で、要介護 1、要介護 2、及び在宅で生活している要介護 3 に該当する要支援者をアプリに登録する。
- 毎年アプリを用いた減災訓練を行い、アプリを定期的に使う機会を設ける。
- 災害時のみでなく、普段から利用できる機能の実装。

金（2018）は、共助の取組が先進的な地区の調査により、地区防災計画づくりに成功した地区では、①地域コミュニティの住民主体のボトムアップ型の活動、②大学教員、NPO、行政の防災担当経験者等の地域コミュニティの外部からの有識者によるサポート、③福祉施設、学校、企業等の多様な主体との連携、④大学生から幼稚園児までの子供・若者の参加、⑤自治連合会長等の献身的な住民リーダーの存在、⑥コミュニティセンター等を中心とした新規居住者を積極的に受 け入れた校区単位の良好な人間関係、⑦河川の清掃活動のような日常的な地域活動を結果的に地域防災力の向上につなげる活動、⑧自治体の防災担当経験者による自発的な長期的支援、⑨地区の特性に応じた行政と地域コミュニティの連携等の特徴があることを指摘している。農友地区では地区防災計画を策定するには至っていないが、このアプリ導入（およびそのための要支援者名簿の整理）の過程で、上記のうち、①地域コミュニティの住民主体の活動、②外部からの有識者によるサポート、③福祉施設との連携、④大学生の参加、⑤献身的な住民リーダーの存在が確認されたことは興味深い。具体的には、①については、自主防災組織がアプリによる情報共有訓練を主体的に実施している。②については、アプリの開発に愛媛大学の学生や研究者が携わっている。③については、自主防災組織の代表らが地区内の福祉施設と協議を行い、要支援者の支援の役割分担を明確にしている。④については、大学生が自主防災組織に対してアプリの使用方法を伝授している。⑤については、アプリの開発段階から避難訓練におけるまで大学と自主防災組織の間を取り持つ献身的なリーダーが存在している。今回のアプリ開発・活用を契機として、こうした地域的条件が成立したことが、アプリを通じた共助の促進につながった背景にあったものと考えられる。言い方を変えれば、こうした条件が成立しなければ、アプリの効果を見込めない可能性も有り得る点には、十分に留意する必要があると言える。

今後このアプリを使った継続的な訓練（それに伴う避難者名簿の更新作業）が行われることで、普段から近所付き合いをする機会が増えると考えられる。そして、定期的に避難訓練を行うことによって、自主防災組織以外

表-2 アプリの使いやすさについて（一部抜粋）

とてもそう思う
操作がシンプルで使いやすかった。
チャット機能が他地区の動向も見えてわかりやすい。
まあそう思う
通信速度に不具合が生じていた
ペーパー集計を全てアプリが出来たら良い
ページ数があまりなく単純だから
パスワード他は難しい
すぐに反応して連絡が早かった。
LINEのグループに似ていて使いやすかった
あまり思わない
通信が混雑するとフリーズする。
スマホに不慣れ
いざとなって、使用する時間はない。
声で入力出来たらいいと思う。
全く思わない
携帯をいつも身につけているものでもないから
アプリを使わなくても連絡取れそうだったから

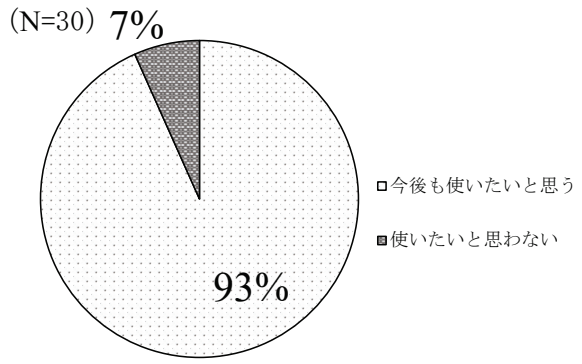


図-11　アプリ利用継続意向調査結果

の住民も共助避難を我が事として考える良い機会が与えられるものと思われる。また、訓練当日、及びアプリの事前説明会においては、若者（子供から 40 代前後）が高齢の方にスマートフォンの使い方を指導している光景が見受けられた。また、これを機に災害用のトイレを作成する訓練なども若い方を中心に行われてきており、スマートフォンアプリという気軽さは若年層が自主防災活動に参加しやすい環境を提供するとも考えられ、地域のコミュニティ力・防災力の向上につながるものと期待される。

５．まとめと今後の課題

本研究では、支援者による共助避難の状況を地区内でリアルタイムに情報共有することを目的としたアプリを開発した。そして、そのアプリを実際の避難訓練で試用した。自主防災組織の代表者らが本部（野村小学校（**図-1**））でアプリを用いて避難の支援状況を即座に把握したり、その状況をみながらアプリの一斉送信の機能を用いて会長からアプリ使用者に対して指示が出されていたことを確認した。

また避難訓練終了後のアンケート調査、振り返りを通してアプリの効果及び改善点についての知見を得た。

アンケート調査、避難訓練後の振り返りを行った結果、以下のことが明らかになった。

- アプリ使用者の「共助」の意識が使用前より向上する傾向にあることが確認された。その要因として、アプリを使用することで、地区内にいる要支援者の存在が明確化され、それをアプリ使用者が認識できるようになったことが原因だと考えられる。また自分の役割が明確になったことで、支援者としての自覚が生じたとも考えられる。
- アプリを使用することで、自発的に要支援者名簿を作成及び修正しようとする意識が高まった。また、回答者のほぼ全てが今後も本アプリを用いて訓練を行いたいと回答した（**図-11**）。スマホに不慣れな方も、今後も本アプリを用いて訓練を行いたいと回答していたことから、要支援者の支援状況をリアルタイムで情報共有できるアプリには需要があることが示唆された。

今後の課題として、農友地区の自主防災組織だけでなく、市役所職員からも、このアプリに普段から使える機能の実装を求める声があった。普段から使える機能を提供することで、ユーザーのアプリ離れを防ぎ、近所付き合いを促進するきっかけを提供したい。

また、アプリによる共助避難のオペレーション円滑化の定量的な評価については現時点ではできていない。これについては今後の課題としたい。

謝辞：本研究を実施するにあたり、西予市役所危機管理課、及び、西予市農友地区の皆様、及び（故）兵頭和夫氏に多大なご協力を頂いた。ここに記して謝意を表す。

参照文献

有馬昌宏・田中健一郎（2016），ローカルな災害関連経験知とグローバルなハザードマップを統合する防災アプリの開発とその可能性，第7回横幹コンファレンス予稿集（USB版），A-7-3.

警察庁（2012），特集:大規模災害と警察~震災の教訓を踏まえた危機管理体制の再構築~，平成 24 年警察白書（参照年月日:2023.4.15），https://www.npa.go.jp/hakusyo/h24/honbun/pdf/05_tokushu.pdf.

内閣府政策統括官（2020），「令和元年台風第 19 号等を踏まえた高齢者等の避難の在り方について（中間とりまとめ）」の公表について（参照年月日：2023.4.18），https://www.bousai.go.jp/pdf/r1t19_1028.pdf.

内閣府政策統括官（2021），避難行動要支援者の避難行動支援に関する制度的な流れ（参照年月日：2022.12.06），https://www.bousai.go.jp/taisaku/hisaisyagyousei/yoshiensha.html.

PR TIMES（2022），地域共助プラットフォームアプリ「common」に資源循環型まちづくりを促進する新機能を追加します（参照年月日：2022.12.6），https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000308.000005362.html.

産経新聞（2022），民間の防災アプリ　地域「共助」を支援　豪雨や自治会・高齢者と共同開発（参照年月日：2022.12.06），https://www.sankei.com/article/20220705-7D7ASWOBXBKWDMI4MQQIUBS7CQ/.

愛媛県西予市（2023），行政区世帯人口調べ（参照年月日：2023.4.14），https://www.city.seiyo.ehime.jp/material/files/group/13/gyousei0402.pdf.

国土交通省四国地方整備局（2018），野村ダム・鹿野川ダムの操作に関わる情報提供等に関する検証等の場（とりまとめ）（参照年月日：2022.12.06），https://www.skr.mlit.go.jp/kasen/kensyounoba/matome.pdf.

西予市災害対策本部運用改善検討会（2019），平成 30 年 7 月豪雨における西予市災害対応に関する検討報告書（参照年月日：2022.12.16），https://www.city.seiyo.ehime.jp/material/files/group/4/houkokusyo.pdf.

兵頭和夫（2021），西予市野村町（農友地区）　自助共助の減災訓練（参照年月日：2022.12.06），
https://www.n-bouka.or.jp/local/pdf/2021_08_30.pdf.
越智晴香・粕谷成貴・井村洋介・森脇亮・藤森祥文（2020），タイムライン情報共有サイトの開発，土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集，Vol. 26, jsce7-125-2020(wll-6).
伊藤海・田口敦子・松永篤志・竹田香織・村山洋史・大森純子（2020），「「互助」の概念分析」「日本公衆衛生雑誌」67（5），334-343.
金思穎（2018），北九州市の地区防災計画に関する地域社会学的研究−半構造化面接法によるインタビュー調査及び SCAT による質的データ分析−，専修人間科学論集，社会学篇，Vol.8, No.2, 107-126.

（原稿受付 2023.06.30）
（登載決定 2023.11.10）

Development of an information sharing application tool for supporting evacuation by mutual assistance

Takeru MARUI[1]・Yoshifumi FUJIMORI[2]・Tsuyoshi HATORI[3]・
Nobuhiko MATSUMURA[4]・Daisuke SHIBA[5]・Ryo MORIWAKI[6]

[1]Department of Engineering, Faculty of Engineering, Ehime University
(i520419u@mails.cc.ehime-u.ac.jp)
[2]Department of Civil and Environmental Engineering, Ehime University
(fujimori.yoshifumi.me@ehime-u.ac.jp)
[3]Department of Environmental Design, Faculty of Collaborative Regional Innovation, Ehime University
(hatori.tsuyoshi.mz@ehime-u.ac.jp)
[4]Department of Environmental Design, Faculty of Collaborative Regional Innovation, Ehime University
(matsumura.nobuhiko.bc@ehime-u.ac.jp)
[5]Interfaculty Graduate School of Regional Resilience, Ehime University
(shiba.daisuke.ey@ehime-u.ac.jp)
[6]Department of Civil and Environmental Engineering, Ehime University
(moriwaki.ryo.mm@ehime-u.ac.jp)

ABSTRACT

Under the revised Disaster Countermeasures Basic Act in 2021, it became the obligation of municipalities to create individual evacuation plans for those who require assistance.

This study aimed to support mutual assistance evacuation efforts led by voluntary disaster prevention organizations by developing an information sharing application. The developed Application was tested during an actual evacuation drill with 50 members of voluntary disaster prevention organizations using it. After the drill, 30 of the 50 users of the application responded to a survey.

Based on the survey results, several key points emerged regarding the impact of using the application during evacuation drills: (1) The application increased user's awareness of "mutual assistance". (2) The elevated awareness of mutual assistance was attributed to the effectiveness of mutual monitoring and an enhanced sense of responsibility driven by self-awareness of their roles. (3) Users expressed a heightened willingness to voluntarily create and update lists of individuals in need of assistance. Furthermore, nearly all respondents expressed a desire to continue using this application for future training exercises. On the other hand, user identified a challenge for the application, which is the implementation of functions that can be used in everyday life.

Keywords *: Mutual Assistance, Evacuation, An Information Sharing Application Tool, Voluntary Disaster Prevention Organization*

土砂災害の前兆現象としてのニオイの発生に関する室内実験と考察

土田　孝[1]・土肥聖平[2]・内田龍彦[3]

[1] 土田地盤工学研究所代表（tkstsuchida@mse.biglobe.ne.jp）
[2] 日本工営株式会社（a8897@n-koei.co.jp）
[3] 広島大学大学院先進理工系科学研究科准教授（utida@hiroshima-u.ac.jp）

和文要約

ニオイの発生が土砂災害の前兆現象の一つであることはよく知られているが，前兆となるメカニズムは解明されていない。ニオイの発生源を調べるため広島県内の土砂災害の履歴を有する複数の自然まさ土斜面において，深さ 0～3m の間隙空気のニオイを調べたところ高いニオイ強度が観測された。そこで，降雨が地盤に浸透する過程および下層から表層への地下水の供給により，表層地盤の間隙空気が地表に放出されて地表面でニオイが発生し，土砂災害の前兆となる可能性を検討した。ニオイ物質を混入した模型地盤を用いて，底部からの浸透実験と降雨浸透実験を行い，地表面でのニオイの発生を調べた。いずれの実験においても，地下水の上昇により間隙空気が地表に放出される過程での地表面のニオイ強度の増加は，ほとんど無いかあるいは非常に小さかったが，地下水位が地表面付近まで上昇すると地表面で計測したニオイ強度は急速に増加した。実地盤で同様のことが起こるとすれば，表層付近までの地下水位が上昇した場合，ニオイの発生と斜面の危機的状況とが関連付けられる。しかし，多くの実斜面では地下水位が地表面付近に達する以前に崩壊する可能性があり，実験結果はニオイが前兆となりにくいことを示すともいえる。以上の考察は，地盤模型の規模，実験環境等について限られた条件での室内試験結果に基づいており，ニオイの発生と地下水上昇の関連付けについては，今後さらに検討が必要である。

キーワード：土砂災害，前兆現象，ニオイ，降雨浸透，地下水位

1．はじめに　ー土石流の前兆現象としてのニオイに関する既往の知見と地盤内で計測したニオイ強度ー

土砂災害が発生する際にはいくつかの前兆現象があることが知られている。**表-1** は，国土交通省が設置した「土砂災害警戒避難に関わる土砂災害前兆情報検討委員会」の報告書による前兆現象の分類であるが，視覚，聴覚，嗅覚など五感ごとに整理されている（国土交通省砂防部，2006）。また，前兆現象に気づいて早期に避難し，被災を免れた事例についても報告されている。災害の前にこれら前兆現象があることは政府や自治体の防災部局においても周知の努力がなされている（内閣府，2022）。

上述の国土交通省の報告書は，2004 年と 2005 年に国内で発生した土砂災害の中で前兆現象が報告された土石流災害 52 件，がけ崩れ 12 件を対象として，前兆現象の種類，現象と災害の発生時間との関係等を分析している。**図-1** は，土石流災害の前兆現象 154（同一の災害において複数の前兆現象が報告される場合もある）について，**表-1** で分類した現象ごとの件数と割合を示している．土石流災害で頻繁に観測されているのは，地鳴りや山鳴り，転石同士がぶつかり合う音などの聴覚的現象，流水の濁

表-1　土砂災害と前兆現象の種類（国土交通省砂防部，2006）

五感	土石流	崖崩れ
視覚	・渓流付近の斜面が崩れ出す ・落石が生じる	・がけに割れ目が見える． ・崖からパラパラ小石が落ちる． ・斜面がはらみだす
	・川の水が異常に濁る ・雨が降り続いているのに水位が下がる ・土砂の流出	・表面流が生じる ・がけから水が噴出する ・湧水が濁りだす
	・濁水に流木が混じりだす	・樹木が傾く
	・渓流内の火花	
聴覚	・地鳴り ・山鳴り ・転石のぶつかり合う音	・樹木の根が切れる音がする ・樹木が揺れる音がする ・地鳴りがする
嗅覚	・腐った土のにおいがする	－

りおよび河川水位の上昇などの視覚的現象であり，以上の 4 現象で 154 例の 48%を占めている。本研究が取り上げるニオイについては，「土臭いニオイ」，「卵が腐ったようなニオイ」など異臭の発生が災害前にあったとする報告がなされており，**図-1** では 154 件中 6 件約 4%となっている。ニオイ発生の原因について，同報告書では渓流の上流で土石流が発生したこと，土石流で発生した石や倒木が擦れることによる発火を挙げている。

2018 年西日本豪雨災害においても，土石流災害の前に異臭があったとする被災者の証言が報告されている(海堀・柳迫, 2019)。**表-2** はそれらの一部を示したものである。表に示すように，異臭は「青臭いニオイ」，「土のニオイ」であり，発生時間は a), b), d)の報告では土石流の直前に異臭を感じたものであるが，c),e)では 20~30 分前に被災者が居住する地域一帯でニオイが発生していたことを示唆している。このように土石流発生のかなり前でのニオイの発生は，上流ですでに土石流が発生していたという理由では十分に説明できないと考えられる。

このように土砂災害の前兆現象として異臭が発生する場合があることは広く知られている一方で，異臭発生のメカニズムについて詳しく検討した例は少ない。本研究は，これまで筆者らが前兆現象としてのニオイの発生について実施した現地調査と室内実験の結果より，ニオイ発生のメカニズムについて検討を行ったものである。

2. 地盤内に分布するニオイ強度の調査

土のニオイに関しては，1965 年に土壌に生息する微生物である放線菌のストレプトマイセス属が産生する代謝産物ゲオスミンが土臭さを発することが報告された (Gerber and Lechvalier, 1965)。ただし，ゲオスミンは降雨のあとの地面のカビ臭いニオイを発生させる有機化合物であり，災害の前に発生する「卵が腐ったようなニオイ」，「土臭いニオイ」，「青臭いニオイ」とはやや異なると考えられる。土壌生化学および微生物学の知見によると，森林土壌には多数の微生物が存在し，1 g の土壌には数万種，数千万から数億の細菌が生息していると推定されている (Roesch et al., 2007, 磯部, 2018)。近年，遺伝子情報を用いた研究により，土壌中に代謝機能を持つ未知の微生物が多く存在することが明らかになっている。地中

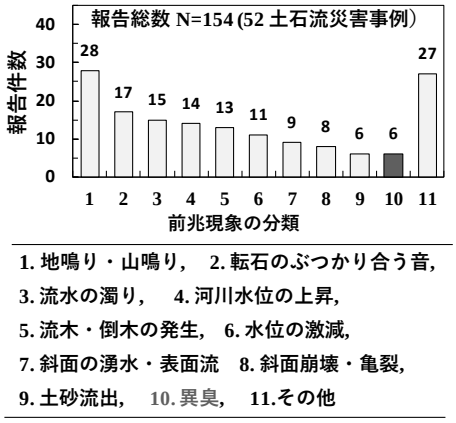


図-1 土石流の前兆現象の報告件数のまとめ（国土交通省砂防部，2006 より作成）

表-2 2018 年西日本豪雨災害における広島県内の被災者からのニオイに関する体験談（海堀・柳迫，2019）

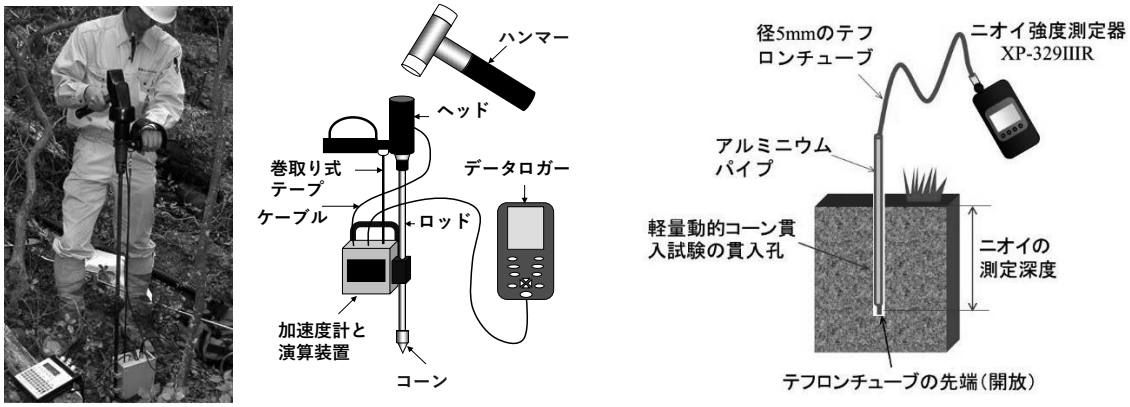
a) 玄関を開けたら土臭く青臭い匂いがしていた。その後まもなくドーンと音がして泥水が家の周囲に流れてきた。

b) 異様な土の匂いを感じ塀越しに外を見ると，道路の上を川のように水が流れており車も流されてきた。驚いていると背後でドカーンと大きな音とともに土石流が流れてきた。

c) 豪雨が心配で自宅の母に電話すると，土のニオイがする，という言葉がありすぐ避難するよう伝えた。30 分経った頃母から電話で「山からすごい音が聞こえる。山の奥から土石流が流れてきた」という連絡があった（母は避難して無事であった）。

d) 渓流の出口付近で橋梁の工事をしていた。7 月 6 日の 18 時ころ現場で異臭を感じ直ちに全員に避難の指示を出し避難した。退避直後に土石流が流出した。

e) 渓流の出口付近の住宅で被災した。土石流が発生する 20 分くらい前に山側の通気口を開けたところ異臭を感じた。



(a) 軽量動的コーン貫入試験機（LWDCPT） (b) LWDCPT の貫入孔を用いたニオイ強度の測定

図-2 地盤内のニオイ強度の測定方法（土田他，2013）

の微生物の多様性から，地中の臭気はさまざまな微生物の代謝によって生成されるニオイ物質の複合体であると考えられている (Hug et al., 2016, 豊田ほか, 2018)。

筆者らは災害時に発生するニオイの由来が地盤内に存在するニオイにあると仮定し，過去に土石流が発生した地域において地盤内のニオイを測定した結果を報告している（土田ほか, 2013)。調査方法は，自然の山中の地盤の強度を測定する調査機器である軽量動的コーン貫入試験を用い，地盤内の貫入抵抗を計測する際にできた貫入孔にニオイ計測器を挿入し深度方向のニオイ強度の分布を計測したものである。

図-2 に地盤内のニオイ強度の測定方法を示す。**図-2(a)** は軽量動的コーン貫入試験機（LWDCPT）である（Tsuchida 他, 2011, Athapaththu 他, 2014)。図のように，本機はハンマーでヘッドを打撃し，このときのヘッドの加速度と巻取り式テープから求めた貫入量を用いて貫入抵抗値 q_d を計算して貫入量 d とともに表示・記録する。LWDCPT は軽量であるため通常の地盤調査機器を使用できない山地の斜面でも試験することが可能であり，筆者らは花崗岩や流紋岩の山地の自然斜面で崩壊可能性がある風化層（最大 5〜6m）の地盤強度の評価に用いてきた（Tsuchida 他, 2014b, Tsuchida 他, 2015)。ニオイの測定は，所定の深度まで LWDCPT で貫入試験を行い，その後ロッドを引き上げて，残った径約 10mm の貫入孔に径 5mm のテフロンチューブとアルミパイプを挿入し，ニオイ測定器（新コスモス電機株式会社 XP-329ⅢR を使用）でニオイの強さを測定した（**図-2(b)**)。

ニオイは様々なニオイ物質が混ざり合った複合体で存在するため，濃度の単位で表示することができない。ニオイ測定器 XP-329ⅢR は，金属酸化物半導体の表面にニオイ分子が吸着すると半導体の電気伝導度が上昇し抵抗値が低下する変化をブリッジ回路の偏差電圧として取り出し，0 から 2000 までの範囲で数値化している。指示値はニオイの強さを示す相対値であり無単位であるが，環境省の臭気の規制に使用される臭気指数とも関連付けて用いることも可能となっている。本研究では計測した値をそのままニオイ強度とした。測定にあたっては標準ガス（二酸化炭素）でセンサーの洗浄を行ってゼロ点を設定し，その後に計測を行った。

表-3 は XP-329ⅢR を用いて様々な物質のニオイ計測を行った結果である。測定は，空気を吸入するテフロンチューブを対象物から 2~4 cm の距離に設置し，5 分間ニオイ強度を計測してそのピーク値を示している。表のように，ニオイが比較的弱いゆず，プラスチック成型品では 80〜290，ニオイが強い代表的な食品である納豆，キムチ，カレー，インスタントコーヒーでは 300〜1460 となっており，本測定器で 100 以上の相対数値を示す場合はほぼ個人差が無くにおいを認識できると考えられる。

図-3 は広島大学構内のががら山の 2 地点で測定した貫入抵抗値 q_d とニオイ強度 I_o の深度との関係である。ががら山は 1999 年と 2018 年に土石流災害が発生したが，いずれも人家から離れた地点であり，前兆現象としてのニオイは報告されていない。図のように，2 点の地盤内にはニオイ強度が 250〜1000 の強いニオイが分布していた。地点 F では深度 40 cm のニオイ強度が 155 であったが深度 1 m では 676 に増加するなど，深度によってニオイ強度が大きく変化した。なお，q_d と I_o の相関性について検討したところ，両者には全く相関がみられなかった。地盤の強度や締まり具合を示す q_d とニオイ強度とは直接の関連はないと考えらえる。

表-3 XP-329IIIR で計測した物質のニオイ強度の例

対象物	におい強度	対象物	におい強度
紅　茶	170〜340	納　豆	450
キムチ	500 前後	ゆず	80〜160
カレー粉	300〜860	靴の中のニオイ	290〜580
インスタントコーヒー	320〜1460	プラスチック成型品	110〜290

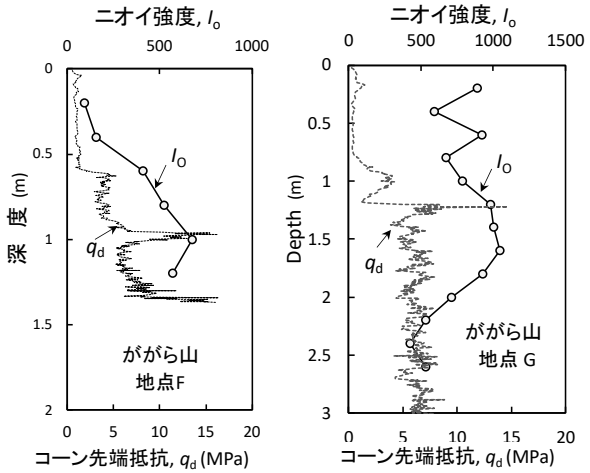


図-3 地盤内のニオイの測定例（土田他, 2013）

図-4 は，広島県内で土石流災害が発生した 8 か所の渓流に近接した地盤において深度 30〜50 cm で測定したニオイ強度と，採取した土の強熱減量 I_L(%)との関係である。図のように，両者の決定係数は 0.493 で，自然地盤から採取した試料の工学的パラメータ間の決定係数としては比較的大きいといえる（小川ほか,1978)。また，I_L のほかに含水比，細粒分含有量，間隙水の pH とニオイ強度の関係を調べたが，有意な関連性は見られなかった。I_L は土に含まれる有機物量との関連が強いパラメータであるので，**図-4** は地盤内の有機物とそれを分解する細菌類の存在がニオイの原因であることを示唆していると考えられる。

以上のように，地盤中の間隙空気のニオイ強度を測定した結果，多くの箇所で高いニオイ強度が計測された。土砂災害の前兆現象として知覚されるニオイの由来はこの地盤の内部に存在するニオイであると考えられる．次に，豪雨によって土砂災害が発生する前に，地表面で地

盤内の強いニオイを感じる理由について考察する。

3. 降雨時の地盤内の水分状態の変化と間隙空気の挙動に関する検討

（1）連続降雨時の降雨浸透過程

土は土粒子と土粒子間の間隙によって構成されている。土の間隙には水あるいは空気が存在するが，全間隙体積中の水の体積の割合は飽和度と呼ばれている。無降雨が続くと間隙中の空気の体積が増加して飽和度が低下する。降雨が続くと，表層から雨水が間隙に浸透し，空気と水が置き換わって飽和度が増加する。降雨が浸透する過程で，間隙中にあった空気は最終的には表層から放出されるが，間隙中の空気が強いニオイを有する場合，間隙空気の放出によって，ニオイが発生することが考えられる。

降雨が継続するときに，雨水が地盤内に浸透し地下水位を形成して空気を放出する過程は**図-5** を用いて以下のように説明できる。

過程 1：不飽和地盤に降雨強度 R (mm/h) の降雨が地盤内に浸透し始めると，上層から順に地盤の含水比 w が上昇し，同時に浸透した間隙水が下層へ浸透する速度を規定する不飽和透水係数 k (mm/h)が飽和度の上昇とともに増加する。k が降雨強度 R と一致すると，上層からの浸透による流入量と下層への流出量が等しい平衡状態となる。ここでは，このときの含水比を平衡含水比 $w_{EQ.}$，土層を平衡含水比帯と称する。**図-5** のように不飽和地盤に一定の降雨強度の雨が連続する条件の場合は，降雨強度 R が大きいほど平衡状態の透水係数に達するため飽和度が増加する必要があるので，$w_{EQ.}$が大きくなる。

過程 2：平衡含水比帯が表層で形成されると，この層は含水比 w_{EQ} を一定に保ちながら下層に向かって拡がっていく。この過程で水と置き換わった間隙の空気は上昇し，地表面から放出される。

過程 3：平衡含水比帯の下端が基盤（不透水層）に到達すると，間隙水は下に浸透できず停留し，間隙中に残っていた空気を追い出して飽和帯を形成する。飽和帯の上端が地下水位である。

過程 4：降雨がさらに続くと，基盤から上層に向かって飽和帯すなわち地下水位が上昇し，残留していた空気は追い出されて地表面から放出される。地盤が斜面である場合，地下水位の上昇にともなって崩壊リスクが高まる。降雨が減少あるいは停止した場合は，飽和帯の間隙水は地形の傾斜にしたがって低部に移動し，地下水位は低下する。

以上の降雨浸透の過程は，室内の降雨浸透実験，広島大学内のかがら山斜面において 2001 年から行っている地盤内の体積含水率，サクションの観測結果より確認されている（ティハ，2005，Tsuchida 他，2014）。

降雨が地盤内に浸透し，基盤から飽和帯が形成され地下水位が上昇して間隙中に残存した空気が地表面に放出される過程を説明したが，最近，豪雨時に別のメカニズムで地下水上昇が起こることがわかってきている。

（2）豪雨時における下層から表層への浸透現象

風化花崗岩や風化流紋岩に覆われた山地では，過去に渓流であったところや土石流によって大量の崖錐が堆積した箇所の上に表層土が堆積している場合が多い。通常の雨では表層に浸透した雨水が崖錐堆積層に到達すると，この層を通じて下流に流下している。すなわち，崖錐堆積層は浸透した雨水を集めて下流に流下する帯水層の役割を果たしている。近年，豪雨時に表層地盤よりも

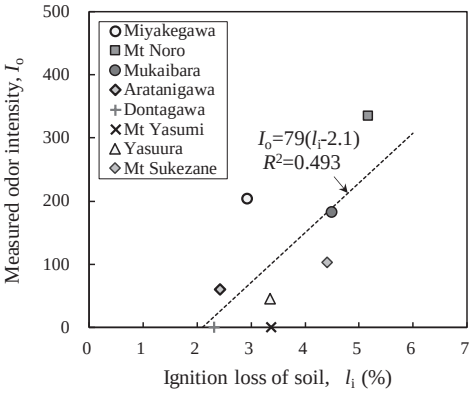


図-4 ニオイ強度と強熱減量の関係（土田他，2013）

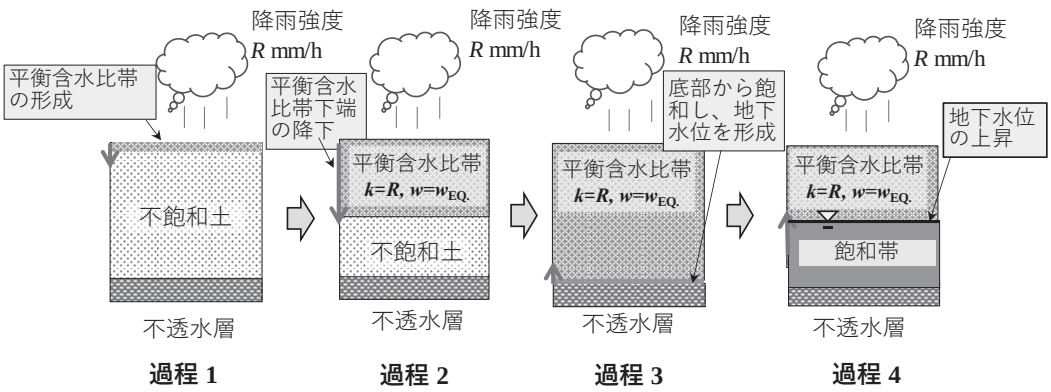


図-5 連続した降雨が継続するときに，雨水が地盤内に浸透し地盤内に地下水位を形成する過程（Tsuchida 他，2014a）

深い帯水層あるいは基盤層に水が浸透しこれらの層を浸透した水が，斜面の下部において表層に向かって上向きに浸透する現象が起こっていることがわかってきた。

図-6 は 2014 年広島土砂災害の被災箇所の調査に基づいて森脇ら，土田らが示した表層土の下の崖錐堆積層（帯水層）から上向きの水の浸透が発生するメカニズムである（森脇他, 2015, 土田他, 2016, Tsuchida 他, 2019）。**図-6 (a)** は通常の雨の場合であり、表層から浸透した雨水は帯水層を流下していく。帯水層に流入する雨水が層の流下能力を上回るような豪雨の場合，**図-6 (b)** のように標高が低い箇所の崖錐堆積層は標高が高い箇所との水頭差によって被圧される。この結果，斜面の中腹や下部において崖錐堆積層の水が表層のまさ土層に上向きに浸透する現象が起こる。この現象により下層からの水の浸透で表層が押し出されて崩壊したと考えられる痕跡は，2014 年 8 月の広島土砂災害の調査，2018 年西日本豪雨災害の土石流災害の調査において報告されている (Tsuchida 他，2016，Hashimoto 他, 2018)。

小橋らは，2014 年広島 8 月豪雨により土砂災害の被害を受けた広島市安佐北区可部町にある高松山に観測地点を設置し，地盤内に土壌水分計，圧力式水位計，水温計による観測を継続して行った。

図-7 は 2018 年 7 月の西日本豪雨における観測結果である（小橋他，2019）。もっとも強い雨は 7 月 6 日 12 時から 19 時までの 7 時間であり，観測地で 125 mm の林外降雨を観測した。深度 30，60，90 cm で水温を測定しているが，表層から降雨が浸透しているとき土中の水温は緩やかに上昇し， 7 月 6 日の 19 時付近までは水温の上昇傾向が続いた。これは気温より温度が高い地表面付近の土の間隙を通過する上からの浸透が続いていることを示すと考えられる。

降雨がいったん途切れた直後の 19 時 20 分からの約 2 時間で地下水位が -91cm から -60c m まで急上昇し，その後の 23 時頃に元の高さに戻った。地下水位の上昇開始から 40 分後の 20 時から深度 90 cm での水温が急激に低下し，20 時 50 分には深度 60cm の水温が急激に低下した。深度 60cm では水温の低下が 22 時 20 分まで継続しその後温度は再び上昇したが，深度 90cm では水温の低下が 24 時まで継続した。このように地下水の上昇と連動して下層から上層にかけて水温が低下し，地下水が元の値に戻る過程では水温の回復（上昇）が上層から下層に進行した。これらの深度と水温の関係をみると，水温の低下は明らかに表層の下部にある帯水層から上向きに地下水が浸透したことを示していると考えられる。23 時に地下水位は元の高さに戻ったが，7 月 7 日 1 時から連続降雨が発生すると 4 時 10 分から再び地下水位が上昇し，この時も 5 時 40 分から深度 90cm，60 ㎝の順で水温が低下しており，帯水層からの上向きの地下水浸透があったと考えられる。なお，深度 30 ㎝における水温

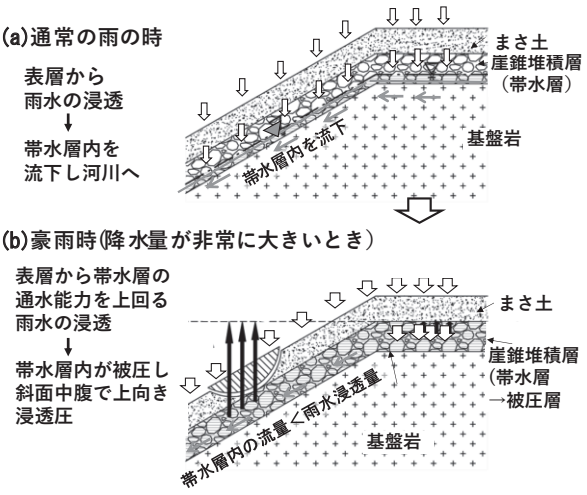


図-6 土石流が発生したまさ土斜面の地盤の構成と降雨浸透（森脇他 2015,土田他, 2016, Tsuchida 他,2019, Hashimoto 他,2020）

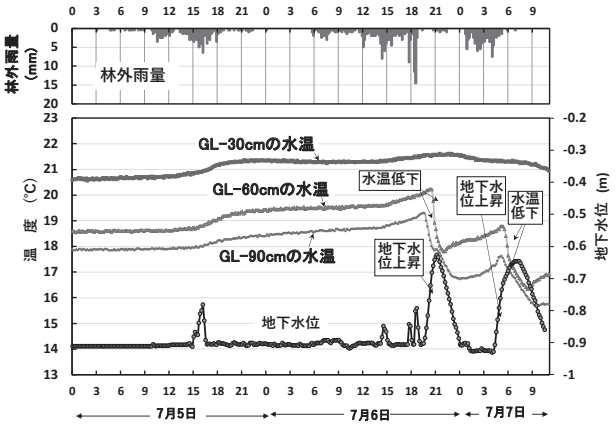


図-7 斜面の林地で観測された降雨量と土中水の温度の関係（ほか，2019）

には変化がないので，上向きの地下水浸透は深度 30 ㎝と 60 cm の間までしか到達しなかったと推察される。

2018 年西日本豪雨では，観測地点周辺で斜面崩壊は発生しなかったが，地下水位の上昇と水温低下が観測された時間帯に広島県内で多数の土石流災害が発生しており，これらの地点でも同様の現象が起こったと推察される。以上のような表層地盤の底部から上向きの地下水浸透がある場合，地盤内の空気が地表面から放出されてニオイの発生につながることが考えられる。

4．ニオイ物質を含む地盤の地下水位上昇過程におけるニオイ発生に関する室内実験（実験 1）

3章では，豪雨時の雨水浸透と地下水位の上昇により，地盤内の間隙空気が地表面から放出される過程について考察した。次に，室内模型実験によって地下水位上昇時の地表面でのニオイの発生を検討した（実験 1）。

（1）実験方法

強いニオイを有する物質を混合した土を含む模型地盤を作成し，底部から水を浸透させたときの地盤表面の臭

気強度を測定した。 図-8 に実験装置の概要を示すが，内径 30 cm，高さ 20 cm の円筒形の土槽内に，ニオイ物質を混合した土を含む高さ 10 cm の模型地盤を作成した。土槽底部のポーラストーンから水を供給し土層内の水位を上昇させ，地表中央から 2.0 cm の位置でニオイ強度を測定した。

実験に使用した土は，広島大学構内のががら山で採取した平均粒径 0.90 mm, 細粒分 8.7%のまさ土(間隙比 0.90, 飽和度 30 %に調整）であり，飽和透水係数は 6.04×10^{-5} m/s であった。ニオイ物質を混合した土層は，調整したまさ土 3,534 cm^3 に 4.75 mm ふるいで通過させた市販のキムチ 400 g (320 cm^3)を混合し層厚が 5 cm になるように作成し，そのニオイ強度は 380 であった。なお，キムチ混同土の透水特性については試験を行なっていないが，キムチの粒径とまさ土の粒径を考慮すると，ほぼ同じと考えられる。

実験は以下の 2 つの土層構成で行った。。

土層構成 A：上部まさ土層 5 cm，下部キムチ混合土層 5 cm。

土層構成 B: 上部まさ土層 2 cm，中央キムチ混合土 5 cm，下部まさ土層 3 cm。

浸透中は，模型地盤内に流入した水の重量を測定することにより，模型地盤内の水位を算出すると同時に目視でも地中での水位の位置を確認した。浸透は水位が模型地盤の表面に達するまで継続した。

（2）実験結果

図-9 は 土層構成 A, 地下水上昇速度 0.31 cm/min の時の，底部からの地下水位の高さと地表面でのニオイ強度の関係である。本実験では模型地盤を作成後の 24 時間で地表面のニオイ強度が 30 に増加した。底部から浸透を開始すると，地盤内の水位はほぼ一定の速度で上昇し約 21 分後に地表面に達した。この間，模型地盤の間隙中のニオイを含む空気は底部からの浸透水と置き換わって表層から排出されたはずであるが，水位が 8 cm に達するまでニオイ強度は平均 43.6 でほぼ一定であり，ニオイ強度の増加は観測されなかった。地盤内の水位が 8 cm に達すると，ニオイ強度は急激に増加し，水位が地表に到達する直前に測定された最大ニオイ強度は 184 であった。

図-10 は地下水上昇速度を 0.68 cm/min に増加させたときの実験結果である。浸透開始直前に 19.0 であったニオイ強度は，浸透開始後平均 16.7 でほぼ一定で推移した。水位が 8.0 cm になった時点でニオイ強度の増加が始まり，水位が表層に到達したときに 240 まで上昇した。これらの結果は，図-9 とほぼ一致しており，水位上昇速度の増加は, 表面でのニオイ発生にはほとんど影響がなかった。

図-11 は, 厚さ 5 cm のキムチ混合土層を表面から 2 cm の深さに設置した土層構成 B における実験結果である。地下水上昇速度は図-9 と図-10 の速度のほぼ平均である 0.43 cm/min とした。本試験では，キムチ混合土層が表層から近いためと思われるが，模型地盤を準備してから浸透開始までの 24 時間中に表面のニオイ強度が 136 に

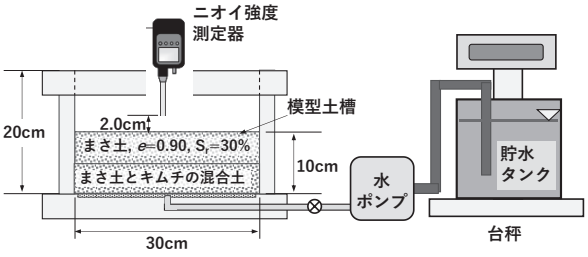


図-8 ニオイ物質を含む模型地盤の底部からの浸透実験

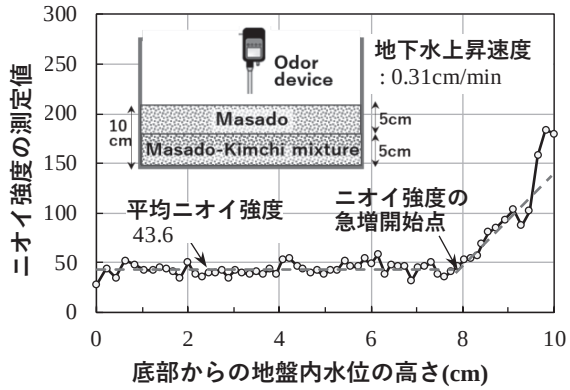


図-9 底部浸透実験のニオイ強度と地盤内水位の関係
(水位上昇 0.31 cm/min, ニオイ物質深度 5-10cm)

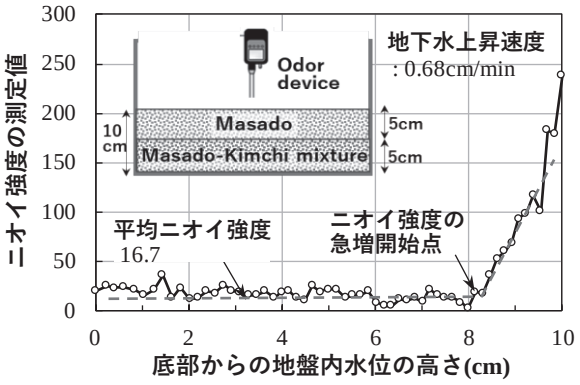


図-10 底部浸透実験のニオイ強度と地盤内水位の関係
(水位上昇 0.68 cm/min, ニオイ物質深度 5-10cm)

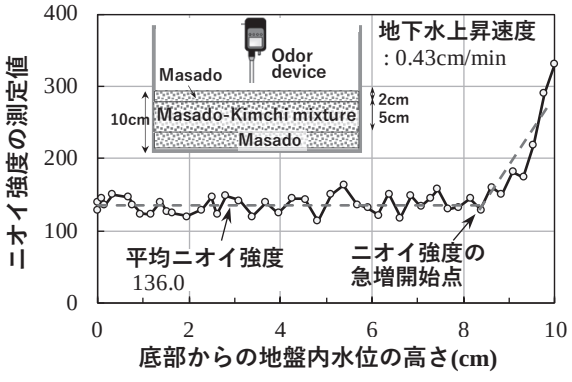


図-11 底部浸透実験のニオイ強度と地盤内水位の関係
(水位上昇 0.43 cm/min, ニオイ物質深度 2-7 cm)

増加した。浸透開始後は，地盤内水位が 8.6cm に達するまではニオイ強度は±15 程度の増減を繰り返したが，表面のニオイ強度の平均はほとんど変化しなかった。水位が約 8.6 cm に近づくと，ニオイ強度は急速に増加し，地盤内水位が地表まで上昇したときは 332 であった。ニオイ強度の最大値は土層構成 A の場合よりも大きく，これはキムチ混合土が表層に近いため，この層を浸透して表面に達した水のニオイ強度も大きかったためと推察される。

以上の実験は，**図-8** に示す円形土槽の上部が開いた条件で実施しており，実験室内の空気の流れの影響を受ける条件で実施していた。**図-9～図-11** の浸透開始後のニオイ強度をみると，ほぼ一定で推移する中でばらつきがみられており，実験室内の気流の変化の影響を受けていると推測された。そこで実験室内の気流の影響を除去するため，土槽の上部をビニールシートで覆い粘着テープで止めた条件で浸透実験を行った。

図-12 は土層構成 A，地下水上昇速度 0.29cm/min のときの実験結果である。図をみると， 地下水位が 9 cm に達したときにニオイ強度が急激に増加する傾向は**図-9～図-11** と同様であるが，浸透開始からニオイ強度の急増にいたる間のニオイ強度の変動は明らかに減少しており，実験室内の気流を遮断した効果と考えられる。浸透開始後のニオイ強度は開始前の 71.0 から一貫して増加し続け，ニオイ強度の急増が始まるときには 114.0 であった。これは，底部からの浸透と地下水上昇によって置換され表層から放出された間隙空気によるニオイ強度の増加と推測される。このことから，**図-9～図-11** の実験では底部から浸透と地盤内水位の上昇による間隙空気の放出が起こっていたものの，試験室内の気流の影響でニオイが希釈され，地表面においてニオイ強度の増加が計測されなかったと考えられる。

以上の結果をまとめると，すべての実験で地盤内水位が底部から約 8～9 cm (土槽の表面からは 1～2 cm 下)に達したときにニオイ強度の急激な増加が起こった。これは，間隙空気のニオイの放出というよりも，土層表面から 2.0 cm の高さにあるニオイ強度測定器が，ニオイ物質を含む間隙水のニオイを検知したためと考えられる。一方，**図-12** のように土槽の上部を密閉した条件では，浸透開始後ニオイ強度が地盤内水位の上昇とともに一貫して上昇し，これはキムチ混合土の間隙中の空気が地表面から放出されたことによると考えられる。したがって，地盤表面での気流による希釈効果を防止すれば，地盤内水位の上昇に伴う間隙空気の放出によって地表面のニオイ強度の増加が起こりうるといえる。ただ，今回の実験ではこの過程でのニオイ強度の増加は，地下水位が表層付近に達した後の急激な増加に比べてはるかに小さかった. つまり，本実験では地表面での強いニオイ発生の主たる原因はニオイを含む間隙空気の放出ではなく，ニオイを含む地下水の地表への接近であったといえる。

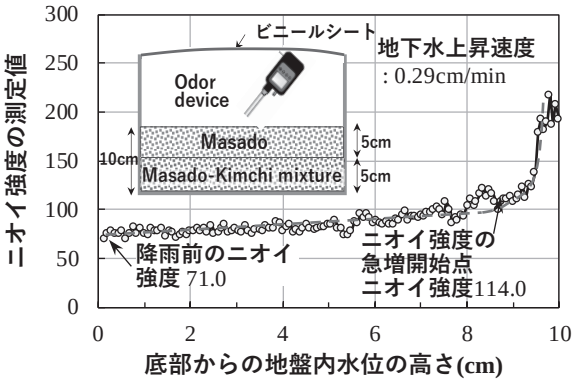


図-12 底部浸透実験のニオイ強度と地盤内水位の関係 (土槽上部をシートで密閉。水位上昇 0.29 cm/min, ニオイ物質深度 5-10 cm)

5．ニオイ物質を含む地盤の降雨と浸透の過程におけるニオイ発生に関する室内実験（実験 2）

（1）実験方法

4 章の実験では，降雨が無く地盤内の地下水位が上昇するときのニオイの発生を検討した。次に，降雨が継続して雨水が浸透する過程でのニオイの発生を調べることを目的とした降雨浸透実験（実験 2）の結果を示す。

図-13 に実験装置の概要を示すが，径 30 cm，高さ 1 m のアクリル製土槽の底に高さ 3 cm のニオイ物質を置いた。ニオイ物質の上に厚さ 97cm の模型地盤を，初期飽和度 30%に含水比を調整した豊浦砂を 5cm ずつ 20 層に分け，間隙比が 0.75～0.80 となるように締め固めて作成した。この間隙比での豊浦砂の飽和透水係数は 1.02×10^{-4}m/s であった。

模型地盤の上部に設置した室内降雨発生装置は，空気圧と水圧を調整することでノズルから径約 0.3 mm の水滴を噴射する装置である。したがって，雨滴の大きさは実際の雨とは異なっている。模型地盤内にはプロファイ

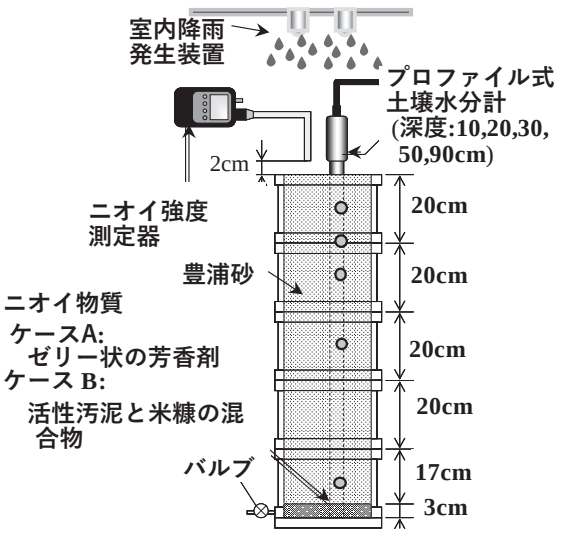


図-13 降雨浸透過程のニオイ検知実験装置

ル土壌水分計を設置し，深度 10 cm，20 cm，30 cm，50 cm，90 cm における体積含水率を測定した。ニオイ測定器は，吸引用テフロンチューブの先端が模型地盤表面の中心から 2 cm の高さにくるように設置した。**4章**ではまさ土試料を使用したのに対して本実験で豊浦砂を使用したのは，まさ土試料を使用した予備実験では降雨開始後地盤表面に細粒分が分離して堆積し，地盤内への浸透が進行せず**図-5** に示した降雨浸透過程を再現できなかったためである。また，本実験のような一次元降雨浸透実験では，強い雨の場合，浸透した雨水と間隙空気の置換がスムーズに進行せず間隙空気が封入される現象も起こりうるが，このことも降雨浸透過程が再現できなかった一因と考えられる。模型地盤の土試料を細粒分の少ない豊浦砂に変更して予備実験を行った結果，降雨強度 20 mm/h の条件において，土層底部に設置した水圧計で計測した地下水位の位置と土壌水分計の値がよく対応し，降雨進行過程をほぼ再現することができることを確認した（水圧計は時々間隙空気圧の影響を思われる大きな圧力変動を示したが一時的であり，すぐに地下水位の水圧に戻った）。

模型地盤の底部に設置したニオイ物質は，ニオイ強度が大きいこと，ニオイ物質が空気よりも重く水に溶けにくいことが必要条件となるが，以下の 2 つを使用した。

ケース A：高吸水性ポリマーとアロマオイルを配合した市販のゼリー状芳香剤。2cm の距離で測定したニオイ強度は 868 である。

ケース B：東広島浄化センターの下水処理に使用された活性汚泥により発酵させた米ぬか。ニオイ強度は 631 である。微生物の塊である活性汚泥で発酵させた米ぬかのニオイの特性が地盤中のニオイに近いと考えて使用した.

模型地盤を作成してから 24 時間後に，降雨強度 20 mm/h の降雨を開始し，各深度における水分量と地表面のニオイ強度を測定した。

（2）実験結果と考察

ニオイ物質として芳香剤を使用した実験（ケース A）では土層作成後の 24 時間で地表面のニオイ強度が 66 まで上昇していた。**図-14** は，降雨開始後の時間に対する地盤の体積含水量の変化である。図に示すように，降雨開始から 30 分後には，**図-5** で説明した平衡含水帯(EWCZ)が地表面近くに形成された。本実験の平衡含水比帯は体積含水率で約 20% であったが，その下端は 30 分，60 分，90 分とほぼ一定の速度で下降し 120 分後には下端の深度が約 90 cm となった。その後，平衡含水比帯は土層底部 (97cm) に到達し，底部から地盤の飽和が始まった。240 分には深度 90 cm が飽和しており，飽和した地盤に自由水面が形成されたと考えられる。その後，自由水面の高さ（地下水位）はほぼ一定の割合で上昇し，480 分で深さ 50 cm，540 分で深さ 30 cm，600 分で深さ 20cm，それぞれ 720 分で深さ 10 cm となって，最終的に地下水位が地表面近くに達した。

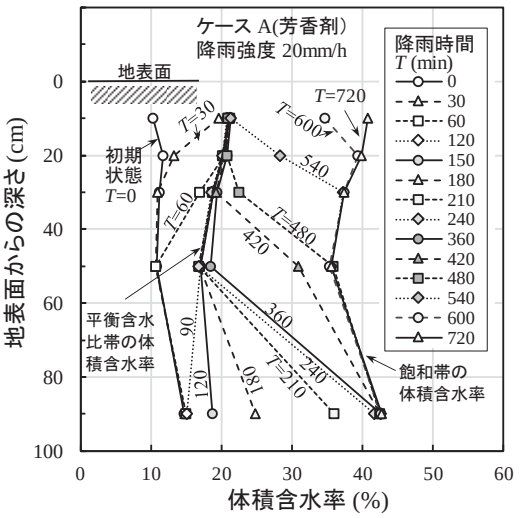


図-14 降雨浸透実験における各深度での体積含水率の変（ケースA，降雨強度 20mm/h）

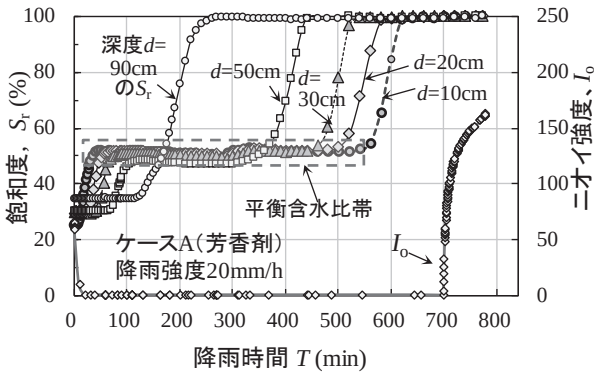


図-15 5 か所の深度における飽和度および地表面ニオイ強度と降雨時間の関係 (ケース A)

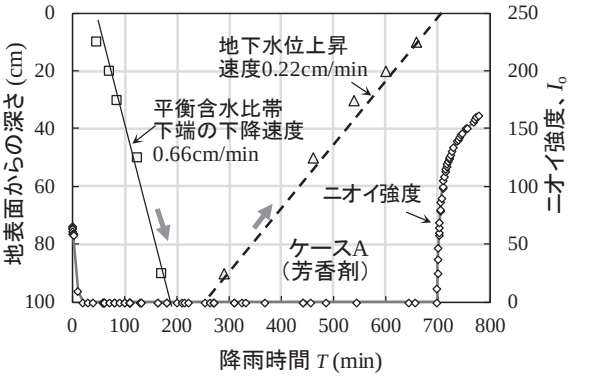


図-16 各深度における平衡含水比帯下端と地下水位の到達時間と降雨時間の関係 (ケース A)

図-15 は，5 つの深度における降雨開始後の時刻と飽和度の関係である。 図は，平衡含水比帯における飽和度が 50±3%程度で一定となっていること，下層から飽和度が 100%に達して飽和帯が形成され地下水位が上昇していることを示しており，**図-5** に示す降雨浸透過程が進行している。**図-16** は，深度 10 cm，20 cm，30 cm，50 cm，90 cm における平衡含水比帯下端の到達時間と地下水上

昇過程での地下水位到達時間を示している（いずれも各時間と土壌水分計のデータから内奏しても求めた)。比較のために，地盤面におけるニオイ強度も示している。図より，平衡含水比帯の下降速度は 0.66 cm/min，地下水位の上昇速度は 0.22 cm/分であった。降雨開始直後にニオイ強度は 66 から 0 に低下したが，これはニオイ成分が雨水に吸収されて空気中のニオイ成分が減少したためと考えられる。その後ニオイ強度は 0 のまま全く変化しなかったが，本実験では降雨装置を使用したため土槽上部は実験室内に開放されているので，気流によってニオイが希釈された可能性もある。ニオイ強度は地下水位が地表近くまで到達したときに急増し，最終的には 160 になった。このニオイ強度の急増は，ニオイ物質を含む地下水が地表に露出したことによるものであると考えられる。

図-17 と**図-18** は，活性汚泥で発酵させた米ぬかをニオイ物質として用いたケース B の実験結果である。本実験では，プロファイル式土壌水分計の深度 50cm と 90cm のセンサーが故障したため，これらの水深の水分変化は測定できなかった。 **図-17** には 3 つの深さでの飽和度を降雨時間とともに示すが，**図-15** と同様に降雨開始後上層から順に飽和度 50%程度の平衡含水比帯が形成されている。実験の後半では，520 分で 30 cm の深さが飽和し, 550 分で 20 cm の深さが, 600 分で 10 cm の深さがそれぞれ飽和した。 **図-18** は，10 cm，20 cm，30 cm の深さおける平衡含水比帯下端および地下水位の到達時間である。平衡含水比帯下端の下降速度 0.42cm/min と地下水位上昇速度 0.31 cm/min はケース A と若干異なるが，ケース B の降雨浸透過程もケース A と同様に**図-5** で示した過程に従っていた。ニオイの発生をみると，降雨開始前の表面のニオイ強度は 172 であったが, 降雨開始後にケース A のようなニオイ強度の減少はなくほぼ一定の状態が継続した。降雨時間 600 分に地下水位が地表面以下 10～20cm に達したときにケース A と同様にニオイ強度 300 まで急激に増加した。

以上のように，降雨浸透実験における地表面でのニオイ強度は地下水位が地表面近くに達するまでほとんど変化がなく, 水位が地表面近く（ケース A ではほぼ地表面，ケース B では地表面下 10 cm）に達したときに急増した。この点は**４章**の実験結果と共通している。本実験ではおり，強いニオイの主たる原因は，ニオイを含む地下水の地表への接近であったと考えられる。

６．まとめ

ニオイの発生が土砂災害の前兆現象の一つであることはよく知られているが，前兆となるメカニズムは十分に解明されていない。土砂災害の履歴を有する自然斜面において, 深さ 0～3m の土中の間隙空気から高いニオイ強度が観測されたことから，土砂災害が発生する前に強いニオイが感知されることがある原因について,「豪雨によって地盤中の地下水位が上昇し，その過程でニオイを有

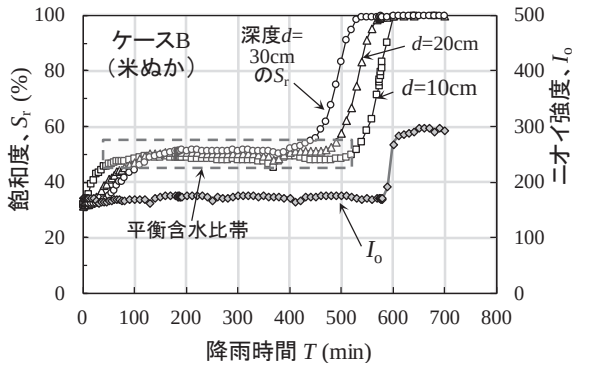


図-17 3 か所の深度における飽和度および地表面ニオイ強度と降雨時間の関係 (ケース B)

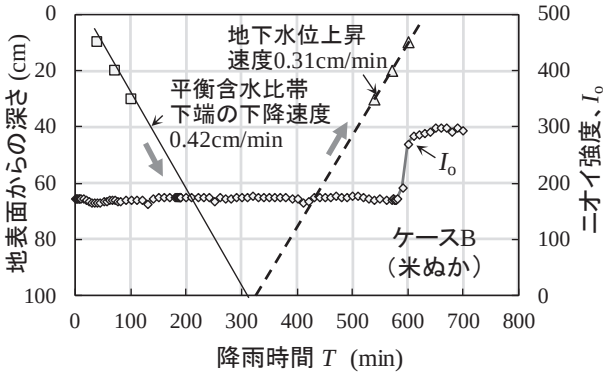


図-18 各深度における平衡含水比帯下端と地下水位の到達時間と降雨時間の関係 (ケース B)

する土中の間隙空気が地表面に放出される」というメカニズムを仮定し，その可能性について 2 つの室内模型実験によって検討を行った。実験 1 では高さ 10cm の模型地盤の底部から水を浸透させて地盤内水位が上昇したときの地表面付近のニオイ強度を測定した。実験 2 では，高さ 1m の土層を用い，一定の強さの降雨のもとで地表面から雨水が浸透する過程で地表面付近のニオイ強度の測定を行った。本研究から得られた知見をまとめると以下のようになる。

1) 底部から水を浸透させた実験 1 では，浸透開始から地表面のニオイ強度の変化がほとんどなく，地盤内水位が表層近くの 8～9cm になったときニオイ強度が急激に上昇した。ニオイ強度の増加は, ニオイ物質を含む地下水が地表近くまで到達したためと考えられる。
2) 土層上部をシートで覆い実験室内の空気の流れから遮断した条件で実験 1 を実施すると，浸透開始直後から地表面のニオイ強度が徐々に増加した。これは地表面に放出された空気のニオイ成分が実験室内の気流で希釈されなかったためと考えられ，下部からの浸透とで放出された空気による地表面のニオイ強度の増加は, 起こっていた。しかし, 今回の実験ではこの過程のニオイ強度の増加は，地下水位が地表面近くに達したときの増加に比べてはるかに小さかった。

3) 降雨浸透過程での地表面のニオイ強度を測定した実験 2 では，降雨浸透過程では地表面のニオイ強度の変化は全く無く，実験 1 と同様に地下水位が地表近くに達したときに急激にニオイ強度が増加した。。

4) 両実験において，下部からの浸透による地下水位の上昇，降雨浸透により土中の間隙空気が地表から放出される過程における地表面のニオイ強度の増加は，ほとんど無いかあるいは非常に小さかった。一方，地下水位が地表面に近づくとニオイ物質を含む地下水の接近によりニオイ強度は急速に増加した。以上の結果から，ニオイ物質が存在する地盤内で地下水位が上昇した場合，地表面でのニオイの発生は，ニオイ物質を含む地下水の水位が地表近くに達したときに起こるといえる。

以上のように，当初仮定した「地下水位が上昇する過程でニオイを有する土中の間隙空気が地表面に放出される」ことによる地表面のニオイの発生は，今回行った室内試験でははっきりと確認できず，間隙空気が地表から放出される過程でのニオイ強度の増加はほとんどないか非常に小さかった。しかし，ニオイ物質を含んで上昇した地下水の水位が地表面近くに達したときには，地下水が含むニオイ物質により，地表面のニオイ強度は大きく増加した。一般に，斜面内の地下水位が地表面付近まで上昇することは斜面安定上危機的な状態を意味している(Tsuchida 他，2014a)。したがって，これが実地盤のスケールで起こるとすれば，ニオイの発生が地下水上昇とそれによる土砂災害の発生と関連付けることができる。一方，実斜面の安定解析結果では，地下水位が表面付近に到達する以前に，たとえば層厚 3 m の斜面の場合であれば地表面から 1 m あるいは 50 cm の深さまで地下水位が上昇すると安全率が 1.0 以下となる場合が多い。今回の室内試験結果では地下水が上昇してニオイを含む間隙空気が地表に放出されても，地下水位が地表面のごく近傍まで達しないとニオイ強度の顕著な上昇はなかった。この結果は，ニオイ物質がある地盤で地下水位が上昇しても地表面でニオイが感知される以前に土砂災害が発生することになり，むしろニオイの発生が前兆となりにくいことを示すといえる。

以上の考察は，地盤模型の規模，実験環境およびニオイの臭気特性について限られた条件での室内試験結果に基づいたものである。ニオイの発生と地下水挙動を関連付けることの可否を検証するためには，厳密な環境でのスケールの大きい室内試験や，実際に前兆としてニオイが発生した災害発生箇所で地盤中のニオイと地下水の挙動の調査を実施するなどの，さらなる検討が必要である。

謝　辞

本研究の実施に当たり文部科学省・日本学術振興会の科学研究費助成事業第 20K04085 号の支援を受けた。ここに記して支援に深く感謝の意を表する。

参照文献

Athapaththu A.M.R.G., Tsuchida T., Kano S. (2014): New geotechnical method for natural slope exploration and analysis, *Natural Hazards*, No.75, pp.1327-1348.

Gerber N. N. and Lechvalier H. A. (1965): Geosmin, an earthy-smelling substance isolated from actinomycetes, *Applied and Environmental Microbiology*, Vol.13, No.6, pp.935-938.

Hashimoto R., Tsuchida T., Moriwaki T. and Kano, S. (2020): Hiroshima prefecture geo-disasters due to West Japan torrential rainfall in July 2018, *Soils and Foundations*, Vol.60, Issue 1, pp.283-299.

Hug, L., Baker, B., Anantharaman, K., Brown, C., Probst, A., Castelle, C., Butterfield, C., Hernsdorf, A., Amano, Y., Kotaro Ise, K., Suzuki, Y., Dudek, N., Relman, D., Finstad, K., Amundson, R., Thomas, B., Banfield, J. (2016) A new view of the tree of life, *Nature Microbiology*, 1, 16048.

Roesch L., Fulthorpe R., Riva A., Casella G., Hadwin A., Kent A., Daroub S., Camargo F., Farmerie W. and Triplett E. (2007), Pyrosequencing enumerates and contrasts soil microbial diversity, *The ISME Journal*, Vol.1, pp.283‐290.

Tsuchida T., Athapaththu A.M.R.G., Kano S. and Suga K. (2011): Estimation of in-situ shear strength parameters of weathered granitic (masado) slopes using lightweight dynamic cone penetrometer, *Soils and Foundations*, Vol.51, Issue 3, 2011, pp.497-512.

Tsuchida T., Athapaththu A.M.R.G., Kawabata S., Kano S., Hanaoka T., Yuri H. (2014a): An individual landslide hazard assessment of natural valleys and slopes based on geotechnical investigation and analysis, *Soils and foundations*, Vol.54, Issue 4, 2014, pp.806–819.

Tsuchida, T., Kano, S., Nakagawa, S., Kaibori, M., Nakai, S., Kitayama, N. (2014b) : Landslide and mudflow disaster in disposal site of surplus soil at Higashi-Hiroshima due to heavy rainfall in 2009, *Soils and Foundations*, Vol.54, No.4, pp.621‐638.

Tsuchida , T., A.M.R.G. Athapaththu, Hanaoka, T., Kawaguchi, M.(2015) : Investigation of landslide calamity due to torrential rainfall at city of Shobara, Japan, *Soils and Foundations*, Vol.55, No.5. pp.1305‐1317.

Tsuchida T., Moriwaki T., Nakai S., Athapaththu AMRG (2019): Investigation of multiple slope failures and debris flows of 2014 Disaster in Hiroshima, Japan, *Soils and Foundations*, Vol.59, Issue 4, pp.1085–1102.

磯部一夫 (2018)：森林土壌微生物の構成と養分動態へのかかわり，柴田英昭編 森林と土壌第5章，森林科学シリーズ 7，共立出版，pp.151-201.

小川富美子，松本一明 (1978)：港湾地域における土の工学的諸係数の相関性，港湾技術研究所報告，Vol.17，No.3，pp.3-89.

海堀正博・柳迫長三（2019）：平成30年7月豪雨災害（広島県）体験談集，砂防学会　広島防災士ネットワーク.

国土交通省砂防部（2006）：土砂災害警戒避難に関わる土砂災害前兆情報の活用のあり方について，土砂災害警戒避難に関わる土砂災害前兆情報検討委員会，http://www.mlit.go.jp/river/ sabo/ kondankai/ zencho/060331_s1.pdf.（2023年5月11日確認）

小橋力也・北真人・内田龍彦・梶昭仁・宮田英樹・河原能久(2019), 土石流危険度予測のための源頭部における豪雨時の雨水浸透過程に関する研究, 河川技術論文集, 第25巻, pp..669-674.

土田孝・由利厚樹・加納誠二・中藪恭介・矢葺健太郎・花岡尚・川端昇一 (2013): 地盤内のにおい強度と斜面崩壊時のにおい発生に関する一考察, 地盤工学ジャーナル, Vol.8, No.2, pp.339-348.

土田孝・森脇武夫・熊本直樹・一井康二・加納誠二・中井真司 (2016)：2014 年広島豪雨災害において土石流が発生した渓流の状況と被害に関する調査,地盤工学ジャーナル, Vol.11, No.1, pp.33-52.

豊田剛巳 (2018)：土壌微生物学，実践土壌学シリーズ１， 朝倉書店。

ティハ (2005)：降雨時の風化花崗岩斜面の不安定化機構に関する研究，広島大学学位請求論文

内閣府 (2022)：政府広報オンライン 土砂災害から身を守る3つのポイント，あなたも危険な場所にお住まいかもしれません！, https://www.gov-online.go.jp/useful/article/201106/2. html, (2023年5月11日確認)

森脇武夫・土田孝・中井真司・加納誠二 (2015)：広島県内の既往災害との比較の観点からみた 2014 年広島土砂災害の特徴，地盤と建設, Vol.33, pp.201-212.

（原稿受付　2023.6.30）
（登載決定　2024.1.26）

Laboratory Experiments and Considerations on the Occurrence of Odors as Precursors of Landslide Disasters

Takashi TSUCHIDA[1]・Shohei DOHI[2]・Tatsuhiko UCHIDA[3]

[1]Tsuchida Geotechnical Laboratory（tkstsuchida@mse.biglobe.ne.jp）
[2]Nippon Koei Corporation（a8897@n-koei.co.jp）
[3]Graduate School of Advanced Science and Engineering, Hiroshima University （utida@hiroshima-u.ac.jp）

ABSTRACT

It is well known that the generation of odor is one of the premonitory phenomena of landslide disasters, but the premonitory mechanism has not been fully elucidated. To find the source of odors, we investigated pore air odors at depths of 0 to 3 m on multiple natural slopes, and observed high odor intensity. During heavy rains, pore air in the soil is released to the surface due to the infiltration of rainfall from above into the ground and the supply of groundwater from the lower layer to the upper layer. If the pore air has a strong odor, it is conceivable that this release will generate the odor on the ground surface and be a precursor of landslide disasters. In order to examine this possibility, we made a model ground mixed with odorants, and conducted a water supply experiment from the bottom and a rainfall infiltration experiment while measuring the odor on the ground surface. In both experiments, there was little increase in odor intensity on the ground surface during the process of pore air being released to the ground surface, however when the groundwater level rose near the ground surface, the odor intensity increased rapidly. If these were to take place on an actual scale of ground, the occurrence of odors at the ground surface would be associated with critical slope conditions due to the rise of groundwater. On the other hand, considering that many actual slopes will fail before the groundwater level reaches near the ground surface, the experimental results may show that the occurrence of odors is unlikely to be a precursor. Further investigation is required to determine whether there is a link between the occurrence of odors and groundwater rise.

Keywords *: landslide disaster, premonitory phenomenon, odor, rainfall infiltration, groundwater level*

「想起の場」における「赦し」の意義

小林秀行[1]

[1]明治大学情報コミュニケーション学部　准教授　(h_kobayashi@meiji.ac.jp)

和文要約

本研究は災害という出来事を背負う場としての「想起の場」において、「赦し」という概念がもつ意義を明らかとしたものである。「想起の場」は多様な記憶メディアが複合的に配置された空間であり、そうした集積が多声性を保障する可能性をもつ反面、接続の仕方によっては中核施設にその意味付けを回収されてしまうという危険性をもってもいる。そのため、多様な人びとに開かれた空間となっていることと同時に、それによって単一の物語へと収斂させることを防ぎ続けることが「想起の場」の成立のためには重要な要素となる。この点において「赦し」とは、出来事への関わり方を再帰的に自己決定することで、人びとが応答責任を背負うことを自認し続けながらも、結果責任や過度の応答責任に永続的にとらわれることからの緩和を認めることであり、このことは個人の内面における「苦」との向き合い方の発見という意味での「癒し」に向けて、受苦に対する心理的障壁を緩和する可能性をもつ。このことは「想起の場」を慰霊や継承など多様な目的をもった人びとが応答責任のもとに行き交うような開かれた場へと展開させ、行為の接続という意味でのコミュニケーションが生みだされる可能性をより高めるといえる。

キーワード：想起の場、継承、癒し、赦し、苦難

１．はじめに

本研究は災害という出来事を背負う場としての「想起の場」において、「赦し」という概念がもつ意義を明らかとしたものである。この点について本研究は、先行研究の整理を通して「パティ・マトス(受苦を通して学ぶこと)」(小野 2009:16)を鍵概念として、「想起の場」では「赦し」に支えられることで、他者の受苦の経験に触れて日常が揺らがされるという経験がより多くの人びとに可能となり、そのことが災害の継承の可能性を切りひらくという点を明らかとした。

本研究ではこうした理論的な検討を行うにあたって、周辺領域から災禍をめぐって行われたさまざまな研究に学びながら、その知見を災害へと落とし込むという方法論をとっている。そのため議論に際しては、多くの概念や事例を参照していることもあり、本論へと入る前にこの場で簡潔に本研究の要旨を整理しておくこととしたい。

本研究は災害の記憶と継承において重視されてきた教訓、換言すれば将来的な被害軽減への貢献という防災・減災（以下、防災）上の目的がもつ問題に焦点を当てたものである。教訓化するということは、出来事から要点のみを抽出し簡潔に整理するということであり、そこでは枝葉とみなされる出来事の詳細は取り除かれていく。

しかし、記憶と継承においてはこのような出来事の詳細を重視する立場もある。たとえば、重要な他者の死といったトラウマティックな経験、すなわち「苦」の緩和と軽減を中核に据えて考え実践することを重視するならば、その死と向き合うためには出来事の詳細を把握し、なぜそこで死を迎えなければならなかったのかということを問う必要に迫られる。この 2 つの立場は、出来事の保存に対する方向性が異なっているため、ときには相容れない状況も起こりうる。しかし、多様な人びとの交錯が多声的なコミュニケーションを生みだす「想起の場」という空間においては「癒し」、すなわち個人の内面における「苦」との向き合い方の発見(小林 2023)によって、両者の併存が可能となりうる。しかしながら、それは同時に記憶と継承の場に「苦」が持ち込まれるということであり、それによる二次受傷を前提とした「パティ・マトス(受苦を通して学ぶこと)」(小野 2009:16)」、受苦を通して学ぶ場となることは避けられない。

災害における記憶と継承の目的の一端が、将来の災害における被害軽減という実践的な目標にある以上、このような苦しみを前提とすることで、災害の記憶と継承への接触が消極的なものとなることは避けなければならない。したがって、災害への記憶と継承への接触を拡大するため、パティ・マトスには被継承者の二次受傷の軽減という意味での「赦し」、つまり、われわれが災害という

出来事の記憶を背負うという責任を負いつつ、同時に悲劇の発生を許してしまった責任から緩和されることという機能が必須となる。ここでいう「赦し」とは、災害に対する結果責任や過度の応答責任に永続的にとらわれることからの緩和を図ることであり、とくに本研究ではそれを自らが自らに対して認めるということに着目をしている。これは出来事に対して自らがどのような関わりをもつかについて、人びとが再帰的に自己決定する権利をもち、そしてそれを誰からも否定されないことだと換言することもできる。パティ・マトスの実践はそのような地平において、出来事をともに想起し、「共感共苦」(フォルジュ 2000:22)することで、人びとが立場を超えてともに癒えていく道筋を開こうとするものであり、アスマンの「対話的想起」(アスマン 2019)にも接続される概念である。

このような経験を通して災害を学ぶことによって、人びとは自らの考え方、災害と向き合う姿勢を揺らがされる契機に出会うことになる。その時、癒しや赦しといった機能を用意するためには、まずもって多様な人びとの交錯が生み出す多声的なコミュニケーションが重要であり、またそれが継続的に用意されている必要がある。災害の記憶と継承にはさまざまな取り組みが存在するものの、これらの条件を満たすものであり、かつ、現在すでに整備がなされているものとしては災害継承施設を中心とした「想起の場」が、1 つの有効な事例として考えられる。本研究の要旨はこのようなものであり、以下では先行研究を通じて、順を追って詳細な議論を行っていきたい。

2.「癒し」と「赦し」

(1)研究の背景

小林は災害に関する記憶と継承の問題について、「想起の場」という概念を提起している。「想起の場」とは、「ミュージアムやアーカイブ施設、遺構(戦跡)、モニュメント、メモリアル、アートといった様々なメディアが、複合的に形成する想起のための実空間」(小林 2023)であり、慰霊空間であり、多様な価値観・記憶が対話する空間でもあるという複合的な役割を有した場である。わが国においては、たとえば「都立横網町公園」(関東大震災および東京大空襲)、「原爆ドーム」「平和の礎」(第 2 次世界大戦)、「震災復興祈念公園」(東日本大震災)などがその代表的事例とみなせるだろう(小林 2022a)。

自然災害を含め、一般に災禍とは社会的・集合的な出来事であり、多数の人びとがその出来事に関係づけられることになる。そのため災禍の記憶とは多声的であり、またその被害の過酷さや複雑さのために相互の理解が困難であることも指摘されている(たとえば岡部ら 2021;岡部 2019)。

わが国において、災害における「想起の場」は記憶や慰霊など多様な意味付けが複層的に与えられてはきたが、その利用実態としては防災につながる体験や教訓継承のための空間、すなわち防災に関する教育の場であるという理解が主流となってきた(阪本 2023)。

しかし、あらためて慰霊空間としての「癒し」の機能に着目したとき、人びとが災害に対する「なんらかの形で行為が接続されていく過程」(北田 2011:139)という意味でのコミュニケーションを通して、災害という出来事を共有していく場として、「想起の場」は大きな可能性をもつことが指摘をされている(小林 2023)。ただし、このような「想起の場」の可能性を実際のものとすることは、少なくとも記憶と継承の空間と慰霊の空間という、それぞれ自体が成立の難しさをもつ 2 つの空間を同時に、それも相互に関わり合う形で成立させるという難しさを有する。

(2)「癒し」と「赦し」

この難しさを捉え、乗り越えていくために「癒し」に加えて「赦し」の議論が必要となる。端的に述べれば「癒し」とは、個人の内面における「苦」との向き合い方の発見(小林 2023)であり、「苦」からの全面的な解放のことではない。後述するように「苦」からの完全な解放はきわめて難しく、折り合いを付けていくことがあわせて重要視され、そのために心理療法などの取り組みが発達をしている(窪寺 2017;藤森・矢守 2012)。小林は、このような「苦」との相対を個人にとどめるのではなく、多様な人びとのコミュニケーションのなかに見出そうとすることが「想起の場」における「癒し」の可能性であると指摘している(小林 2023)。「想起の場」は記憶を背負う空間でもあるため、多様な人びとが行き交うことができ、このようなコミュニケーションの場として利用可能性が高い。

一方で、災禍の記憶を背負っているがために来訪者はこの場を訪れる際、トラウマの二次受傷を避けられないという課題が存在する(田中 2021)。災禍の体験者ではなくとも、このような空間に共感や継承を目的として訪れる者は多いが、多かれ少なかれトラウマの二次受傷が不可避であるとすれば、関わりをもつことでむしろそれ以上の関わりを絶とうとする人びとが発生する可能性(白井 2020)がある。一方、二次受傷を経てなお関わりを保とうとする人びとも存在し、社会はこのような人びとの心理に注意を払う必要もある(田中 2018)。

もちろん、そうであるならば「想起の場」の意義という立論自体を回避し、記憶・継承と慰霊のそれぞれを独立させるような形が望ましいという考え方や、災害の記憶・継承においてはあくまで発生メカニズムなどの自然科学的知識や、被害抑止に資する教訓のみを伝えるにとどめるという考え方もありうる。森岡(2003)が指摘するように、現代社会は日常生活のなかからできるだけ「死」や「苦」の影を排除しようとする社会だから、上記のような反論の方が社会の潮流には適しているといえよう。実際に防災教育では、とくに子供に対する教育として災

害の悲劇的な側面が教育内容の根幹に位置することは、子供たちの上達を促す教育の観点からは問題があるという批判もある(山名・矢野 2017)。

ここで重要なことは、われわれは何のためにこのような記憶・継承の問題を問うのか、ということである。前述の通り、災害研究は防災に資するものとして記憶・継承の問題を扱ってきた(阪本 前掲)。そのこと自体は、災害研究という文脈ではある意味で当然の解釈であり、記憶・継承と防災を接続するという視点をもつことは大変に重要であろう。

しかし、そもそもの議論として記憶・継承は、結果として教育に繋がっているのであって、教育のために記憶・継承が試みられているのではない。このような点について、たとえば戦争責任をめぐって記憶と継承のポリティクスに向き合い続けてきた戦後ドイツでは、世代を超えて出来事を伝えていくことの必要性のなかで教育の重要性が提起されつつ、同時に多様な記憶が行き交う追悼のための施設で出来事を固定的に扱い教育するという矛盾について議論がなされてきた(たとえば山名 2022;對馬 2011)。

災害や戦争、公害といった負の記憶は、それを忘れてしまいたいという圧力に常にさらされている(荻野 2002)。記憶を忘れ去ることの方法の 1 つは、悲劇から目を逸らす展示様式を作り出し、被害の克服や教訓の継承を前面に押し出すことで、いまだ被害が継続している出来事を終わったものとしてみなすような記憶のノスタルジー化である(たとえば平井 2015;金子 2011)。ノスタルジーは回顧であると同時に、それを通じて未来にも影響力を与えるものであり、想起へと利用することには責任が伴う(Boym2001)。批判されているような、災禍を発展のために求められた必要な被害であったものとして想起させる種のノスタルジー化は、すでに被害が引き起こされてしまったという現実に対して社会が応答責任を感じ取る契機を、それがもはや終わった問題であるとみなさせることによって覆い隠す危険性をもつ。

このように記憶・継承と教育という 2 つの目的について、その主従を逆転させてしまうことは、より教育に資するような記憶を選別し、展示を構築するという形で、記憶の操作にもつながる可能性がある。同種の批判は東日本大震災においてもすでに行われている(たとえば今井・朝日新聞福島総局 2021;金谷 2018)が、その検証の機会も十分ではないまま、他の災害における被災地に引き継がれてしまっている点でこの問題は災害において現実の課題になりつつあるといえる(小林 2022a)。

ここであらためて継承とは何かということを述べるならば、継承とは、体験者の忘れないでほしいという声に対する応答責任として記憶を引き受けることである(蘭ら 2021)。災禍の継承とは、出来事に対する共感共苦（フォルジュ前掲）の契機を切りひらき、出来事に関わるという行為が何らかの形で接続されていくことである。傷つくことは苦しい、しかし、その苦しさによって継承への道が開かれるというとき、われわれは教育とは別の問題として、このような苦しさを前提とした継承の試みを途絶えさせるべきではないのではないか。だとするならば、この苦しさを軽減するための「赦し」というものが検討される必要がある。なぜなら、われわれが災害という出来事の記憶を背負うという責任を負いつつ、同時に悲劇の発生を許してしまった責任から緩和されること、その中核に「赦し」という概念の存在があらわれてくるからである。すなわち、われわれが出来事に共感し、継承すること、そして「苦」と向き合うことを、死者や被害者の呼びかけにこたえる応答責任だと考えるとき、どこまでが担うべき責任であり、どこからがそうではないのか、という責任の限定を「赦し」によって行うことで、傷つくことの苦しさを軽減できるのではないか、という問いである。

（3）受苦を通して学ぶ

かつて、モーリス=ブランショ(1995)は災禍をめぐって、痛みを通して学ぶことの重要性を指摘したが、近年では小野(2022)がこのような受苦や「赦し」の問題にかかわる議論の動向を、「パティ・マトス(受苦を通して学ぶこと)」(小野 前掲:16)を鍵概念としながら整理している。小野は人が経験をするとは「苦悩したあとで初めて学ぶ」(小野 前掲:116)という性質を元来は有しているが、「近代科学は、それが『まもるべき判断の柱』であったことを忘れて、確実なものの知、予測可能な知へと置き換えてしまう」(小野 前掲:116)ことで、問題を「ただひたすら機能主義的になにかをホショウ(保証／保障／補償の三重の意味で)」(小野 前掲:123)することに閉じ込めてしまうことを批判する。小野にとってそれは、問題を人間から引き離しパティ・マトスを奪い去るものとして理解され、そのオルタナティブなあり方を水俣病における「赦し」「悶え加勢(悶えてなりと加勢せねば)」(石牟礼 2013;田中 2020)の事例にみている。

ここで、小野の議論を理解するために水俣病について検討をしておきたい。水俣病は熊本県水俣市において発生した、チッソ水俣工場から排出された有機水銀を原因とする公害問題である。1956 年には最初の被害が確認されているものの、被害認定の遅れや水俣市内における被害者への差別、社会的に問題の解釈を仮構することで決着を図ろうと試みられたこと(宮澤 1997;小林 2007)などから、被害者が社会的に抑圧をされ(山腰 2007)、結果的に被害の拡大を許してしまったことが知られている。この間、水俣病被害者は健康被害のみならず、差別によっても二重に苦しむことになるが、そうした長期にわたる公害問題の継続のなかで獲得されていったのが、加害者が赦しを請うことに先んじて、被害者が加害者に赦しを請う姿勢であり、またその姿勢に寄り添おうとする石牟礼道子の「悶え加勢(悶えてなりと加勢せねば)」の姿勢であった [1)]。たとえば小野は、水俣病被害者が加害企業の

チッソを断罪しようとするのではなく、平穏な日常からかけ離れてしまったという意味で「チッソもわれわれ患者も同じく悲哀の境涯にある、とでもいいたげな達観を示す」(小野 前掲:183)状況がみられたことを指摘している。

それではなぜ、このような問題に対して被害者が加害者に赦しを請うという転倒した行いが、問題に対する解決として獲得されていったのだろうか。ここには水俣病被害者が、公害の結果責任を問うというよりは、水俣病という公害問題そのものの解明を進め、このような出来事の再来を防ぐという地平に、苦しみ続けながらも立ったことがその 1 つの要因として挙げられる。ここにおいて水俣病被害者は、「断罪するためにではなく、この問題の核心に迫る地平に自分はおろかチッソや国にも降りてきてもらうためには、彼らの謝罪を先取りして自分自身が許しを与えるほかない<中略>謝罪を受けたのちに赦すということではなく、赦しの贈与が謝罪に先立つ<中略>そればかりか、『被害者』の側が、赦しを与えるより前に『加害者』の側に赦しを請う」(小野 前掲:189)という転倒したふるまいが見出された。

このことから分かるように、水俣病被害者は決して自らの結果責任について加害者たるチッソ、もしくは被害拡大の一因を作り出した国へと赦しを請うたわけではない。しかし、問題の解決という地平に立ったとき、結果責任という問題の捉え方からの解放、加害者と被害者が水俣病という出来事への応答責任をともに引き受けていくためには、そのような姿勢への転換を図るほかないという折り合いをつけ、このようなふるまいに至ったのである。そこに至るまでの身悶えするような苦悩、換言すれば悪戦苦闘と呼ぶほかない体験のなかに、このようなふるまいが初めて見出されたのである(緒方 2001)。こうした姿は戦争などでの戦後の関係再構築のなかでも見られることが指摘されており、「赦し」のあり方として近年にあらためて関心が集まっている(たとえば林 2022)。

ここで重要なことは「赦し」において、結果責任を超えて問題そのものと向き合うために、被害者が加害者に赦しを請うことを契機として、加害者が被害者に赦しを請うという姿勢を引き出すことには、その前段として、自らを赦すという段階が存在するということであろう。

つまり、被害者にとって自らの健康被害が法的・社会的に認められ、補償されることは悲願である。しかし、水俣病のような深刻な公害問題の再発を防ぐためには、そのために加害者に結果責任を問い続けるという方向性に対して折り合いをつけ、加害者と被害者の立場を超えてともに考えるという地平を作り出す必要がある。そうしたともに考えるという地平を作り出すために、結果責任を問い続けることを捨て去るという選択を取る自分を、自分自身がまず認めるということ、ここにこそ身悶え、悪戦苦闘と呼ぶべき苦悩の経験が存在したといえるだろう。

小野が「パティ・マトス(受苦を通して学ぶこと)」(小野 前掲:16)を通じて示したことは、このような苦悩の経験という苦しくとも避けるべきではない問題への向き合い方の重要性であり、それが近代科学を背景とした問題の解体と整理では失われやすいということであった。先述したような災害の記憶と継承の問題を考えるとき、このようなパティ・マトスという考え方は、何が問題となっているのかを考えるための重要な視点になる [2]が、一方でそれは受苦を避けられないという心理的障壁の高さ、来訪者の減少という動きにも通じる可能性がある。

しかし、繰り返しにはなるが「想起の場」は多様な来訪者が行き交うことのなかにコミュニケーションの契機が生まれるものであるから、パティ・マトスの実践の場としての「想起の場」を成立させるためには、この矛盾を解消、もしくは緩和させることが求められる。ここでは、そのための方策として「赦し」という概念に焦点を当てる。

「赦し」という概念はもともと、引き起こしてしまった事態に対して自らが応えようとしていくという応答責任に注目するものであった [3]。現在では法的責任をめぐる条件闘争についての和解を示す言葉として扱われていることが批判されているものの、ここでは概念の本来の枠組みに立ち戻って、応答責任という面から検討を進めていきたい。

「赦し」について本研究に直接の関係をもつ、記憶という分野から述べるのであれば、アライダ=アスマン(2019)はホロコーストやアパルトヘイトといった赦しえぬ罪が存在する問題を念頭に、建設的忘却・治療的忘却という概念で「赦し」の重要性に触れている。これらの忘却は単純にある出来事についての想起の機会が失われていくという捉え方や、記憶を管理し積極的に消し去ろうとする否定的な捉え方ではなく、出来事に関わりをもつ、もしくはもとうとする人びとが、客観的な視点からともに緩和や克服を目指していくという対話的に進む建設的な想起のあり方である。アスマンはもとより、われわれが加害者・被害者といった対立構造を超えて、想起を通じて出来事を克服していく対話的想起の可能性を論じており、このような視点で条件闘争ではない応答責任としての「赦し」に着目をしている。

同じくホロコーストのような赦しえぬものに対して、哲学の領域から「赦し」を論じてきたのが、たとえばハンナ=アーレント(1994)やジャック＝デリダ(2015)である。両者はいずれも条件闘争として「赦し」を考えることに批判的な立場を示したが、とりわけアーレントは、なされた出来事をともに担い、応答することで、罪と不正から人間を解放し、新たな始まりの契機とすることを「赦し」だと捉え、「赦し」は本来的に和解、すなわち条件闘争によって結果責任を確定させることとは対極的な考え方であることを主張していたことが、アーレント研究において明らかとなってきている(たとえば本間 2012;亀喜

2009)。重要なことは、哲学の領域でこのように論じられてきた「赦し」とは、ホロコーストのような結果責任という考え方では到底、解決の困難な出来事のなかで、「パティ・マトス(受苦を通して学ぶこと)」(小野 前掲:16)のなかに赦されぬものをこそ赦すことの可能性を見出そうとしたものだったといえる(小松原 2012;2014)。

もちろん、災害の記憶と継承における「苦」は、このような水俣病やホロコーストといった問題で経験されたことと同一のものばかりではない。自然災害による死者の場合、自然現象に根本的な原因が存在するため自治体の過失を問う声などはあるにせよ、災害の全体像を加害者と被害者の対立関係という構図から捉えることは基本的にはないといってよいだろう。

また、記憶と継承に関しても、たとえば遺族が死者と向かい合う際の「苦」と、遺族がその経験を被災地外の人びとに語るということで体験される「苦」は異なるものであり、誰にとっての受苦なのか、誰にとっての赦しなのか、といったことも多様性があるという批判もあるかもしれない。

このことについて、ここで端的に回答しておくとするならば、本研究における「赦し」とはまずもって自らが自らを赦すこと、つまり出来事への関わり方について再帰的に自己決定することを認めることで、出来事と関わり続ける道を開くということにある。ホロコーストや水俣病の事例において赦しえぬものを赦すという時、それが可能になる瞬間は、結果責任を問うという姿勢に折り合いをつけて、応答責任をともに引き受けるという地平を作ろうとするある種の政治的な判断を行う際に起こり、とりわけそれを選び取る自らの存在を自らが認めるとき、つまり赦すときから発生することをすでに確認した。

災害の場合、たしかに加害者と被害者の対立構造は描かれづらいものの、出来事と向き合っていくという点でこのように折り合いをつけていく自らの存在を自らが認めるということは、体験の有無を問わず災害という出来事に関わりをもつという意味での当事者すべてにパティ・マトスの契機を開くものだといえる。換言すれば、それは災害という出来事への関わり方について再帰的に自己決定する権利を、出来事に関わる人、関わろうとする人のすべてに認める、「癒し」につながる考え方だといえるだろう(小林 2023)。災害を想起することの本質が「苦」であるからといって、たとえばトラウマの二次受傷をすべての人びとが耐えられる訳ではなく、それは他の受苦の体験でも同様であろう。重要なことは応答責任をともに引き受けるという地平をいかに作り出すのか、それによって知識や体験の有無にかかわらずに災害へ関わりをもつ人びと、関わりをもとうとする人びとの間のコミュニケーションをいかにして展開していくのかということであり、すべての人びとが同じように「苦」を背負うということでは当然ながらない。

3.「赦し」とは何か

(1)災害における責任からの緩和としての「赦し」

なぜ、そのようにいうことができるのか。次に災害という視点から、このことについて議論を整理していきたい。述べてきたように、本研究では結果責任ではなく応答責任に焦点を当てている。このような視点から捉えた「赦し」とは、対象が応答責任を背負うことを自認し続けながらも、結果責任や過度の応答責任に永続的にとらわれることからの緩和を認めることだといえる。すなわち「赦し」とは、生きることを困難にするほどの責任から人を緩和という形で解放することであり、なかでも本研究ではとくに自らが自らの責任を緩和すること、自らが自らを赦すという点に着目している。事故、虐殺、公害、災害、いずれの事態においても起こってしまった出来事は変えられない。そのなかには到底、赦しえぬものも存在する。

しかし、赦しえぬものをそれゆえに赦さぬという姿勢を取り続けるとき、その出来事に関わる人びとは結果責任を問い続けることへ永続的にとらわれてしまう。そして、出来事に関わるということがそうしたものであるならば必然、出来事に関わりをもてる人びとは限定されていくことになり、たとえば記憶と継承を通じて防災の進展を期待するということも困難となるはずである。だが、災害の記憶と継承がその目的の1つとして防災を抱えている以上、災害への関わりには共感共苦が必要であるとしても、それを原因として人びとが災害に関わることを避けるという事態は回避されなければならない。だとするならば、災害という出来事への関わり方についての再帰的な自己決定権を、出来事に関わる人、関わろうとする人のすべてに認め、パティ・マトスの契機を開くことが求められるだろう。

他方、このような「赦し」のあり方に対しては、少なくとも2つの反論がありうる。1点目は、「苦」の多寡に関わらず災害に触れることでの受苦そのものを拒否するという姿勢であり、このような人びとは出来事に対する応答責任というよりは、むしろ和解という方法で結果責任を明確化したうえで贖罪することを通して、責任そのものを消し去ろうとし、もしくは出来事そのものを忘れるという方法を選びとろうとすると考えられる(ゼレ 1999)。

しかし、仮に忘れるという方法をとったところで、応答責任から逃れられるわけではない。戦後日本社会における戦争責任や記憶の問題で指摘されてきたように、本人が忘れようとも応答責任は過去の経験だけでなく、新たな経験によって呼び覚まされることもあれば、他の主体のそれと共振して思い起こされることもある(坪井 2022)。美馬は「持続する傷跡とは、過去の傷が過ぎ去らないうちに傷つけられ続けている場所」(美馬 2022:349)だと述べるが、ある主体が忘れるという選択を取ろうとも、応答責任はそれを引き受けることを求め続け、主体

を苦悩に苛ませるのである。このような状況に対して、忘れることではなく、想起し、共感共苦することで、ともに癒えていく道筋を開こうとするものとして、たとえばアスマンは「対話的想起」(アスマン 2019)の考え方を提起しており、小林はその災害におけるあり方として「想起の場」(小林 2023;2022a)を提唱した。

災害の場合、予見可能性が限定的な自然現象を発端とするため、明らかな過失が認められる場合を除いて、少なくとも行政訴訟においては法的責任、つまり結果責任は不問に付される事例が一般的となっている(小林 2022b;2022c)。近年では事実究明のために訴訟や検証委員会という手段がとられる事例も増加し、遺族側の訴えが認められるものもみられているが、これらも基本的に事実究明と再発抑止を目的としたものとなっている(岡本 2019)。もちろん自然現象を発端とするとはいえ、現実には災害の被害は社会的文脈としての脆弱性に影響を受けていることが指摘されている(Wisner et al.1994)。その意味では、被害を止められなかった社会の側に少なくとも倫理的責任としての応答責任は存在し、検証という手法の広がりは個別の災害における法的責任の有無を問うというよりは、このような社会の応答責任を要請するものであるといえる。

2 点目としてはたとえば遺族など、より責任を重く受け止めるべきと自らを赦すことができないという人びとの存在が考えられる。重要な他者を失った人びと、とりわけ助けることができなかったという思いをもつ遺族にとって事実究明は心の整理のために求められつつも、後述する事故遺族の事例のように、その応答責任はきわめて強いものとして受け止められる。しかし、被害者が死亡している場合(石井 2022)や行方不明となっている場合(中森 2017)においては、当事者に対して赦しを与える主体が存在しない。すなわち、赦される機会が存在しないということになる。このような人びとが自らを赦すということは当然ながら簡単なことではなく、またそのことを批判されるべきでもない。

たとえば石井(前掲)は、京都市の小学校で発生したプールでの児童死亡事故をめぐる研究において、近しい者の不遇の死が遺族の戻るべき日常そのものを失わせ、時間が止まった感覚に陥らせることを指摘している。時間が止まっていることは、「死者がまだ生きているように感じられること－それらは残された者にとって剥き出しの痛みであると同時に、死者とまだつながっているという、決して手放しがたい絆の感覚でもある」(石井前掲:599)のであり、遺族は耐え難い苦痛を感じながらも、その苦痛によって死者とのつながりを維持もしている。

だが同時に石井は、遺族と学校側との関わりのなかで、死の忘却にもとづくかつての日常の回帰ではなく、「喪われてもなお『まだここにいる』故人の存在を通してつながりあった者たちが、それぞれの仕方で『なぜ』と問いかけ、日常の秩序を揺るがせる力を育み続けることで創りだされるような、新たな共同性」(石井前掲:629)の構築という未来の可能性を示している。

遺族が応答責任をその内部に抱え込み続けるだけではなく、それはそれとして消えない傷を抱えながらも、周囲の当事者との共同想起を通じて自らを赦す、つまり過度の応答責任を緩和させることが可能性として開かれているという点で、自らを赦すことができない人びとにとっても「赦し」は重要な意義をもつことが石井の研究では示されている。

このように周囲の人びとと、ともに死を問い続けることが遺族の「赦し」への契機となるということは、災害における死別体験者の研究においてもすでにみられている(たとえば福田 2020;安井 2018;金菱 2014)。金菱(2000)はこれを「霊性」(若松 2015)、この世にないものとの関係性を問うことであり、当事者が災害のその後を生きていくために重要な視点であると指摘する。本研究が対象とするような「想起の場」でも、災害遺構などにそうした意味が与えられることがある(田中 2022)。

反面でこれらの事例にみられるように、周囲との関係性が構築できるという場合ばかりではないだろう。たとえば遺族が強く応答責任を受け止め、苦しみ続けているというとき、その周囲の人びとは出来事に関わることの難しさに当惑し、関わりづらさを覚えるということもあるだろう。また、周囲の人びとが死を問い続けるということに対して、実際に共同想起の道をともに辿ることが可能かということも難しさを抱えている。たとえば金菱(2014)が提起した「メメントモリ(死を想え)」というメッセージは、明らかにトラウマの二次受傷を前提としている。ここまでの議論に沿うならば、このようなメッセージを受け止め、その「苦」に対して共感共苦を背負う人びともいれば、その「苦」を受け止めきれずに忌避を選び取る人びとも存在すると考えられる。

そうしたなかで人びとを当事者として巻き込むことが難しくなれば、時間の経過とともにその出来事が当事者にとってどれほど痛ましい出来事であったとしても、社会においてその出来事が想起されることは減少していき、忘れ去られていくことになる。もちろん、そうして時間の経過とともに忘れ去られていくことでよい、悲しみの記憶を残すべきではないという見方も存在するだろうが、繰り返すように継承ということを問うのならば、そうではない方法論を考えだす必要性が存在する。

以上のように考えたとき、継承という観点から「想起の場」をより公共的に開くような形の「赦し」のあり方として、トルコを事例とした木村周平の研究が参考になる。木村は、トルコで発生したコジャエリ地震の記念碑が「忘れるな」という言葉のみを刻み、主語も述語も明瞭ではないという事例を「空白は欠落ではなく、誘い」(木村 2013:70-71)、「出来事に対する受動的な経験の共有を求める倫理的な要請」(木村 前掲:255)であったと指摘する。このような要請のもと、災害の経験の有無にかか

わらず、災害のことを語るということが慰霊祭などの催しのなかで実践されており、そうした災害に関連した継続的な催しを通しながら、人びとがコミュニケーションのなかで「差異を帯びた者同士がつながる回路」(木村 前掲:255)を構築することに繋がっている。このような主語-述語関係を曖昧にすることによって、経験の共有に対して倫理的な要請を行うという仕方は、たとえばチェルノブイリ原発事故における「помни(ポームニ)」(尾松 2018:40)、「記憶せよ」という言葉や、広島平和都市記念碑における「安らかに眠って下さい 過ちは繰返しませぬから」の言葉などにもみられる。

クルト＝ドゥブーフは、われわれが記念碑に記憶を託すことによって安心し、忘却を引き起こすことを「人びとは石碑を立てる。そこには『二度と再び』とか『二度と忘れない』といった言葉が刻まれる。そして人びとは忘れるべきでなかったことを忘れる」(ドゥブーフ 2020:223)と批判した。重要なことは、このような記念碑が想起を励起し、人びとを集わせ、記憶をめぐる多様なコミュニケーションを実現させることにある。本研究が対象とする「想起の場」は、こうした記念碑を含んで構築される複合的な空間であり、来訪者は忘れない、継承する、癒えるなど多様な目的をもって行き交う。そして、行き交うことによって生まれるコミュケーションがそれぞれの目的を達する相互扶助となり、また新たな視点を切りひらくような契機となる。

（2）「赦し」によって揺らぎを生む「想起の場」

ところで近年ではこのような記憶に関するメディアの保存・公開が進んでいることから、災禍を人間の負の歴史とみなした学びのための観光、いわゆるダークツーリズム(井出 2018)も流行をはじめ、「想起の場」を多様な人びとが行き交う機会がさらに増してきている。「想起の場」における「赦し」はこのような観光を目的とした人びとに対して来訪者の心理的障壁を下げる効果が期待されるだろう。同時にそうであるからこそ、ダークツーリズムによって生みだされる負の側面、すなわち防災であれ継承や慰霊であれ、災禍が起こった土地が観光によって消費されるのみとなるようなある種の暴力性(遠藤 2018:169)に対する警戒が必要となる(ツヴァイゲンバーグ 2022)。

遠藤は、ダークツーリズムをもって「他者の“死”や“苦しみ”を理解することは不可能」(遠藤 2018:174)だと指摘したうえで、しかし同時に「“死”や“苦しみ”を背負ってきた他者とかかわり、慈しみ、愛おしみ、彼らとともに生きることはできる」のだとして、「ツーリスト自身の日常を揺るがせ、再考をうながし、他者の“死”や“苦しみ”に寄り添い、大切にするための『ふるまい』を学ぶことはできる。<中略>状況を再帰的に考え直させていくことで、ツーリストはダークツーリズムを通じ他者と共生する技法を学ぶの」(遠藤 2018:174-175)だと、その意義を示している。マリタ＝スターケンもこのような日常の揺らぎ、本研究に則すならば「パティ・マトス(受苦を通して学ぶこと)」(小野 前掲:16)を重視しない、死者を単一化、類型化、序列化し、観光の対象に押し込めてしまうような「悲嘆の消費主義」に対して強く批判を行っている。(スターケン 2004:435-442)。

ここで、日常の揺らぎという点に注目してみたい。人間の移動をめぐる研究において、こうした揺らぐという経験は、自らが環境を外部から観察しているのではなく、環境の内部に入り込んでいるということを自覚する契機になると指摘されている(橋本 2020;土井 2015)。フェルグンスト(2008:117-120)はこれを、道を見失うという体験にみている。不安の反面で、本来進むべき道が存在しないために即興的な探索という自由をもたらす道に迷うという経験に対して、道を見失うとは本来進むべき道筋があるにもかかわらず、それが途切れてしまったという体験であり、周囲との関係の断絶だといえる。われわれは、道を見失うことではじめて、道を再発見するために周囲の環境を仔細に把握しはじめる。災害ユートピアの存在を指摘したことで知られるソルニット(2019)も、「迷う(Lost)」という言葉でこのような体験に関心を寄せている。こうした考え方は、ジョン＝アーリ(2003)が指摘したような、現代社会におけるカタログ化された場所の消費に対して 1 つの対抗軸を作り出している。所与の枠組みとして与えられた体験を解釈するための物語や順路が、ある瞬間に形を失いまったく意味をなさなくなることで、はじめてわれわれは自ら周囲の環境を仔細に把握し始める。そしてわれわれは、そのことを通じて環境との対話、自分なりの体験の解釈の枠組みを構築していくことができるというこの考え方は、ここまで述べてきた「想起の場」における「癒し」や「赦し」にも、継承との接続にも大きく関わるものだといえよう。

すでに述べたように、災禍の継承を出来事に対する共感や継承の契機を切りひらき、出来事に関わるという行為が何らかの形で接続されていくことだと考えるのならば、すべての来訪者に対して「癒し」や「赦し」、「苦」との向き合い方の構築や、そこにおける過度の応答責任からの緩和を支えることが必要になる。もとより、「苦」と向き合うあり方、出来事を継承しようとするあり方は個別性が高いものである。そのため、「救いの約束」(福田 前掲)や「震災メメントモリ」(金菱 前掲)のように、そこに意味付けを行う物語を提示したとしても、ある方法論がすべての人びとに適応できるというわけではない。むしろ福田(前掲)が述べるように、ある人にとっての「救いの約束」が別の誰かにとっては責任を迫るもの、ある種の呪いとなることもありえる。そのこと自体は避けられないとしても、できる限り「癒し」や「赦し」を支えるならば、「想起の場」のような多様な人びとが行き交う場の形成や、そのネットワーク化によって、災禍という出来事の意味の多様さに触れる回廊を用意するという考え方は 1 つの回答ではあるだろう。それは同時に、これま

では教訓化という形であまりにも固定化され過ぎたために、道を見失いようがない状態であったことや、逆にこれまでは人びと自身が自ら道を探さなければならないほど辿るべき道が判然としていなかったために道に迷うという体験しか得られなかったことに比して、ネットワーク化によって朧気ながらも辿るべき道が浮かび上がることで、道を見失うという体験の場が生みだされるということでもある。

4.「想起の場」における「赦し」の意義

最後に、本研究の知見を整理して議論を閉じることとしたい。すでに冒頭でも述べたことではあるが、本研究では「想起の場」と呼ばれる災害の記憶と継承を担う空間について、災害に対する結果責任や過度の応答責任に永続的にとらわれることからの緩和を図ること、とりわけ自らが自らに対して緩和を認めるということという意味をもつ「赦し」という概念の意義を明らかとしたものである。

災害をふくむ災禍を記憶し、継承する、ということは人びとに、関わってしまったことの責任を引き受けなければならないという応答責任を呼び覚ます。それは被害がすでに生みだされてしまったという意味で救われること、解放されることの困難な責任である。だからこそ災禍の記憶は忘れ去ってしまいたいという圧力にもさらされる(萩野 2002)。「赦し」とはそのような精神的な負荷の大きさに対して、過度の応答責任からの緩和という形でまず関わることを支えるものである。

そうした記憶と継承をめぐる議論のうち、たとえば「想起の場」のようにそれらを担う空間を考えると、そこには将来的な再発防止や被害軽減を目的とした継承の立場、遺族などの当事者が被害者と向き合う場所としての記憶、もしくは慰霊の立場などさまざまな意味が込められる。1 つの空間でそうした多様な立場が交錯することは、記憶と継承にとって重要なコミュニケーションではあるものの、そこではトラウマティックな経験に触れることが余儀なくされるため、その苦しさに堪えられないという人びとの存在が予想されてしまう。

しかし、見てきたようにいずれの立場においても、人びとが多様に関わることの重要性が存在するため、「想起の場」はこのような二次受傷を緩和させる機能が必要となる。すでに小林(2023)はこの点について「癒し」という機能を提起しているが、本研究では「癒し」を有効化するためには、さらに「赦し」の機能が必要であることを小野のパティ・マトスの概念などを手がかりとして示してきた。

繰り返しとはなるが、本研究でいう「赦し」とは「苦」からの解放を意味するわけではない。たとえば水俣病の被害者が公害問題の再発防止を考えるために、結果責任を問い続けるという立場を脱して、応答責任にともに応えつづけるという立場を選び取ろうとしたように、「赦し」とは出来事との関わり方を再帰的に選び取っていくことを認めるということである。災害における「想起の場」から考えるのであれば、結果責任や過度の応答責任からの解放ではなく緩和、と呼ぶことができるだろう。

関わり方を選び取るということは、どのような立場の人びとにとっても簡単なことではないが、それを選び取るということそれ自体が出来事に対する応答責任にこたえていくことの 1 つの契機となり、またその選択を相互に認め合うことで多声的なコミュニケーションが開かれてもいく。そのような地平においてパティ・マトスが実践されていくことは、出来事をともに想起し、共感共苦することで、人びとが立場を超えてともに癒えていく道筋を開く可能性をもち、アスマンの「対話的想起」のような記憶と継承の議論にも接続されていく。

そしてまた、これから出来事に関わろうとする人びとにとっての学びとしても、「想起の場」が述べたような「癒し」と「赦し」の機能をもつことは重要なものとなる。多声的なコミュニケーションが実現されている空間では、たとえば教訓化のように出来事から要点のみを抽出したとしても、それに対して多様な解釈や批判が返されることになる。もちろん、防災上で求められる知識を教訓化という形で整理し、提示することは、被害抑止という面で重要性を有していることはいうまでもないが、そのことに終始してしまうことの問題はすでに述べてきたとおりである。対して、上述のようなコミュニケーションは、教訓は教訓として認めながらも、同時に教訓という形で単純化された知識の背後にある複雑さに気付かせ、提示された教訓、そして自身の理解や考え方の正当性を揺らがせる契機となりうる。このような契機がその後のパティ・マトスという道を開くことにつながる。

こうした本研究の知見は、もちろんこれまでの先行研究においてさまざまに議論がなされてきたものではある。しかし、先行研究では本研究が提示したような、責任の緩和という「赦し」こそが、災禍という出来事への向きあい方を再帰的に自己決定するという「癒し」を切り開き、応答責任を引き受けるという記憶と継承のあり方を可能にするという立論は明確にはなされてこなかった。この点を災害という文脈から明らかにしたことが本研究の新規性であるといえるだろう。

記憶や継承の議論では、死別体験者の経験する悲しみにかぎらず、他者の苦しみは共有不可能であるということが指摘をされ続けてきており、そのなかでいかに継承を構想するかが注目をされてきた(蘭ら 2021)。もちろん出来事から一般化された教訓を抽出し、それについての教育プログラムを組み上げることで、表面的に知識を継承することは可能となる。しかし、継承はコミュニケーションであり、継承の引き受け手が揺り動かされ、行為の接続に自ら繋げていくことが重要であると考えるならば、まさに出来事に関わることを通して揺り動かされるという経験が不可欠となる。反面、繰り返しとはなるが、

基本的にパティ・マトスの立場に立つ記憶と継承は孤独で苦しいものだといえる。トラウマティックな経験をした当事者にとっても、二次受傷という形でその経験に触れることで広い意味での当事者となっていく人びとにとっても、その「苦」から完全に解放されるということは難しい。

しかし、学校事故を対象とした石井の研究が示したように、人びとが広く関われるように開いたなかに、「苦」との向き合い方の構築としての「癒し」が見出される可能性が生まれることもある。学校事故という出来事に巻き込まれた人びとは、それぞれが出来事の中で置かれた立場も、死者との関係性も異なるものであったため、その立場によらず、巻き込まれたものとしての責任をどう考えるのかということについて、その責任を圧倒的な孤独のなかで個人として引き受けざるを得なかった。しかし同時に、亡き人とともに進んでいくしかない痛みを抱え、回復の物語を目指すという段階にさえ簡単にはたどり着けない状態にあるなかで、人びとは相互に独立はしていながらも、等しく個人として責任を引き受けることを選び取った者として、「同行者」(石井 2022:307)ともなっていった。

ここでいう「同行者」(石井 2022:307)とは、おそらく直接的に関わりあうという関係性ばかりではないではないだろう。たとえ直接は言葉を交わさなかったとしても、もしくは出来事に関わろうとする目的自体が違っていたとしても、同じ空間をさまざまな仕方で交錯し、同じように出来事と向き合い、パティ・マトスの実践を図る人びとの存在が感じ取れること、同行者が存在するとはそのようなことであり、たとえば水俣病を描いた石牟礼道子も「道行き」 (田中 2020;岩岡 2016;石牟礼 2013)という言葉で同様のことを述べている。換言すれば、「苦」と向き合うために相互に寄り添うことということもでき、「癒し」と「赦し」はこのような形で人びとの出来事への関わりを支えることができる。そして関わりが支えられるからこそ、「出来事に意味を与えること、そして悲しみを悲しみとして受け止めることによって、人は喪失に押しつぶされることなく、喪失と共に生きることができる」(三田 2019:115）とされるように、受苦の経験のなかに災害のその後を生きていくという可能性が開かれることもある。

このように「想起の場」は単純に多様な記憶メディアが複合的に配置され、多声性を高めているというばかりではなく、人びとの開かれたコミュニケーションを通して、慰霊や記憶、継承といった多様な意味を交錯させながら、出来事の克服と緩和、対話的想起を実現させる可能性に満ちている空間である。とはいえ、本研究は概念の提示に留まっており、今後はこのような概念の実態について実証を進めていく必要があるが、この点については別稿を期すこととしたい。

謝辞：本研究は科研費「多重被災状況における災害／危機の受容メカニズムの解明に関する研究(21K14390)」の助成を受けたものである。

補注

1) 「悶え加勢」は「他者の悲惨や苦悩に否応なく適応してしまうという点で共感の極致でありながら、他方で、ただオロオロとするほかない無力さと救いえなさにも苛まれる」(小野 前掲:194)という姿勢であり、そのことに悶えながらも、それでもなお苦しむ他者の傍に立つことを諦めないという心性でもある。小野は「悶え加勢」を日本厄災史における一つの到達点としての「<赦しの思想>」(小野 前掲:190)であると評し、その特徴を以下の 4 点にまとめている。すなわち、「①人のかなしみを自分のかなしみとして悶えるという受苦の相互浸透があること」「②有能性や有力性においてではなく、むしろ無力さの極限においてなにかに関わること」「③共有や救済の不可能性の自覚から生まれるかなしみから出発していること」「④悶えに際しての無力は個人のみならず祖先の遺産として引き継がれていること」(小野 前掲:191-192)である。

2) たとえばわれわれは自然災害を含む、災禍によって被災した人びとを想うとき、こうした人びとを犠牲者と呼ぶことがある。災禍による死者を犠牲と呼ぶことは、たとえば日露戦争におけるポーツマス条約をめぐる国会質疑などで見られているが、災害に関しては第 70 回帝国議会衆議院本会議(1937 年 3 月 30 日)における深澤豐太郎の質問から認められる。ただし、これは関東大震災における帝都復興事業後の復興建築會社の経営実態について批判するものである。災害による死者を犠牲者と呼んだ事例としては、戦後の第 92 回帝国議会衆議院本会議(1947 年 3 月 13 日)において、寺尾豐が南海地震の被害状況を「一瞬にして、数百戸に上る家屋と、漁民の生命と、多數の船舶を流失し、灣内は、家や家財道具や犠牲者、木材等の漂流物により全海面を埋め盡し、その慘状實に目をおおわしむるものがありました」と述べているものが最初となる。以降、災害による死者を犠牲者と呼ぶことが一般的なものとなっていくが、このような表現にも災害においてパティ・マトスを問う必要性が垣間見える。犠牲とは基本的には神に捧げられる生きた動物、生贄のことを指し(モース&ユベール 1990)、「そうしたくはないのにそうしなければならない」(田村 2018:115)ことを迫られ、服従させられた存在だと捉えられている。したがって、死者を犠牲者と呼ぶときには、「死にたくないのに死なねばならない存在として何者かを認定することは、根本における不同意(死の拒否)と、強いられた同意(死の受容)を両方同時に発動する仕組み」(田村前掲:115)の存在を背景に認めていることとなる。もちろん、そのようなものとして災害による死者を犠牲者とあえて呼ぶことも可能ではあるが、人為的な災禍である戦争などとは異なり、自然災害の場合には「死にたくないのに死なねばならない存在」(田村前掲:115)は、たとえば古来の人柱

のようなものとしては認められても、現代社会では基本的には想定されることはない。しかしながら、災害による死者を語る際に犠牲者という呼び方は一般的なものともなっていることを考えたとき、多くの場合そこでは、将来の自然災害による被害を軽減するために、その命をもって多くの教訓を残してくれた存在として死者を捉えているということに気付かされる。しかし、死者をそのような存在として捉えてしまうことが災害の記憶と継承において許されるのかということは実のところ、ほとんど議論がなされていない。やはりここにも、災害の記憶と継承が防災という実践的な目標を置いてきたことの問題が見出されるのであり、災害という出来事とより率直に向き合うようなパティ・マトスの必要性が垣間見える。

3) 「赦し」という概念はもともと宗教学の領域から議論が発展したものであり、現在ではより実践的な問題としての和解、修復的司法などにも展開している(たとえば本間 2012)。しかし、たとえば南アフリカにおけるアパルトヘイト問題の解決を目指した真実和解委員会では、法的責任や賠償金などの条件闘争のための言葉として「赦し」が利用されたと指摘されているように、現在の「赦し」は本来的に考えられていたものとは距離があることが指摘されてもいる(渡部 2020;片山 2019;柴崎 2009)。本来の「赦し」の議論にもとづくならば、注目すべきは司法を通じて確定される結果責任としての罪ではなく、罪に対する応答責任、すなわち引き起こしてしまった事態に対して自らが応えようとしていくことこそが重要だといえる。

参照文献

アライダ=アスマン(著)・安川晴基(訳)(2019)『想起の文化 忘却から対話へ』岩波書店

蘭信三(編)・小倉康嗣(編)・今野日出晴(編)(2021)『なぜ戦争体験を継承するのかーポスト体験時代の歴史実践』みずき書林

ジョン=アーリ(著)・吉原直樹(訳)・武田篤志(訳)・斎藤綾美(訳)・高橋雅也(訳)・大沢善信(訳)・松本行真(訳)・末良哲(訳)(2003)『場所を消費する (叢書・ウニベルシタス)』法政大学出版局

ハンナ=アレント(著)・志水速雄(訳)(1994)『人間の条件』筑摩書房

石井美保(2022)『遠い声を探して 学区事故をめぐる〈同行者〉たちの記録』岩波書店

石牟礼道子(2013)『石牟礼道子全集・不知火 第16巻 新作 能・狂言・歌謡 ほか』藤原書店

井出明(2018)『ダークツーリズム:悲しみの記憶を巡る旅』幻冬舎

今井照(編著)・朝日新聞福島総局（編著）(2021)『原発避難者「心の軌跡」 実態調査10年の〈全〉記録』公人の友社

岩岡中正(2016)『魂の道行き 石牟礼道子から始まる新しい近代』弦書房

遠藤英樹(2018)「パフォーマティブなダークツーリズムの可能性 『パフォーマティヴィティ」概念に関する批判的な検討を通じて」須藤廣・遠藤英樹『観光社会2.0 拡がりゆくツーリズム研究』福村出版 pp.157-178

緒方正人(2001)『チッソは私であった』葦書房

岡部美香・高森順子・青山太郎(2021)「声なき被災者の経験を未災者に伝える」岡部美香(編)『越える・超える(シリーズ人間科学 6)』大阪大学出版会,pp.143-167

岡部美香(2019)「災害の記憶と継承とトランスレーション 終わらない物語のための教育への試論」『教育学研究』86巻,2号,pp.237-248

岡本正(2019)「東日本大震災における津波被災訴訟判決の検証的活用-事故調査と裁判手続の簡易な整理を踏まえて-」『災害情報』Vol.17,No.2,pp.69-76

荻野昌弘(編) (2002)『文化遺産の社会学-ルーヴル美術館から原爆ドームまで』新曜社

小野文生(2009)「教育と宗教・超越の＜紐帯＞を思考することについて-『教育哲学研究』の半世紀を読み直す」

尾松亮(2018)『チェルノブイリという経験 フクシマに何を問うのか』岩波書店

片山夏紀(2019)「ガチャチャ裁判が命じた賠償をめぐる当事者の交渉-ルワンダ・ジェノサイドに関連する罪の赦しと和解-」『アフリカレポート』No.57,pp.22-33

金谷美和(2018)「大きな物語に抗する-災害の経験と記憶-」田中雅一(編)・松嶋健(編)『トラウマを生きる(トラウマ研究1)』京都大学学術出版会,pp.521-549

金子淳(2011)「公害展示という沈黙:四日市公害の記憶とその表象をめぐって」『静岡大学生涯学習教育研究』13巻,pp.13-27

金菱清(2020)『災害社会学』一般財団法人放送大学教育振興会

金菱清(2014)『震災メメントモリ 第二の津波に抗して』新曜社

亀喜信(2009)「行為と赦し:ハンナ・アレント研究(6)」『大阪府立大学紀要(人文・社会科学)』57巻,pp.23-34

北田暁大(2011)『(増補)広告都市・東京 その誕生と死』筑摩書房

木村周平(2013)『震災の公共人類学 揺れとともに生きるトルコの人びと』世界思想社

窪寺俊之(2017)『スピリチュアルケア研究』聖学院大学出版会

小林直毅(2007)「総説『水俣』の言説的構築」小林直毅(編)『「水俣」の言説と表象』藤原書店 pp.15-70

小林秀行(2023)「災害から『癒える』空間としての『想起の場』」『災害復興学会論文集』第22号,pp.1-12

小林秀行(2022a)「想起の場における『痛み』の回避」『日本災害情報学会第25 回学会大会予稿集』pp.39-40

小林秀行(2022b)「『祭り』としての東日本大震災-非被災地の『絆』言説にみる災害の消費と忘却-」『災害情報』No.20,Vol.2,pp.263-274

小林秀行(2022c)「自然災害をめぐる『責任』の行方」『災害情報』No.20,Vol.1,pp.21-32

小松原織香(2014) 「『物語としての赦し』と『祝祭としての赦し』」『現代生命哲学研究』3号,pp.1-14

小松原織香(2012)「赦しについての哲学的研究 修復的司法の視点から」『現代生命哲学研究』1号,pp.25-45

阪本真由美(2023)「災害の記録と記憶-何が語り継がれるのか」松岡俊二・阪本真由美・寿楽浩太・寺本剛・秋元信佳『未来

へ繋ぐ災害対策 科学と政治と社会の協働のために』有斐閣,pp.183-202
柴崎雅子(2009)「ホロコーストにおける赦しとその合意」『国際研究論叢』vol.23,no.1,pp.11-24
白井章詞(2020)「原爆資料館を活用した平和教育の効果と課題」『多文化社会研究』Vol.6,pp.243-258
マリタ=スターケン(著)・岩崎稔(訳)・杉山茂(訳)・千田有紀(訳)・高橋明史(訳)・平山陽洋(訳)(2004)『アメリカという記憶-ベトナム戦争、エイズ、記念碑的表象』未來社
ドロテー=ゼレ(著)・山下明子(訳)(1999)『幻なき民は滅ぶ-今ドイツ人である意味』新教出版社
レベッカ=ソルニット(著)・東辻賢治郎(訳)(2019)『迷うことについて』左右社
田中重好(2022)「東日本大震災の災害遺構ー東日本大震災の『災害』はどのように継承されているかー(2)ー」名古屋大学社會学論集,No.43,pp.52-84
田中雅一(2021)「『戦争体験』、トラウマ、そして、平和博物館の亡霊」蘭信三(編)・小倉康嗣(編)・今野日出晴(編)『なぜ戦争体験を継承するのか ポスト体験時代の歴史実践』みずき書林,pp.107-134
田中雅一(2018)「アウシュヴィッツにてホロコーストの生存者に出会うということ」『日本オーラルヒストリー研究』14巻,pp.43-54
田中優子(2020)『苦海・浄土・日本 石牟礼道子 もだえ神の精神』集英社
田村均(2018)『自己犠牲とは何か 哲学的考察』名古屋大学出版会
ラン=ツヴァイゲンバーグ(著)・若尾祐司(訳)・西井麻里奈(訳)・高橋優子(訳)・竹本真希子(訳)(2022)『ヒロシマ グローバルな記憶文化の形成』名古屋大学出版会
對馬達夫(編著)(2011)『ドイツ 過去の克服と人間形成』昭和堂
坪井秀人(2022)「身体としての戦後日本とその傷跡」坪井秀人(編)『戦後日本の傷跡』臨川書店,pp.1-7
ジャック=デリダ(著)・守中高明(訳)(2015)『赦すこと 赦し得ぬものと時効にかかり得ぬもの』未來社
土井清美(2015)『途上と目的地:スペイン・サンティアゴ徒歩巡礼路 旅の民族誌』春風社
クルト=ドゥブーフ(著)・臼井陽一郎(監訳)・小松崎利明(訳)・武田健(訳)・松尾秀哉(訳)(2020)『トライバル化する世界-集合的トラウマがもたらす戦争の危機』明石書店
中森弘樹(2017)『失踪の社会学 親密性と責任をめぐる試論』慶応義塾大学出版会
橋本和也(2020)『旅と観光の人類学 「歩くこと」をめぐって』新曜社
平井京之介(2015)「『公害』をどう展示すべきかー水俣の対抗する二つのミュージアム」竹沢尚一郎(編)『ミュージアムと負の記憶ー戦争・公害・疾病・災害:人類の負の記憶をどう展示するか』東信堂,pp.148-177
Jo Lee Vergunst (2008) “Taking a Trip and Taking Care in Everyday Life” Tim Ingold(eds) ・ Jo Lee Vergunst(eds),” Ways of Walking: Ethnography and Practice on Foot” Ashgate, pp.105-121
ジャン=フランソワ＝フォルジュ(著)・高橋武智(訳)(2000)『21 世紀の子どもたちに、アウシュヴィッツをいかに教えるか？』作品社
福田雄(2020)『われわれが災禍を悼むとき-慰霊祭・追悼式の社会学』慶応義塾大学出版会
藤森立男(編著)・矢守克也(編著)(2012)『復興と支援の災害心理学 大震災から「なに」を学ぶか』福村出版
Maurice Blanchot・Ann Smock(Translator)(1995)”The Writing of the Disaster L'Ecriture Du Desastre” University of Nebraska Press
Svetlana Boym(2001)”The Future of Nostalgia” Basic Books
ジョン=E=ボドナー(著)・野村達朗(訳)・木村英憲(訳)・久田由佳子(訳)・藤本博(訳)・和田光弘(訳)(1997) 『鎮魂と祝祭のアメリカ-歴史の記憶と愛国主義』青木書店
本間美穂(2012)「ハンナ・アーレントにおける『裁き』と『赦し』」『東京大学宗教学年報』30 号,pp.121-139
三田牧(2019)「癒えることのない傷の語りに向き合うこと」田中雅一(編)・松嶋健(編)『トラウマを共有する(トラウマ研究 2)』京都大学学術出版会,pp.89-120
美馬達也(2022)「社会距離という傷跡-COVID-19 の風景」坪井秀人(編)『戦後日本の傷跡』臨川書店,pp.348-361
宮澤信雄(1997)『水俣病事件四十年』葦書房
マルセル=モース(著)・アンリ=ユベール(著) ・小関藤一郎(訳)(1990)『供犠(3 刷)』法政大学出版局
森岡正博(2003)『無痛文明論』トランスビュー
守中高明(2019)『他力の哲学 赦し、ほどこし、往生』河出書房新社
安井優子(2018)「東日本大震災による死別体験者が苦しみの中で求めるもの―スピリチュアリティの視点からの考察―」『社会福祉学』59 巻,3 号,pp.55–68
山腰修三(2007)「経済政策のイデオロギーと『水俣』の言説」小林直毅(編)『「水俣」の言説と表象』藤原書店 pp.98-129
山名淳(編著)(2022)『記憶と想起の教育学 メモリー・ペタゴジー、教育哲学からのアプローチ』勁草書房
山名淳(編著)・矢野智司(編著)(2017)『災害と厄災の記憶を伝える:教育学は何ができるのか』勁草書房
林志弦(著)・澤田克己(訳)(2022)『犠牲者意識ナショナリズム 国境を超える「記憶」の戦争』東洋経済新報社
Ben Wisner, Piers Blaikie, Terry Cannon, Ian Davis(1994)“At Risk: Natural Hazards, People’s Vulnerability, and Disasters” Routledge
若松英輔(2015)『霊性の哲学』角川選書
渡部奈々(2020)「アルゼンチンの『国民的和解』とカトリック教会-誰が誰を赦すのか-」『宗教と社会』Vol.26,pp. 33-47

(原稿受付 2023.6.30)
(登載決定 2024.1.26)

The Meaning of Forgiveness in a Place of Remembrance

Hideyuki KOBAYASHI [1]

[1] School of Information and Communication, Meiji University (h_kobayashi@meiji.ac.jp)

ABSTRACT

This research clarifies the significance of the concept of forgiveness in places of remembrance as a space for the inheritance of disasters. A place of remembrance is a space where a variety of memory media are arranged, which guarantees the diversity of memories, but also risks the core institution controlling the meaning of the memories. Therefore, it is important that a place of remembrance is a space open to the public and prevents convergence on a single narrative. Forgiveness is a recursive self-determination of how to relate to events, which allows the subject to bear responsibility, but also permitting relief from excessive obligation. This has the potential to ease psychological barriers to acceptance of suffering towards healing in the sense of discovering how to face suffering within the individual. This makes a place of remembrance an open space where people with diverse objectives, such as commemoration and inheritance, can come and go under their responsibility and increases the possibility of creating communication in the sense of a connection of actions.

Keywords： A place of remembrance, Inheritance, Healing, Forgiveness, Calvary

南海トラフ地震臨時情報に関する自治体の対応計画の多様性

松原悠[1]・James D. GOLTZ[2]・矢守克也[3]・城下英行[4]・杉山高志[5]・中谷内一也[6]

[1]滋賀大学助教　データサイエンス・AI イノベーション研究推進センター
（yu-matsubara@biwako.shiga-u.ac.jp）
[2]京都大学客員教授　防災研究所（jamesgoltz@gmail.com）
[3]京都大学教授　防災研究所（yamori@drs.dpri.kyoto-u.ac.jp）
[4]関西大学准教授　社会安全学部安全マネジメント学科（hideyuki@kansai-u.ac.jp）
[5]九州大学准教授　人間環境学研究院都市・建築学部門
（sugyiama.takashi.294@m.kyushu-u.ac.jp）
[6]同志社大学教授　心理学部心理学科（knakayac@mail.doshisha.ac.jp）

和文要約

2019 年の「南海トラフ地震防災対策推進基本計画」の変更に伴い、現在、自治体において南海トラフ地震臨時情報が発表された際の対応計画の策定が進んでいる。本研究では、「南海トラフ地震防災対策推進地域」に指定されている全自治体（29 都府県及び 707 市町村）を対象として対応計画の有無や内容を尋ねる調査を実施した。分析の結果、自治体の対応計画の記載内容には自治体によって多寡があること、特に避難に関する項目は津波のリスクが相対的に大きい「南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域」の市町村でより多く記載されている傾向があること、事前避難対象地域の設定において地域特性に応じた工夫がみられること、津波のリスクが相対的に大きい市町村においては、南海トラフ地震臨時情報（巨大地震警戒）と南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）のいずれか一方の場合にのみ「高齢者等避難」を発令する傾向があること等がわかった。対応計画の多様性に関するこれらの知見は、実際に南海トラフ地震臨時情報が発表された際の自治体の対応行動を予め想定し、社会的混乱の防止を図っていくうえで重要なものである。特に、国やマスメディアには、自治体の対応行動に、各自治体での事前検討を通じた「自治体の対応計画に基づく多様性」が見込まれることを周知する役割が期待される。

キーワード：南海トラフ地震臨時情報、自治体、対応計画

1．研究の背景

2019 年 5 月に、「南海トラフ地震防災対策推進基本計画」が変更され、南海トラフ地震の発生可能性が平常時と比べて相対的に高まったと評価された場合に、気象庁が「南海トラフ地震臨時情報」（以下、単に「臨時情報」と記す）を発表することとなった。そして、「南海トラフ地震防災対策推進地域」に指定されている自治体には、それぞれの地域防災計画（のなかの「南海トラフ地震防災対策推進計画」）において臨時情報が発表された場合の対応を定めるように努めることが求められることとなった（消防庁　2019）。ここで、「南海トラフ地震防災対策推進地域」とは、南海トラフ巨大地震の発生時に震度 6 弱以上の震度が想定されている地域等、29 都府県及び 707 市町村を指す。指定基準の詳細については、内閣府ホームページ（2014）を参照されたい。また、臨時情報の運用開始に至るまでの、東海地震の警戒宣言や「南海トラフ地震に関連する情報（臨時）」を含めた経緯については下山ら（2021）が概説している。

本稿では、この臨時情報に関する自治体の対応計画（以下、単に「対応計画」と記す）に焦点を当てる。臨時情報の対応にあたっては、社会的混乱の防止が重要であるとされている（南海トラフ沿いの異常な現象への防災対応検討ワーキンググループ　2018）。実際に臨時情報が発表された際、自治体はそれぞれの対応計画に準拠しながら対応行動を行うことが見込まれるため、対応計画が自治体によってどのように異なるのか、もしくは、同じなのかを予め把握しておくことは各自治体の対応行動を社会で共有することにつながり、社会的混乱の抑制に貢献

するものと考えられる。なお、2022 年に NHK が自治体を対象に実施した調査（NHK　2022）の自由記述欄においては「自治体ごとに対応が違うのは問題である」との意見がみられ、後ほど紹介する著者らが実施した調査の自由記述欄でも「避難情報に関して近隣市町村とのずれが生じると広報周知の際に混乱となるのではないか」という意見がみられている。自治体の対応計画の多様性（具体的にどのような項目において、どのような違いがあるのか）を明らかにすることは、これらの懸念に対する対応についても示唆を与えると思われる。

以上に加えて、安本ら（2020）によると、地方自治体がどのような情報を出すかによって住民の避難の意思は大きく変化するとされており、各自治体の対応行動を把握しておくことは、臨時情報が発表された際の住民の行動を想定するためにも重要である。Hirano et al.(2023)が住民を対象に行なった臨時情報に関する調査においても、臨時情報の対策をする上で自治体のアウトリーチ活動が重要だと指摘されている。また、臨時情報への自治体の対応計画の概要を把握することで、2022 年 12 月に運用が開始された「北海道・三陸沖後発地震注意情報」（気象庁　2022）に関する対応を自治体が検討する際の有益な材料を得られると考えられる。

自治体を対象とした臨時情報に関する最新の調査としては、NHK（2022）や共同通信社（2022）が存在する。しかしながら、これらは「南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域（30cm 以上の津波浸水が地震発生から 30 分以内に生じると想定されている地域等、14 都県 139 市町村）」の市町村のみが対象となっている。対応計画についての質問内容も、事前避難に関する内容等、計画の一部を尋ねたものである。また、内閣府は「南海トラフ地震防災対策推進地域」に指定されている全ての自治体を対象として、2019 年５月の「南海トラフ地震防災対策推進基本計画」の変更を踏まえた「南海トラフ地震防災対策推進計画」の変更状況等についての調査を毎年行っている（内閣府　2022）。しかしながら、この調査結果においては、変更が完了した自治体数と、臨時情報が発表された際の事前避難対象地域の指定等が完了した市町村数が集計されているのみで、自治体の対応計画の詳細内容についての言及はない。

そこで、著者らは「南海トラフ地震防災対策推進地域」に指定されている 29 都府県及び 707 市町村を対象とし、対応計画の全体像や課題を明らかにするための新たな調査を実施することとした。本稿では、主として同調査の結果の分析をもとに、臨時情報に関する対応計画における、自治体間の、違いの有無ならびに様態を明らかにすることを目指す。なお、対応計画の策定に関しては、国が自治体向けのガイドラインを発行している。このガイドラインは「南海トラフ地震の多様な発生形態に備えた防災対応検討ガイドライン」（内閣府（防災担当）　2021）と題されたもので、以下、本稿ではこの文献を「国のガイドライン」と呼ぶこととする。国のガイドラインにおいては、地方公共団体・指定公共機関・不特定多数の者が利用する施設・危険物を取扱う施設等を管理又は運営する者等が、とるべき防災対応を計画としてあらかじめ定めておくために参考となる事項が包括的に記載されている。また、都府県においても、著者らが南海トラフ地震防災対策推進地域の 29 都府県のホームページを参照したところ、5 県（岐阜県・静岡県・愛知県・徳島県・香川県）において対応計画策定のためのガイドライン等の存在が確認できた（岐阜県　2020、静岡県危機管理部 2020、愛知県防災安全局　2020、徳島県　2018、徳島県教育委員会　2020、香川県危機管理総局危機管理課 2021）。これらのガイドライン等が自治体の対応計画にどのように影響しているかについては、この後、調査結果を紹介・考察する中でその都度述べる。

２．調査の概要

本章では、著者らが実施した調査や結果の概要について述べる。調査は、「南海トラフ地震防災対策推進地域」に指定されている全 736 自治体（29 都府県及び 707 市町村）を対象として実施した。調査実施期間は 2022 年 9 月 26 日～2022 年 11 月 14 日である。回答のあった自治体数は 469 自治体（23 都府県と 446 市町村）で、回答率は約 63.7%であった。なお、調査実査は（株）サーベイリサーチセンターに依頼した。質問の内容は、各自治体における対応計画の有無、対応計画作成に関する懸念、国からの支援の必要性、対応計画に記載されている内容、事前避難対象地域の設定基準等である。なお、対応計画という用語に関して、国から策定を求められている「南海トラフ地震防災対策推進計画」ではなく敢えて対応計画という用語を用いた理由は、自治体の地域防災計画において、「南海トラフ地震防災対策推進計画」に相当する箇所以外にも臨時情報に関する記載がある場合や、地域防災計画ではない別の独立した計画として自治体が臨時情報に関する対応を定めている場合があることが、事前の予備的な調査の結果から見込まれたためである。

回答結果の詳細を述べる前に、対応計画の策定状況等に関する結果を簡単に述べておきたい。対応計画を有すると回答した自治体は、回答のあった 469 自治体のうち 396 自治体（84.4%）であった。（なお、割合の数値は小数第二位を四捨五入したものである。以下も同様。）都府県については、回答のあった 23 自治体の全てが対応計画を策定していた。市町村については、回答のあった 446 自治体のうち 373 自治体（83.6%）が対応計画を策定していた。今回調査対象となった市町村を、区分①：南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域の市町村（139 市町村、うち回答あり 92）、区分②：①の自治体に隣接する市町村（①と陸上の境界を有している市町村）（109 市町村、うち回答あり 79）、区分③：①と②以外の市町村（459 市町村、うち回答あり 275）の 3 種類に区分すると、対応

計画策定状況との関連がみられた（カイ二乗検定における $\chi^2(2) = 6.930$、$p < .05$）。策定率は①が 89.1%、②が 89.9%、③が 80.0%であった。（上記の市町村区分を、本稿ではこれ以降、単に「市町村 3 区分」と呼ぶこととする。）なお、調査結果からは、対応計画の策定が進んでいない市町村は、人口規模が小さく、防災関係部署の職員数が少ない傾向があること等もわかっており（Goltz et al. 2023）、今後これらの自治体へのさらなる支援等の方策も必要と思われるものの、本稿では詳述しない。以降本稿においては、本稿の目的に即して既に策定されている対応計画の内容に注目していく。

3．自治体の対応計画の内容

（1）記載項目の全般的な傾向

著者らが実施した調査においては、「避難指示の発令」「災害対策本部の設置」「水や食料の備蓄に関する呼びかけ」といった、南海トラフ地震臨時情報が発表された場合の対応として想定される 26 種類の項目を挙げ、対応計画のなかにそれらに関する記載があるかを尋ねた（**表−1** 参照）。26 種類の項目の選定にあたっては、国のガイドラインを参照するなかで臨時情報への対応において重要な観点と思われた、「避難および避難生活」「日頃の備えの再確認」「対策本部の立ち上げと運営」「関係機関との連携」「平常時活動の一部取り止め・変更」という 5 つに関する内容が全て含まれるよう留意したうえで、著者らで実施した議論も踏まえて最終決定を行った。また、著者らが設定した 26 項目以外に対応計画に含まれている内容があれば自由に記述するよう依頼した。

なお、本調査では対応計画の内容を尋ねるにあたって、「南海トラフ地震臨時情報（巨大地震警戒）」の場合と「南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）」の場合とを分けて作成しているかをまず尋ねている。内閣府・気象庁（2019）によれば、南海トラフ地震臨時情報（巨大地震警戒）とは、「南海トラフ沿いの想定震源域内のプレート境界において M8.0 以上の地震が発生したと評価した場合」に発表される情報である。また、南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）とは、「南海トラフ地震の想定震源域内のプレート境界において M7.0 以上、M8.0 未満の地震が発生したと評価した場合」「想定震源域のプレート境界以外や、想定震源域の海溝軸外側 50km 程度までの範囲でM7.0 以上の地震が発生したと評価した場合」「ひずみ計等で有意な変化として捉えられる、短い期間にプレート境界の固着状態が明らかに変化しているような通常とは異なるゆっくりすべりが観測された場合」に発表される情報である。**表−1** では、同表の下部にも注記しているように、巨大地震警戒の場合と巨大地震注意の場合の、対応の場合分けを行っている自治体と、行っていない自治体とを区分して結果を集計している。

分析にあたっては、まず、26 種類の項目のうち、どの項目が比較的多くの自治体で記載されており、また、どの項目はあまり記載されていないのかを確認した。あらためて**表−1** を参照されたい。**表−1** には、各項目がいくつの自治体の対応計画に記載されているかを示した。記載されている割合に関して、「場合分けあり：巨大地震警戒」「場合分けあり：巨大地震注意」「場合分けなし」のいずれかにおいて上位 5 位以内に入っている項目は「災害対策本部の設置に関する記載（**表−1** における No.20 の項目。以下、括弧内に同様に**表−1** 中での No.を記載。）」「家庭での備えの促進に関する記載（No.6）」「幹部職員の参集体制に関する記載（No.19）」「各家庭における避難場所・避難経路等の確認に関する呼びかけ（No.12）」「備蓄品の確認・点検に関する記載（No.4）」「各家庭における水や食料の備蓄に関する呼びかけ（No.7）」であった。また、同様に下位 5 位以内に入っている項目は「地元の大学や研究者と連携した対策に関する記載（No.21）」「不要不急の社会経済活動の延期（たとえば、緊急でない手術の延期や危険物の製造の一時停止）の呼びかけに関する記載（No.25）」「住民に対する不要不急の活動の取り止めや延期の呼びかけに関する記載（No.24）」「耐震性の低い道路や橋、建物の使用の停止に関する記載（No.23）」「『臨時情報』発表時の対応に関する事前訓練に関する記載（No.22）」「事前避難者のための備蓄品の提供に関する記載（No.5）」「『臨時情報』発表後、一定期間が経過しても地震が発生しなかった場合の対応に関する記載（No.26）」であった。全体の概観として、日頃の備えの再確認や対応体制の確立といった基本的な対応は多くの自治体で記載されている一方で、不要不急の活動抑制の呼びかけといった、平常時の社会活動へ特別なはたらきかけを行うような対応に関しては記載されていない傾向があることがうかがえる。なお、著者らが設定した 26 項目以外で対応計画に含まれているという回答があった内容としては、いずれもごく少数ではあったものの、「滞留旅客等に関する記載」「工事中の建築物への措置」「広域応援の検討」等があった。市町村 3 区分と各項目の記載有無の関連が存在するかの確認も行った。26 種類の項目についてカイ二乗検定（または期待度数の値に応じてフィッシャーの正確確率検定）ならびに残差分析を実施したところ、顕著なものとしては、「巨大地震警戒」の場合において、区分①の市町村では「『避難指示』の発令に関する記載（No.1）」「『高齢者等避難』の発令に関する記載（No.2）」が存在する傾向があり、区分③の市町村ではこれら 2 項目の記載が存在しない傾向があることがわかった。また、場合分けなしの市町村においては、区分①の市町村に「『高齢者等避難』の発令に関する記載（No.2）」が存在する傾向がみられた。（なお、フィッシャーの正確確率検定で $p < .05$ となった項目はなかった。）これらのことから、区分①の市町村においては、避難指示や高齢者等避難といった、自治体からの避難の呼びかけを行う対応を計画内で規定している市町村が多い傾向があることがわかる。

表-1　自治体における南海トラフ地震臨時情報に関する対応計画の記載状況

No.	項目	記載のあった自治体数 場合分けあり (N=256) 警戒	注意	場合分けなし (N=140)	記載のあった自治体の割合（左列）と記載率の順位（右列） 場合分けあり 警戒		注意		場合分けなし		市町村3区分と記載有無の関連 場合分けあり 警戒	注意	場合分けなし
1	「避難指示」の発令に関する記載	87	38	57	34.0%	12	14.8%	17	40.7%	7	***		
2	「高齢者等避難」の発令に関する記載	85	30	47	33.2%	13	11.7%	21	33.6%	12	***		**
3	事前避難した住民の避難所運営の支援に関する記載	103	36	33	40.2%	8	14.1%	18	23.6%	18	*	*	
4	備蓄品の確認・点検に関する記載	127	102	63	49.6%	5	39.8%	5	45.0%	5			
5	事前避難者のための備蓄品の提供に関する記載	49	27	20	19.1%	21	10.5%	22	14.3%	21			
6	家庭での備えの促進に関する記載	147	140	70	57.4%	2	54.7%	2	50.0%	2			
7	各家庭における水や食料の備蓄に関する呼びかけ	104	92	65	40.6%	7	35.9%	7	46.4%	3			
8	各家庭における連絡手段や集合場所の再確認に関する呼びかけ	108	93	55	42.2%	6	36.3%	6	39.3%	8	*	*	
9	各家庭における地震発生時の安全行動（例：机の下に隠れる、身を伏せる、など）の再確認に関する呼びかけ	54	49	39	21.1%	19	19.1%	14	27.9%	15			
10	各家庭における出火や延焼の防止対策に関する呼びかけ	57	51	29	22.3%	17	19.9%	12	20.7%	20			
11	各家庭における非常持出品（食料、水、常備薬、懐中電灯、携帯ラジオ等）の準備に関する呼びかけ	88	72	47	34.4%	11	28.1%	9	33.6%	11			
12	各家庭における避難場所・避難経路等の確認に関する呼びかけ	128	103	64	50.0%	4	40.2%	4	45.7%	4		*	
13	「臨時情報」に関する情報提供や住民とのコミュニケーションの促進に関する記載（広報担当者の選任、気象庁からの情報の説明、マスメディアへの状況説明や最新情報の提供、デマ情報の打ち消しなど）	82	70	34	32.0%	14	27.3%	10	24.3%	17			
14	町内会や自主防災組織と連携した対応行動に関する記載	71	49	44	27.7%	15	19.1%	13	31.4%	13			
15	気象庁や都道府県庁と連携した対応行動に関する記載	89	74	48	34.8%	10	28.9%	8	34.3%	10			
16	企業や産業界と連携した対応行動に関する記載	63	41	42	24.6%	16	16.0%	16	30.0%	14			
17	学校、その他公共施設と連携した対応行動に関する記載	97	59	55	37.9%	9	23.0%	11	39.3%	9			
18	民間の福祉施設と連携した対応行動に関する記載	57	35	36	22.3%	18	13.7%	20	25.7%	16			
19	幹部職員の参集体制に関する記載	138	121	62	53.9%	3	47.3%	3	44.3%	6			
20	災害対策本部の設置に関する記載	185	145	81	72.3%	1	56.6%	1	57.9%	1			
21	地元の大学や研究者と連携した対策に関する記載	5	4	4	2.0%	26	1.6%	26	2.9%	26			
22	「臨時情報」発表時の対応に関する事前訓練に関する記載	40	36	30	15.6%	22	14.1%	19	21.4%	19			
23	耐震性の低い道路や橋、建物の使用の停止に関する記載	26	12	10	10.2%	23	4.7%	24	7.1%	23	*		
24	住民に対する不要不急の活動の取り止めや延期の呼びかけに関する記載	20	19	9	7.8%	24	7.4%	23	6.4%	24			
25	不要不急の社会経済活動の延期（たとえば、緊急でない手術の延期や危険物の製造の一時停止）の呼びかけに関する記載	9	9	5	3.5%	25	3.5%	25	3.6%	25			
26	「臨時情報」発表後、一定期間が経過しても地震が発生しなかった場合の対応に関する記載	52	48	19	20.3%	20	18.8%	15	13.6%	22			

*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

※なお、「場合分けあり」は、「南海トラフ地震臨時情報（巨大地震警戒）」の場合の対応と「南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）」の場合の対応を分けて計画を作成している自治体。「場合分けなし」は、この場合分けを行っていない自治体。

表-2　自治体の対応計画に記載のある項目数の分布

		0～5項目	6～10項目	11～15項目	16項目以上	合計	記載項目数の平均値	記載項目数の標準偏差
場合分けありの自治体	巨大地震警戒の場合	97	82	49	28	256	8.19	5.59
	巨大地震注意の場合	149	57	30	20	256	6.12	5.40
場合分けなしの自治体		61	35	25	19	140	7.70	5.73

表-3　市町村における事前避難対象地域の設定基準

	区分①	区分②	区分③	合計
南海トラフ巨大地震の津波浸水想定区域全体を「事前避難対象地域」としている	17	0	4	21
南海トラフ巨大地震において浸水深30㎝以上の津波が30分以内に到達することが想定されている地域を「事前避難対象地域」としている	20	1	9	30
上記以外の基準で「事前避難対象地域」を設定している	17	7	14	38
「事前避難対象地域」を設定していない	27	60	184	271
不明	1	3	9	13
合計	82	71	220	373

次に、対応計画に記載があると回答のあった項目の総数に注目した。その分布を**表-2**に示す。**表-2**では、巨大地震警戒の場合と巨大地震注意の場合の対応の場合分けを行っている自治体と、行っていない自治体とを区分して、記載のある項目数を示した。0~5項目の自治体から、16項目以上の自治体に至るまで、自治体によって記載のある項目数に大きな違いがあることがわかる。また、巨大地震警戒の場合と巨大地震注意の場合とを比較すると、巨大地震警戒の場合のほうが、記載項目数が多い傾向があった（t検定における$t(255)=10.606$、$p<.001$）。前章で導入した市町村3区分と記載項目数との関連については、分析を行ったものの統計的に有意な関連の存在は見出せなかった。さらに、市町村の人口規模と記載項目数との関連についても分析を試みたものの、この観点からも統計的に有意な関連の存在は見出せなかった。なお、前章では人口規模が小さい市町村は対応計画の策定が進んでいない傾向があると述べた。本章で人口規模と対応計画の記載項目数との関連は見出せなかったことから、人口規模が小さい市町村であっても、対応計画を一旦策定すれば、そこに記載されている項目数は人口規模が大きい市町村と大きく変わっているとは言えないということが示唆されていると考えられる。

（2）事前避難対象地域の設定基準

前節では、避難指示や高齢者等避難の発令といった避難に関する項目の記載の有無が、市町村3区分によって異なる傾向があることがわかった。避難に関連する事項として、本調査では事前避難対象地域を設定している場合の設定基準についても尋ねている。本節ではこの設問の回答結果を分析する。まず、**表-3**に同設問に対する回答数の分布を示した。

国のガイドラインにおいては、浸水深30㎝以上の津波が30分以内に到達することが想定されている地域を事前避難の検討対象とすることが基本的な考え方とされている。そして、津波浸水想定区域から避難可能範囲を除いた地域を事前避難対象地域とすることとされている。この検討の結果として、津波浸水想定区域や浸水深30㎝以上の津波が30分以内に到達することが想定されている地域をそのまま事前避難対象地域としている市町村が21+30＝51あることがわかる。なお、「津波の」浸水深30㎝以上が30分以内に到達することが想定されている地域は、第1章で述べたように原則として国によって「南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域」（区分①）に指定されているはずである。そこで上記の質問で浸水深30cm以上の津波が30分以内に到達する地域を事前避難対象地域としていると回答した、区分②や区分③の市町村名の確認を念のため行ったところ、堤防沈下等に伴う津波以外での浸水による浸水想定区域を含めて回答がなされた結果であると考えられた。

本設問では、「上記以外の基準で『事前避難対象地域』を設定している」と回答した市町村も38存在しており、これらの市町村には、自由記述形式で具体的な内容を尋ねている。記述内容を分類したところ、土砂災害を考慮している市町村が12、堤防沈下等による津波以外での浸水を考慮している市町村が8、住宅の耐震性（古い建物の多さ）を考慮している市町村が5あった。なお、第1章で触れた県が作成している対応計画の策定ガイドラインにおいては、次のような内容で事前避難対象地域の設定の考え方が記載されている。まず、岐阜県のガイドライン（岐阜県　2020）は、県の地域特性を踏まえて山間

地域や海抜ゼロメートル地帯における対応行動を詳述しており、南海トラフ地震臨時情報（巨大地震警戒）が発表された際に、土砂災害特別警戒区域に居住する住民に対して事前の避難を促すこととしている。また、後発地震発生に伴う堤防沈下によって河川水の越流により 30 ㎝以上の浸水が 30 分以内に生じることが想定される地域に居住する避難行動要支援者に対しても、事前の避難を開始するよう促すこととされている。これらはいずれも国のガイドラインには規定されていない事項である。愛知県のガイドライン（愛知県防災安全局　2020）も、木曽三川下流・西三河南部・東三河南部に広がる海抜ゼロメートル地帯における災害リスクを考慮し、地震動に伴う堤防沈下等の影響によって 30 ㎝以上の浸水が地震発生から 30 分以内に生じる地域を、南海トラフ地震臨時情報（巨大地震警戒）が発表された際の事前避難の検討対象とすることとしている。さらに、香川県のガイドライン（香川県危機管理総局危機管理課　2021）においても、南海トラフ地震臨時情報（巨大地震警戒）の場合の対応として、津波に限らず堤防崩壊等により 30cm 以上の浸水が 30 分以内に生じる地域を「高齢者等事前避難対象地域」とし、大津波警報・津波警報・津波注意報が解除された後、同地域に対して、「高齢者等避難」を発令し、要配慮者については避難を継続することとしている。なお、愛知県や香川県のガイドラインにおいては、岐阜県のような土砂災害を想定した措置については規定されていない。

これらの県ガイドラインの影響をみるため、本設問で「上記以外の基準で『事前避難対象地域』を設定している」と回答した市町村の所属する都府県を確認したところ、土砂災害を考慮している市町村や津波以外での浸水を考慮している市町村は、上記の岐阜県・愛知県・香川県以外の都府県内にも存在した。また、これ以外の市町村独自の事前避難対象地域の設定例としては、いずれも 1 自治体ずつではあるものの、国のガイドラインより余裕をみて 30 センチ以上の浸水が「60 分以内」に発生する地域を事前避難の検討対象にした例、老朽ため池下流の浸水危険地域を考慮した例、液状化による避難困難を考慮した例も存在していた。以上より、各基礎自治体単位において地域特性等を踏まえた事前避難対象地域の設定がなされている場合があることがわかる。これらの知見は、他自治体にとっても、事前避難対象地域の検討や改善において参考になるものではないかと思われる。また、静岡県においては、昼と夜とで事前避難の対象となる地域・住民の設定を変えることを可としたり（健常者は夜間のみ事前避難を行う等）、福祉施設や医療施設等において、安全が確保される場合は浸水しない上層階への垂直避難も事前避難として可としたり、といった点での詳細な運用もなされている（静岡県危機管理部　2020）ことを付言しておく。

表-4　警戒と注意の場合分けの有無と市町村 3 区分との関係

	区分①	区分②	区分③	総計
場合分けあり	64	44	132	240
場合分けなし	18	27	88	133
総計	82	71	220	373

（3）巨大地震警戒の場合と巨大地震注意の場合の違い

国のガイドラインにおいては、南海トラフ地震臨時情報（巨大地震警戒）の場合には明らかにリスクが高い事項については社会全体としてそれを回避する防災対応を取るとされている一方で、南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）の場合には日頃からの地震への備えを再確認する等を中心とした防災対応を取ることとされている。本節では、これらのことが各自治体によってどのように解釈され、対応計画にあらわれているのかを検討する。

先述のように、本調査では「南海トラフ地震臨時情報（巨大地震警戒）」の場合と「南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）」の場合とを分けて対応計画を作成しているかを尋ねている。この設問への回答結果を**表-4** に示す。

市町村 3 区分とこの場合分けの有無には関連があり（$\chi^2(2) = 8.697$、$p < .05$）、区分①の市町村では場合分けありが有意に多く、区分③の市町村では区分①と区分②の市町村に比べて場合分けなしの比率が有意に高い。これは、津波等のリスクが高い区分①の市町村においては「明らかにリスクが高い事項を回避」するための巨大地震警戒の対応を十分に検討する必要がある一方で、そうではない市町村においては巨大地震警戒の場合も巨大地震注意の場合も「日頃からの地震への備えを再確認」することが対応の中心となるため、場合分けして対応計画を作成する必要性が大きくないことを反映しているものと考えられる。

次に、「場合分けあり」の自治体において、警戒の場合と注意の場合の「書き分け」を行っているか、すなわち、警戒の場合と注意の場合とで、項目の記載有無を変更しているかどうかに注目しよう。警戒の場合と注意の場合の記載パターンには、次の 4 つが存在する。すなわち、警戒の場合と注意の場合の、ある項目の記載の有無を[警戒の場合の記載有無・注意の場合の記載有無]と表記することとしたとき、パターンA : [あり・あり]、パターンB : [あり・なし]、パターンC : [なし・あり]、パターンD : [なし・なし]の 4 つが存在する。本調査で尋ねた 26 項目について、上記の各パターンに該当する自治体数を**表-5** にまとめた。

警戒の場合と注意の場合とで「書き分け」を行っているのはパターンBとパターンCである。**表-5** を概観すると、警戒と注意の少なくともいずれかの場合に記載があるパターンA、パターンB、パターンC を比較したとき、

表-5　警戒の場合と注意の場合との記載パターンの分布

項目 No.	パターンA	パターンB	パターンC	パターンD
1	37	50	1	168
2	27	58	3	168
3	34	69	2	151
4	96	31	6	123
5	27	22	0	207
6	129	18	11	98
7	89	15	3	149
8	93	15	0	148
9	48	6	1	201
10	49	8	2	197
11	69	19	3	165
12	102	26	1	127
13	68	14	2	172
14	47	24	2	183
15	74	15	0	167
16	40	23	1	192
17	58	39	1	158
18	33	24	2	197
19	119	19	2	116
20	143	42	2	69
21	4	1	0	251
22	36	4	0	216
23	12	14	0	230
24	19	1	0	236
25	8	1	1	246
26	48	4	0	204

※「項目 No.」は、**表-1** で使用した各項目の No.と対応している

概ね該当数がパターンA＞パターンB＞パターンCとなっていることが見てとれる。ただし、パターンA＜パターンBとなっている項目もいくつか存在している。それらは、「『避難指示』の発令に関する記載（No.1。以下も同様に、**表-5** 中の項目 No.を括弧内に記載した。）」「『高齢者等避難』の発令に関する記載（No.2）」「事前避難した住民の避難所運営の支援に関する記載（No.3）」「耐震性の低い道路や橋、建物の使用の停止に関する記載（No.23）」である。巨大地震警戒の場合に特に求められている、明らかにリスクが高い事項を回避する防災対応として、これらの記載がなされていると考えることができる。

次に、各項目を記載している市町村における、書き分けの有無と市町村３区分との関連の有無を確認するため、「パターンAの該当数」ならびに「パターンBの該当数とパターンCの該当数の和」と、市町村３区分とのクロス表においてカイ二乗検定（または期待度数の値に応じてフィッシャーの正確確率検定）ならびに残差分析を実施した。その結果、「『高齢者等避難』の発令に関する記載（No.2）」のみにおいて、市町村３区分と書き分けの有無との関連がみられ（$\chi^2(2) = 6.263$、$p < .05$）、区分①の市町村において「パターンBの該当数とパターンCの該当数の和（＝書き分けあり）」が有意に多かった。（なお、フィッシャーの正確確率検定で $p < .05$ となった項目はなかった。）これは、津波リスクが相対的に大きな区分①の市町村では、警戒と注意のいずれか一方の場合にのみにおいて「高齢者等避難」の発令を記載している傾向があるということであり、これらの市町村が避難において特に配慮が必要な高齢者等について後発地震発生の可能性の大小を考慮しながら段階的な対応を行おうとしていることを示唆していると考えられる。なお、既に述べたように、パターンCは巨大地震注意の場合にのみ記載があり、巨大地震警戒の場合には記載がないというパターンである。ここで、「高齢者等避難」の発令に関する記載がパターンCの３自治体について、「避難指示」の発令に関する記載（No.1）のパターンを確認したところ、いずれの自治体もパターンB（巨大地震警戒の場合のみ記載あり）であった。このことから、これらの３自治体では、巨大地震警戒の場合は「避難指示」、巨大地震注意の場合は「高齢者等避難」という形で、対応の場合分けを行っていると考えられる。

４．考察とまとめ

前章までで得られた知見をまとめよう。本研究では、自治体における対応計画に関して、①自治体単位での記載項目の違い、②事前避難対象地域の設定基準の違い、③警戒と注意の「書き分け」の仕方の違い、という３つの観点から対応計画の内容を分析してきた。自治体の対応計画は、記載項目の多寡が自治体によって異なるほか、区分①の市町村では巨大地震注意の場合における「『避難指示』の発令に関する記載」「『高齢者等避難』の発令に関する記載」が存在する傾向があり、区分③の市町村ではこれら２項目の記載が存在しない傾向があった。また、事前避難の対象地域の設定については、県ガイドラインに則って土砂災害や津波以外の浸水を考慮している自治体が存在するほか、県ガイドラインに規定されていなくても土砂災害や津波以外の浸水、また、老朽化した建物の多さ等を考慮している自治体が存在した。巨大地震警戒の場合と巨大地震注意の場合を比較すると、避難に関連する項目等は巨大地震警戒の場合のみに記載されている自治体が相対的に多かった。そして、市町村３区分との関連をみた際には、特に区分①の市町村において、「高齢者等避難」の発令に関して、警戒の場合と注意の場合との書き分けを行っている傾向があった。

以上を踏まえて、本研究で得られた自治体の対応計画における自治体間の、違いの有無ならびに様態に関する知見についてまとめたい。まず、記載内容に多寡がみられたことから、対応計画の多様性が一定程度存在している。記載内容の全般的な傾向は必ずしも明確ではないものの、例外的に、避難に関する項目については、津波の

リスクが相対的に大きい市町村でより多く記載されている傾向がある。避難に関する規定をより詳細に確認していくと、事前避難対象地域の設定においては、国や県のガイドラインにおける原則以外の設定方法で地域特性に応じた設定がなされている場合がある。そして、津波のリスクが相対的に大きい市町村においては、警戒の場合と注意の場合それぞれにおける、高齢者等の事前避難の必要性を見極めたうえでの対応を想定している様子がうかがえる。現時点における自治体間の対応計画の違いは、全体としては市町村それぞれの非系統的な違いによるものが大きいものの、避難に関する事項に限っては、津波のリスクが相対的に大きい市町村で詳細な検討がなされ、その結果を踏まえた記載がなされている傾向にある。一方、避難以外の項目については、対応計画の多様性に関する明確な傾向はほぼ見出せず、今後、自治体の境界を超えて影響が及ぶ事項（たとえば、道路や鉄道など広域にわたる事項の運用、他自治体からの利用者が多い施設の運営等）を中心として自治体間の調整を行っていく必要が存在している可能性は否定できない。

本稿の第1章では、「対応計画が自治体によってどのように異なるのか、もしくは、同じなのかを予め把握しておくことは各自治体の対応行動を社会で共有することにつながり、社会的混乱の抑制に貢献するものと考えられる」と述べた。この観点から、特に避難に関する対応計画が（市町村での事前検討の結果として）自治体間で異なっており、それに基づく実際の対応行動も自治体間で異なる可能性があることを、臨時情報が発表された際の社会的状況に関する想定のなかに織り込んでおく必要があると思われる。このように考えたとき、南海トラフ地震臨時情報が実際に発表された場合の当座の社会的混乱を防止するために国レベルで重要と思われることは、自治体ごとに対応が異なるという事実について、その背景、理由も含めて、社会に重点的に伝えることではないかと考えられる。南海トラフ地震臨時情報に関する対応計画には一定の多様性が存在しているため、実際の自治体の対応行動にも多様性が生じることが見込まれる。日本における新型コロナウイルス感染症の流行初期の対応においては、特に流行が始まった2020年3月や4月ごろにおいて、県境をまたぐ移動の自粛要請や外出自粛要請といった対応行動が各都道府県レベルで別個に実施され、要請に従わない市民への、市民による攻撃的行為（「自粛警察」と呼称された）もみられるといった社会的混乱が生じた（松原　2021）。本稿は、南海トラフ地震臨時情報の発表時に「自粛警察」が出現すると論じようとするものではないものの、この例にも通じるように、自治体ごとの対応行動が様々であった場合、たとえば高齢者等避難の発令の有無が近隣の自治体間で異なっているといったような場合には、（臨時情報の場合は流行初期の新型コロナウイルス感染症対応とは異なって）実際は対応計画に基づいた対応行動であるにも関わらず、各自治体が場当たり的な対応行動をとって社会的混乱が生じている状況であるととらえられかねない。したがって、南海トラフ地震臨時情報に関する自治体の対応行動の多様性はあくまで各自治体において事前検討がなされたうえでの「自治体の対応計画に基づく多様性」であることを伝え、社会的混乱の防止を図ることが、国やマスメディアにとっての重要な役割となるのではないかと考えている。

なお、本研究の限界としては、対象とした全ての自治体からは回答が得られていないこと、自治体の対応計画に記載されている事項がそのまま臨時情報の発表時に自治体の対応行動として実行されるとは限らないこと、本調査の結果はあくまで自治体の担当者が著者らの調査票を解釈して回答した結果であり全ての対応計画の文面そのものを確認できているわけではないこと等が挙げられる。また、本研究の知見はあくまで調査実施時点のデータに基づいたものであり、現在対応計画を策定していない自治体が、今後新たに計画策定を行うことも想定できる。現在存在する対応計画も、今後の社会情勢の変化や訓練等を踏まえて改訂されていくことが見込まれる。現に、住民やマスメディア関係者を対象に臨時情報に関する訓練を行った既往研究（たとえば、大谷ら（2022）や岡田ら（2022）、Sugiyama & Yamori(2022)など）も存在しており、今後、これらを通じて得られた知見も踏まえながら対応計画が改善されていくと思われる。以上を踏まえつつ、今後も継続的に社会全体として南海トラフ地震臨時情報に関する対応を検討し改善を図っていくことが必要であると考えている。

謝辞：調査にご協力いただきました自治体の皆様に厚く御礼申し上げます。なお、本研究は米日財団ならびにJSPS外国人研究者招へい事業（長期）の助成を受けています。

参照文献

愛知県防災安全局（2020）南海トラフ地震臨時情報発表時における防災対応の内「巨大地震警戒時の事前避難」の検討手引き, https://www.pref.aichi.jp/uploaded/life/343988_1399115_misc.pdf.（参照年月日：2023.6.26）

岐阜県（2020）南海トラフ地震臨時情報発表時の防災対応指針, https://www.pref.gifu.lg.jp/uploaded/attachment/280508.pdf.（参照年月日：2023.4.30）

Goltz, J. D., Yamori, K., Shiroshita, H., Sugiyama, T., Matsubara, Y., & Nakayachi, K. (2023) *Operational Earthquake Forecasting in Japan: A Study of Municipal Government Planning for an Earthquake Advisory or Warning in the Nankai Region* (A Report to the US-Japan Foundation and the Japan Society for the Promotion of Science).

Hirano, K., Fukushima, Y., Maruya, H., Kido, M., & Sugiura, M. (2023) The Anticipated Nankai Trough Earthquake and Tsunami in Japan: Determinant Factors of Residents' Pre-Event

Evacuation Intentions, *Journal of Disaster Research*, 18(3), pp.233-245.

香川県危機管理総局危機管理課（2021）南海トラフ地震臨時情報発表時の香川県内における防災対応方針（令和３年５月一部改定）, https://www.pref.kagawa.lg.jp/documents/3824/taiouhoushin.pdf.（参照年月日：2023.5.27）

気象庁（2022）「北海道・三陸沖後発地震注意情報」について, https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/nceq/info_guide.html.（参照年月日：2023.4.30）

共同通信社（2022）南海トラフ臨時情報、理解進まず　7割超、139 市町村調査, https://nordot.app/936592042577133568.（参照年月日：2023.2.12）

松原悠（2021）新型コロナウイルス感染症の流行に伴う「自粛警察」についての一考察：言説空間の変容に注目して, 災害と共生, 5(1), pp.13-27.

内閣府（2022）南海トラフ地震防災対策推進基本計画の変更（令和元年５月）を踏まえた南海トラフ地震防災対策推進計画の変更状況等について（令和４年４月１日時点）, https://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/pdf/nankai_henkou_r404.pdf.（参照年月日：2023.5.27）

内閣府・気象庁（2019）リーフレット「南海トラフ地震　-その時の備え-」, https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/nteq/leaflet_nteq.pdf.（参照年月日：2023.6.5）

内閣府ホームページ(2014)「南海トラフ地震防災対策推進地域」及び「南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域」の指定基準について, https://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/pdf/nankaitrough_chizu.pdf.（参照年月日：2023.6.20）

内閣府（防災担当）（2021）南海トラフ地震の多様な発生形態に備えた防災対応検討ガイドライン【第１版】（令和３年５月一部改定）, https://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/pdf/honbun_guideline2.pdf.（参照年月日：2023.5.27）

南海トラフ沿いの異常な現象への防災対応検討ワーキンググループ（2018）南海トラフ沿いの異常な現象への防災対応のあり方について（報告）, https://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taio_wg/pdf/h301225honbun.pdf.（参照年月日：2023.5.27）

NHK（2022）「南海トラフ地震臨時情報」に関する自治体アンケート, https://www3.nhk.or.jp/news/special/saigai/select-news/20220307_01.html.（参照年月日：2023.2.12）

岡田恵実・高橋拓也・荒木裕子・新井伸夫・平山修久（2022）南海トラフ地震臨時情報を住民と一緒に考える勉強会の実践, 地域安全学会梗概集, 50, pp.237-240.

大谷竜・入江さやか・中鉢奈津子・福島洋・横田崇・堀高峰・橋本徹夫・林能成・隈本邦彦・岩田孝仁・谷原和憲・兵藤守・橋本学（2022）南海トラフ地震情報の報道における論点の抽出を目的としたワークショップの試み−「西半割れ」ケース−, 日本地震工学会論文集, 22(2), pp.2_88-2_108.

下山利浩・福山由朗・鈴木翔太・岩村公太（2021）南海トラフ地震臨時情報の提供開始, 験震時報, 85(2), pp.1-22.

静岡県危機管理部（2020）南海トラフ地震の多様な発生形態に備えた防災対応検討静岡県版ガイドライン, https://www.pref.shizuoka.jp/bosaikinkyu/sonae/earthquake/nankaitorafu/1035406.html.（参照年月日：2023.4.30）

消防庁（2019）南海トラフ地震防災対策推進計画作成例等の送付について（通知）, https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/190731_bousai_64.pdf.（参照年月日：2023.5.27）

Sugiyama, T., & Yamori, K. (2022) Analysis of Regional Response and Development of Disaster Prevention Teaching Materials for “Nankai Trough Earthquake Extra Information”, *Journal of Integrated Disaster Risk Management*, 12(1), pp.24-38.

徳島県（2018）徳島県南海トラフ沿いの異常な現象への防災対応方針, https://anshin.pref.tokushima.jp/docs/2020012300095/files/taiouhoushin.pdf.（参照年月日：2023.5.27）

徳島県教育委員会（2020）「南海トラフ地震臨時情報」発表時の学校における対応方針（令和２年３月一部改定）, https://anshin.pref.tokushima.jp/docs/2020012300095/files/gakkoutaiouhoushinR2.pdf.（参照年月日：2023.5.27）

安本真也・石濱陵・森野周・関谷直也（2020）「南海トラフ地震に関連する情報」に対する住民の反応, 災害情報, 18(1), pp.95-105.

（原稿受付 2023.6.30）
（登載決定 2023.11.10）

Diversity in Local Government Plans for Response to “Nankai Trough Earthquake Extra Information”

Yu MATSUBARA[1]・James D. GOLTZ[2]・Katsuya YAMORI[3]
・Hideyuki SHIROSHITA[4]・Takashi SUGIYAMA[5]・Kazuya NAKAYACHI[6]

[1]Data Science and AI Innovation Research Promotion Center, Shiga University
（yu-matsubara@biwako.shiga-u.ac.jp）
[2]Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University（jamesgoltz@gmail.com）
[3]Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University（yamori@drs.dpri.kyoto-u.ac.jp）
[4]Faculty of Social Safety Sciences, Kansai University（hideyuki@kansai-u.ac.jp）
[5]Faculty of Human-Environment Studies, Kyushu University（sugyiama.takashi.294@m.kyushu-u.ac.jp）
[6]Faculty of Psychology, Doshisha University（knakayac@mail.doshisha.ac.jp）

ABSTRACT

In 2019, the Japanese government revised the Basic Plan to Promote Nankai Trough Earthquake Measures by adding a special alerting component. Local governments in the Nankai region are now formulating plans to respond to “Nankai Trough Earthquake Extra Information” meaning that seismic activity has increased the short-term probability of a large possibly tsunami-genic earthquake. In this study, we will reveal the current status of local governments planning. We conducted a survey of all municipalities designated as high hazard areas (29 prefectures and 707 municipalities) asking whether they have response plans and their contents. The results showed that the response plans varied from municipality to municipality in terms of numbers of response actions included in the plan, and that items related to evacuation tended to be included more in municipalities in the designated tsunami high hazard areas, and that the setting of “proactive evacuation area” was devised in accordance with regional characteristics such as lowland area or mountainous area etc. In addition, municipalities in the designated tsunami high hazard areas tend to issue "evacuation of vulnerable people" only in the case of either the Nankai Trough Earthquake Extra Information (Megathrust Earthquake Alert; also translated as Major Earthquake Warning) or the Nankai Trough Earthquake Extra Information (Megathrust Earthquake Attention; also translated as Major Earthquake Advisory). These findings on the diversity of response plans are important for increasing visibility and transparency and reducing uncertainty in people’s expectations of local government response actions. Since some people may view the diversity of response actions as disorder and lack of a uniform response, the national government and mass media should play a role in publicizing that the diversity must be seen as reflecting the diverse conditions and unique issues that prevail at the local level.

Keywords *: Nankai Trough Earthquake Extra Information (an Earthquake Special Early Warning Information in the Nankai Trough), Local Government, Response Plan*

災害ハザード教育支援のための AR 避難シミュレータアプリの開発と評価に関する基礎研究

― 宗像大島をケーススタディに ―

中野弘樹[1]・阪田弘一[2]・村本真[3]

[1]大和ハウス工業株式会社 技術統括本部建設 DX 推進部（m00467383@daiwahouse.jp）
[2]京都工芸繊維大学 デザイン・建築学系（skt@kit.ac.jp）
[3]京都工芸繊維大学 デザイン・建築学系（muramoto@kit.ac.jp）

和文要約

本研究は、既往研究では開発されてこなかった防災教育ツールとして、3D 都市データ化が遅れている離島内の広範囲を扱う AR コンテンツの開発及び評価実験を行うことで、AR による現実世界での災害リスク対処の疑似体験が災害リスクの内容理解に与える影響やその有用性を明らかにすることを目的としている。その背景には、正常性バイアスの問題、xR 技術を用いた防災教育ツールの開発可能性、都市 3D マップサービスに頼らない、地方での簡便な開発プロセスの検討が必要とされている点が挙げられる。

本研究において、xR 技術と既往研究について整理した知見を踏まえ、AR アプリ開発とその評価実験を行った結果、大規模範囲を扱う AR コンテンツの開発の可能性、そして開発アプリには正常性バイアスの是正に効果があるなどの有用性が示唆された。今後の展望として、より多くの被験者での効果検証が必要であると共に、安定的な運用に課題はあるものの、避難行動分析への活用可能性や、没入型 AR デバイスを用いた限りなく現実に近い疑似避難体験の提供可能性が期待される。

キーワード：AR、ハザードマップ、特徴点位置合わせ、災害教育ツール、避難シミュレータ

1．はじめに

（1）研究の背景と目的

自然災害による被害を最小限に留めるには、災害発生時の適切な避難行動が求められる。そのために予測されている災害リスクを正しく理解しておくことがまずは必要である。さらには、正常性バイアスを排し、我々の想定を超える災害が発生する可能性にも配慮しておくことも重要となろう。

事前の災害リスク理解を支援する防災教育ツールの開発はその一助となる。近年ではデジタル技術が急速に進化しており、防災教育ツール開発に関しても xR 技術を利用したものの発展がめざましく、中でも一人称視点で災害を疑似体験できるツールは防災学習に効果が高いものとして期待されている。また、開発を促進するための環境として、国土交通省が牽引する PLATEU[1)]など、3D 形状の都市モデルの整備が目覚ましく、その活用法に関する研究が進められているが、一方で 3D データ化に地域格差が発生している課題がある。3D データ化が遅れている地域として、過疎化や高齢化が進む地方や離島が挙げられる。

齋藤(2018)は、防災教育の目的とデジタル支援ツールの組み合わせを概観したうえで、4 段階の目的（自然現象などのハザードを知る・地域のハザードを知る・リスク対処を検討する・リスク対処を疑似体験する）と 2 種のデジタル技術（位置情報に関するデジタルツール・現実感に関するデジタルツール）の組み合わせに整理されるとした。その組み合わせを図化し、本研究と関連する近年の AR 開発コンテンツの主たる試みを取り上げ、目的とツール種別、対象エリアの情報データ基盤整備特性[2)]の観点からプロットしたものが図-1 である。まず位置情報に関するデジタルツールと現実感に関するデジタルツールを複合的に活用したものに、東京大学生産技術研究所加藤孝明研究室(2014)、ウェザーニュース(2020)、四日市市防災情報 (2023) がある。これらは主として地域の

ハザードを知る領域に該当し、位置情報を用いたハザードマップ機能に加え、浸水高さを現実感のある CG を用いて表現した AR コンテンツだが、場所対応のモデルが必要な土砂災害等の CG は用いられていない。

次に、リスク対処の疑似体験領域に該当するものとして、上杉ら(2023)、板宮ら(2018) 、孫ら(2017) が挙げられる。上杉ら(2023)は、クイズ形式で該当箇所の災害リスクが学べる災害対応ゲームに該当し、地域のハザードを知ることからリスク対処の疑似体験までをカバーしているといえる。位置情報技術を活用した防災教育に加え、各端末の移動ログから閲覧状況の可視化も実現している。しかし、現実感のある CG は用いられていない。孫ら(2017)、板宮ら(2018)は防災訓練を目的としてツール開発を行っている。孫ら(2017)は位置情報技術を活用し、広範囲における津波避難の疑似体験を提供し、個別の避難履歴分析機能も実装されているが、現実感のある CG 表現はない。一方、板宮ら(2018)は現実感のある CG 表現を没入型デバイスで提供するが、建物内の火災や一律の浸水表現に留まっており、地域を通した広範囲での実装には至っていない。

また、田中ら(2020)による VR 開発事例はリスク対処の疑似体験領域に該当し、CG 表現により臨場感のある避難体験の提供に加え、行動履歴記録を用いて地下街全体を通した避難行動分析の活用可能性を示唆している。

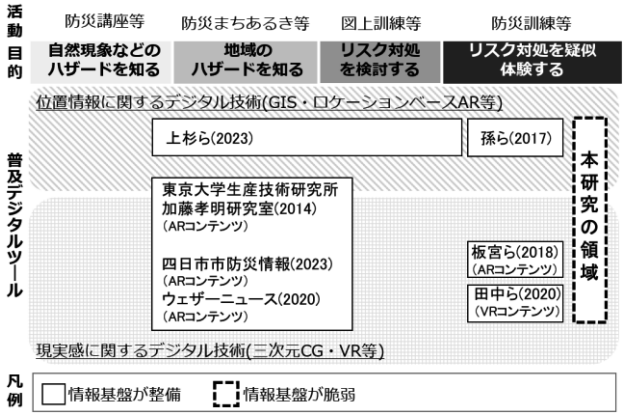


図-1 既往コンテンツの整理と本研究の位置づけ

しかし、利用技術の制約から、「リスク対処を疑似体験する」の領域における位置情報に関するデジタル技術と現実感に関するデジタルツールの両者を用い、田中ら(2020)と同様の効果をもたらしうる AR 防災教育ツール開発事例は見当たらない。加えて、これらの既往コンテンツの中に、3D 都市データ化などデジタルツールの開発に寄与する情報データ基盤が脆弱な地域での開発と活用を目的としたものはないこともわかる。以上より、情報データ基盤が脆弱な地域で広範囲における避難の疑似体験を提供する AR コンテンツは独自性があるといえる。

そこで、本研究は、既往研究では開発されてこなかった種類でかつ地域格差をカバーしうるものとして、さらに将来的には災害リスクの正しい理解に留まらず、正常性バイアスを排し、我々の想定を超える災害が発生する可能性への配慮を促す防災教育ツールへと展開できるようなシステムの開発の端緒として、まずフィールド各所で予想される災害リスクをその場で視覚的に疑似体験できる AR コンテンツの開発とその閲覧経験による正常性バイアスの是正を含む教育的効果の検証を目的とする。

（2）研究の対象と方法

研究対象は、福岡県宗像市大島（以下、大島）である。宗像市(2022)によれば、大島は、地震断層が存在し台風による風水害も頻発する島しょ地域である。災害時には孤立する危険性が高く、自助・共助が重要となるため、被災者主体による避難活動を支援する防災教育の必要性が指摘できる。そのための AR コンテンツの開発では、フィールドが小規模に収まることからツールの試作・実装が行いやすい。一方で、ツール開発に足る都市の 3D データサービスが遅れている地域であり、災害リスク管理の観点から、都市部と同程度のサービス [2]を簡便な工程で提供するツール開発が必要とされる。

研究方法の概要を表-1 に示す。まず、既存技術の整理と本研究での開発目標設定を行った後、AR コンテンツを開発する。3D データ化が未実施の地域でも、制作環境・費用・人工の観点から簡便に実装可能にするために、情報処理を専門としない個人が入手し扱えるスペックと価格の機器やソフトウェアを用い、実装者 1 人（建築系大学院生）、3 ヶ月（実働 40 日）で開発を行なった。また、開発工程は、再現性があり他地域でも展開可能となるよう配慮した。なお、閲覧デバイスは普及性を考慮し、スマートフォンとした。次いで、開発 AR アプリの評価実験を行い、GPS を用いた行動軌跡の収集とアンケート結果の分析を通して開発コンテンツの効果を検証する。

表-1 研究方法の概要

利用技術とｘRコンテンツの整理
既往研究とｘR技術で実現可能なコンテンツを整理し、本研究の位置付けを示す。
↓
スキャン・ARアプリ開発
3Dスキャンと ARアプリ開発を行う。開発工程や工夫点をまとめる。
↓
評価実験
大島学園の小中学生群と大島の社会人群で行った、評価実験とアンケート 調査の工程を示す。
↓
実験結果の考察
実験で得られた「 行動ログ」とアンケート 調査の前後比較から、本コンテンツが災害リスクの内容理解に及ぼす影響を考察する。
↓
開発技術のの課題と 今後の展望の考察
開発することで明らかとなった現状のAR技術の課題の洗い出しと 開発技術の活用可能性、社会実装に向けた課題等を考察する。

2．既存技術の整理と開発目標の設定

（1）三次元的ハザード表現に必要な情報の不足

三次元的に災害ハザードを表現する際に必要となる報とその課題は以下の大きく 3 つがある。

①　ハザード情報

一般性と簡便性の観点から、全国自治体が提供する典型的な二次元のハザードマップ及び地域防災計画に示さ

れる災害ハザード情報[3]を利用することを念頭に、AR コンテンツとして災害ハザードを表現する。一般的方法としては、ハザードマップに表現されたハザードの二次元的な範囲と高さ情報で災害オブジェクトの造形を、そして時間等の情報で津波到達や土砂災害、倒壊建物といった災害発生のタイミングをそれぞれ定義することとなる。

津波・水没等は水面高さと時間を調節するのみで表現できる。なお、津波は地域防災計画等の資料[3]から到達時刻を利用できる。一方で、土砂は一般的に勾配を持った複雑な三次元形状となるためハザードマップに掲載された二次元的な発生範囲のみの情報では制作が不可能である。土砂災害発生のタイミングや土砂の流量といった具体的な数値の記載も無く定義できない。地震時の家屋やブロック塀の倒壊などのハザードの発生も考えられるが、ハザードマップには震度情報のみが掲示されるに留まり、倒壊判定などの詳細な情報が不足している。

② 3D 都市モデル情報

ハザードモデルを作成する際、地形形状や建築物等の 3D モデルを参照する必要がある。しかし 3D 都市モデルがない対象地域では、自前で用意する必要がある[4]。

③ テクスチャ情報

AR で表現すべき災害には津波、土砂の他、構造物などが破壊されて発生する瓦礫などが挙げられる。AR での疑似的体験ではリアリティある表現が没入感ひいては防災教育効果を高めるうえで求められる。これらも①と同様に、公開資料のみでは情報が不足している。

（2）AR 位置合わせ技術に関わる課題

AR ではカメラ画像に重ねて描画するオブジェクトを呼び出した際に何と紐づけるかが重要となる。その基礎技術として、表-2 に示す 3 種類の手法が開発されている（大隈(2015)）。

表-2 AR 位置合わせ技術の比較

	① イメージ検出	②平面検出	③特徴点検出
対応関係	マーカー ↕ オブジェクト	カメラ画像(平面検出) ↕ オブジェクト	カメラ画像(特徴点) ↕ モデル空間(スキャンデータ) ↕ オブジェクト
概要	事前定義された画像等を用いたマーカー方式	連続したカメラ画像から平面を検出することによるマーカーレス方式	カメラ画像と３Dモデルの特徴点検出によるマーカーレス方式
長所	・開発が容易 ・開発事例が多い	・特定のマーカーを用意する必要がない ・開発事例が多い	・特定のマーカーを用意する必要がない ・特定のオブジェクトを呼び出し可能 ・連続的な位置合わせが可能
短所	・描画ずれが起こる ・オブジェクト毎にマーカーが必要	・特定のオブジェクトを呼び出し不可能	・3Dスキャンが必要 ・開発事例が少ない

これより、AR 避難シミュレータを①のイメージ検出で開発するなら、出現させる災害個数と同じだけマーカーを用意する必要があり、広範囲なフィールドでは実用性に欠けている。②の平面検出では、特定の場所に紐づけたオブジェクトを描画することができず、避難シミュレータが成立しない。そして、③特徴点検出は上記の課題を回避できると考えられる一方、広範囲に及ぶ開発事例は未だ報告されていない。

（3）閲覧デバイスに関わる課題

HoloLens[5]シリーズに代表される MR・AR グラスは高価で、対象地域では普及していない。加えて、描画照度が低く画角も狭いため、広範囲の野外利用には向かない。

また近年では、高性能化によりスマートフォンでも AR アプリが動作可能になった。2018 年から Unity が提供する AR Foundation[6]により OS に左右されない統合的な開発環境が整ったことから、今後スマートフォン向けの高度で多様な開発が期待されている（多田(2021)）。

（4）開発の方向性

開発の方向性を表-3 に示す。本研究では、3D データ化が未実施の地域でも簡便に実装可能にするために、個人で扱える範囲の機器やソフトウェアを用いた開発方法を模索する。また、汎用的なゲームエンジンで開発し、データの更新性とデバイス・OS 変更に対応できる汎用性を確保する。閲覧デバイスはスマートフォンを対象にする。

3D ハザード表現に必要な情報は、ハザードマップや地域防災計画の情報と、小林ら(2023)[7]の木造家屋の倒壊判定結果と三浦ら(2021)[8]の土砂の高さに関する研究成果を用いて、三次元的ハザード表現を可能な限り正確に作成する。AR 開発で利用するために自前で用意した 3D スキャンデータを地形形状等の参照モデルとし利用した。

また、テクスチャ表現として、土砂災害は最終的な状態をのみを表現することとし、津波には流れを表現するシェーダー付きマテリアル[9]を利用した。

AR 位置合わせ技術については特徴点検出を用いて紐づけを行うことで、連続的にオブジェクトを複数表現し、広範囲開発に関わる課題解決を試みる。

表-3 開発の方向性

既往研究の課題	本研究の試み	期待される結果
都市３Dデータ化の地方格差	→	**簡便にデータ化・ツール開発・運用できる**
Googleストリートビュー・PLATEU等非対応の地域に大きな格差	個人で扱える範囲の機器・ソフトウェアを利用して開発	格差の是正が図れる
AR型の避難シュミレータが実現していない	→	**AR型の避難シュミレータが実現**
技術的課題から任意のオブジェクトを連続的に描画できない	特徴点位置合わせ技術を用いるUnity + VuforiaSDKで開発	技術的課題や展望等が考察できる開発工程が公開できる
AR型の避難シュミレータの効果が分からない	→	**AR型の避難シュミレータの効果が分からない**
VR実装事例では効果がある可能性が示唆されている	開発コンテンツを利用し、評価実験を行う	効果を明らかにし、課題や展望等が考察できる

4．AR 避難シミュレータアプリの開発

（1）実装範囲

津波や土砂崩れ、建物倒壊などが複数地点で想定され、指定避難所も立地するエリアで、適切な災害時避難が大きな課題となる大島フェリーターミナル近傍の島唯一の住宅密集地約 850 m×800 m を実装範囲とした。（図-2）

（2）実装工程

実装工程を図-3、利用した機材とソフトウェアの一覧を表-4 に示す。事前に 3D スキャン、特徴点検出処理、災害ハザードモデルの作成を行った後、ゲームエンジン Unity[10]に AR 開発プラットフォーム Vuforia SDK[11]を組み合わせて実装することで、AR アプリが開発できる。なお、災害ハザードモデルは以下の通りに定義した。

津波は宗像市(2022) 地域防災計画に基づき 3 段階の高さ表現 [12]を行った。(図-4 左) 家屋の倒壊判定は小林ら(2023)の解析結果を援用し、全壊判定となった 3 棟を表現した。(図-4 中央) 土砂災害は、宗像市(2023)ハザードマップ情報から範囲を定義した。ここで、ハザードマップに加え公開されている国交省資料のみでは高さを定義できなかったため、がけ崩れ特別警戒区域は三浦ら(2021)の解析結果をもとに 1.2 m とした [8]。がけ崩れ警戒区域は参照できる先行研究が見当たらなかったことから、0.4 m と仮定 [13]し作成した。(図-4 右)

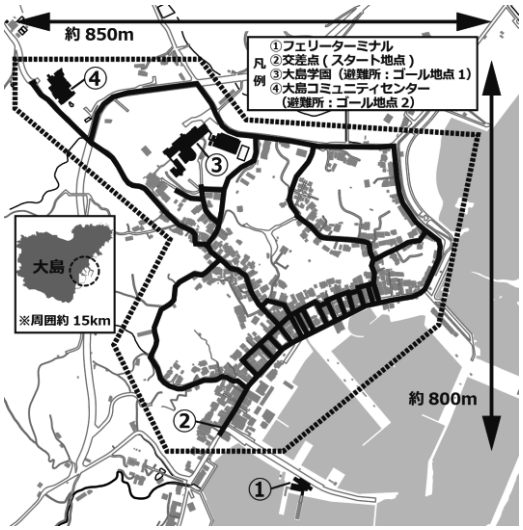


図-2 実装範囲と主要地点

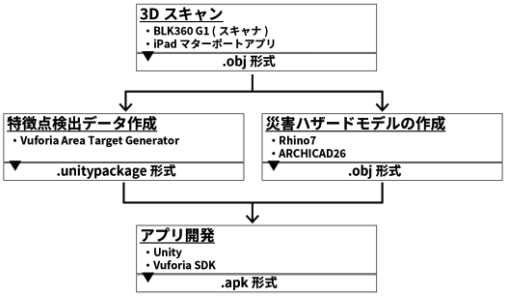


図-3 実装工程

表-4 利用機材とソフトウェア一覧

製品名	OS・バージョン	メーカー	カテゴリ・利用用途
BLK360 G1	2.1.1	Leica社	3Dスキャナ
iPad Air 4	iPadOS 16.1.1	Apple社	スキャン用タブレット
Raytreck R7	windows10 21H2	ドスパラ社	開発・デバッグ用PC
galaxyS22/S21-5G	Android12/13	Samsung社	実験用スマホ
ソフトウェア名	**バージョン**	**メーカー**	
マターポート	5.41(iPad OS)	Matterport社	
Unity	2021.3.7f1	Unity Technologies社	
Vuforia SDK	10.11	PTC社	
Vuforia Area Target Generator	10.10.2	PTC社	
Rhino7	7.25.22326	Robert McNeel & Associates社	
ARCHICAD26	26.0.0	Graphisoft社	

図-4 津波（左）、倒壊家屋（中央）、土砂災害（右）

5．AR 避難シミュレータ実証実験とその効果検証

AR 避難シミュレータ実証実験とその効果検証調査に関する一連の工程を表-5 に示す。

表-5 評価実験の実施工程とアンケート内容

実施工程		
事前日	**手順１**	**事前アンケートの実施**
		1.防災リテラシー(災害理解力・いざという時の行動力・災害のわがごと意識)
		2.地理的把握力(予想される災害ハザード・利用避難経路の地図への描き込み)
		3.想定意識(起こり得る災害や被害の規模に関する想定)
実験日	**手順２**	**評価実験の実施**
		・十分に間隔をあけて、順番にスタート地点を出発。
		・要支援者役と被験者の安全管理を兼ねるスタッフと一緒に避難。
	手順３	**ゴール地点に到着後、事後アンケートを実施。**
		1.防災リテラシー(災害理解力・いざという時の行動力・災害のわがごと意識)
		2.地理的把握力(予想される災害ハザード・利用避難経路の地図への描き込み)
		3.想定意識(起こり得る災害や被害の規模に関する想定)
		4.評価アンケート(ARシミュレータの評価・意見・感想)

（1）実証実験の実施内容

実証実験には、島在住の方々に AR 避難シミュレータアプリを実装した疑似避難を行ってもらった。詳細を表-6 に示す。年齢層によるリスク対処の違いを比較するために、島民の中から小中学生 9 名と、社会人 5 名 [14]が参加した。

表-6 実証実験の参加者と避難想定

実施内容	
参加者	・大島学園の小中学生9名（6年生2名、7年生7名）
	・社会人5名（30～40歳2名、50～60歳１名、60歳～2名）
避難想定	・アンケート２のシチュエーションと同様の想定で避難を行う。
	・避難行動要支援者役は大学生スタッフが行う。

実験では、津波が発生する恐れのある地震発生直後、フェリーターミナルをスタート地点として、避難行動要支援者 [15]とともに、指定避難所である大島コミュニティセンターと大島学園のいずれかへ避難してもらう想定とした。そのため、段差が無く舗装されている道路のみを利用することを制約条件とした。(図-2) 小中学生は、十分に間隔を開けて実施した。なお、他の被験者と遭遇することがあってもスマホ画面に映った CG をもとに、あくまで自分の意志で判断を行うよう説明を行った上で実施した。社会人は別日に完全個別で実施した。閲覧機材は自撮り棒に装着したスマートフォン [16]とした。(図-5)

図-5 評価実験の様子

（2）効果検証のためのアンケート調査内容

実験前には属性による災害リテラシーの違いを確認する。次に、評価実験の前後で、避難に利用する経路の変化、災害に対する意識の変化を比較する。以上を目的とし、「アンケート１・２・３」を実験前後で行った。また、実験後に「アンケート４」を行い、被験者にシミュレータの評価や、意見を得ることとした。

①　「災害リテラシーに関するアンケート」

本調査は、松川ら(2021)で実施された防災リテラシー

の評価方法を参考[17]に、質問内容及び尺度を作成した。全設問を表-7 に示す。「災害を理解する能力」「いざという時の行動を行う能力」の 2 種を測定する調査である。回答は 1「全く○○できない」から 4「よく○○できる」の 4 尺度とした。

表-7　災害リテラシーに関するアンケート（設問内容一覧）

アンケート1 設問内容	
（1）災害を理解する能力	
1	地震が起こると、多くの建物が倒れるおそれがある地区がどこか知っている。
2	被災したとき、宗像市や役場からどんな支援が受けられるかを知っている。
3	被災したとき、宗像市や役場からどんな支援が受けられるかを知っている。
4	わたしの住んでいる地域で過去にどのような災害が起こったか知っている。
5	地震・津波や洪水について十分な知識を持っている。
6	わたしの住んでいる家がどのくらいの大きな地震に耐えられるか知っている。
（2）いざという時の行動をおこなう能力	
1	災害時、避難するかしないかの判断が適切にできる。
2	災害時、まわりの人が避難していなくても、自分の判断で避難するかしないか決められる。
3	地震が起こったとき、命を守る行動を、とっさにとれる。
4	災害が発生したとき、スムーズに避難できる。
5	災害時には、まずは、自分の身の安全は自分で守るべきだと思う。

②　「災害に関する地理的把握アンケート」

シミュレータ実験の前後で災害ハザード位置の理解と、利用したい避難経路の変化を測定する調査である。全設問を表-8 に示す。まず、被災のシチュエーションを説明、次に実験を行う範囲内で津波、家屋の倒壊、がけ崩れを赤丸で囲んでもらい、最後に被験者が予測したハザードから総合的に判断して指定避難所 2 か所それぞれに避難する際の経路をなぞってもらう。

表-8　災害に関する地理的把握アンケート（設問内容一覧）

アンケート2 設問内容	
（1）シチュエーションの説明	
	あなたが大島港フェリーターミナルにいるときに、地震が起きました。きたる津波に備えて、居合わせた要支援者を連れて高台の避難所に逃げなければいけません。地震に伴い、津波に加えて家屋の倒壊とがけ崩れの発生が考えられます。あなたは、危険な箇所を避けながら避難所を目指す必要があります。
（2）質問	
地図上の黒枠の範囲内を対象に描き込んで回答してください。	
1	避難に使うと危険だと思う箇所を赤丸で囲んでください。
2	赤丸の場所にはどんな危険が考えられるかを、数字で書いてください。 （①津波　②家屋の倒壊　③がけ崩れ）
3	あなたが大島学園に避難する際、避難経路に利用したいと思う道路を青色の矢印でなぞってください。
4	あなたがコミュニティセンターに避難する際、避難経路に利用したいと思う道路を緑色の矢印でなぞってください。

③「災害に関する想定意識アンケート」

羽鳥(2016)[18]で実施された想定意識、メタ想定意識の評価方法を参考に、質問及び尺度を作成した。全設問を表-9 に示す。正常性バイアスの回避に必要な、想定外の災害に対する危機意識を測定するための調査である。

土砂や津波災害に関連する事象として、1)人的被害、2)住宅被害、3)ライフライン施設被害、4)土木建造物被害 5)津波による最大浸水深さ、6)津波による浸水範囲の 6 つを採り上げ、それぞれの事象に対する被験者の想定意識及びメタ想定意識を測定する。各項目においてまず想定される被害の程度を回答してもらった後、想定した被害を超える可能性を評価してもらう形式で、前者は想定意識、後者はメタ想定意識を測る指標に相当する。1)人的被害を例に挙げると想定意識を測る設問では 1「ほとんど被害を受けない」から 4「ほとんど被害を受ける」の 4 尺度で、メタ想定意識を測る設問においても 1「全くあり得ない」から 4「非常にあり得る」の 4 尺度とした。

表-9　災害に関する想定意識アンケート（設問内容一覧）

アンケート3 設問内容	
（1）人的被害について	
1	地震・津波災害がおこったとき、大島診療所のある地域では、どのくらいの人が被害を受けると思いますか。
2	質問 1 で答えたあなたの予想よりも、もしかしたら、さらに多くの人が被害を受ける可能性はあると思いますか。
（2）住宅被害について	
1	地震・津波災害がおこったとき、大島診療所のある地域では、どのくらいの住宅が倒れると思いますか。
2	質問 1 で答えたあなたの予想よりも、もしかしたら、さらに多くの住宅が倒れる可能性はあると思いますか。
（3）ライフライン施設被害について	
1	地震・津波災害がおこったとき、大島診療所のある地域では、水道や電気などを送るライフライン施設は、どの程度の被害を受けると思いますか。
2	質問 1 で答えたあなたの予想よりも、もしかしたら、さらに大きな被害を受ける可能性はあると思いますか。
（4）土木建造物被害について	
1	地震・津波災害がおこったとき、大島診療所のある地域では、道路や橋などの土木建造物は、どの程度の被害を受けると思いますか。
2	質問 1 で答えたあなたの予想よりも、もしかしたら、さらに大きな被害を受ける可能性はあると思いますか。
（5）津波による最大浸水想定について	
1	津波が発生したときに大島診療所のある地域では、地面からどの程度の深さで浸水すると思いますか。
2	質問 1 で答えたあなたの予想よりも、もしかしたら、さらに深く浸水する可能性はあると思いますか。
（6）津波による浸水範囲想定について	
1	津波が発生したときに大島診療所のある地域では、どのくらいの建物が浸水すると思いますか。
2	質問 1 で答えたあなたの予想よりも、もしかしたら、さらに多くの建物が浸水する可能性があると思いますか。

③　「AR シミュレータに関する評価アンケート」

本シミュレータの主観的な数値評価と災害のわがごと意識を測定するための 4 尺度での数値評価を板宮(2018)と秦ら(2015)を参考に作成した。全設問を表-10 に示す。なお、本シミュレータの情報量や表現方法が適切か否か、また被験者が評価実験に取り組む際に着目した事項を確認するため記述式の設問を独自に作成した。

表-10　評価アンケート（設問内容一覧）

アンケート4 設問内容	
（1）避難シュミレータの4段階評価	
1	ARシミュレータを体験して、危機感を感じましたか。
2	ARシミュレータを体験して、被害がイメージできましたか。
3	ARシミュレータを体験して学んだことを、家族に教えてあげたいと思いましたか。
4	ARシミュレータを体験して、災害に備える行動を起こそうと思いましたか。
（2）シュミレータの表現方法に関する意見（記述式）	
ARシミュレータを用いた避難体験に取り組む際、どのような情報に注目しましたか。また、情報の量や表現の仕方は適切であったと思いますか。	
1	注目した情報について (例えば、被害の種類・津波の高さや土砂の量・範囲・災害があとどれくらい続いているのか…)
2	被害情報の量や表現方法について (例えば、被害の表し方、津波と土砂の重なり方…)
（3）避難経路選択に手がかりにしたこと・役立ったこと（記述式）	
1	「2. 災害に関する地理的把握アンケート」に回答する際、ARシミュレータのどのような体験を手がかりにしましたか。回答に役立ったことはありましたか。
（4）感想（記述式）	
1	良かった点や不満に感じた点、予想外だった点など自由にお答えください

6．実験結果の分析・考察

（1）防災リテラシー調査結果の概要

まず、災害に対するリテラシーの自己評価に関して、属

性による違いの有無を確認する。表-7 に示した「災害を理解する能力」「いざという時の行動を行う能力」の因子ごとに集約・集計した平均値を図-6 に、各設問の平均値を図-7 に示す。全体では、「いざという時の行動を行う能力」に関する設問で高い値を示す傾向にあり、属性別では社会人の方が防災リテラシーの自己評価が高いこと、特に Q2-3 の設問で差が大きいことが分かる。これより、以下の実験の効果に関する考察では属性差にも着目しながら進める。

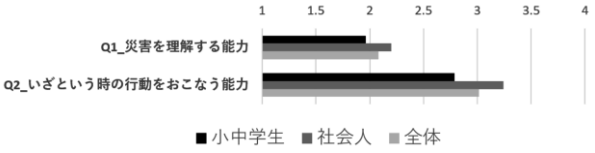


図-6　災害リテラシーアンケート結果（全設問毎の平均値）

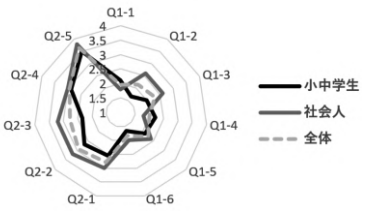


図-7　年齢 2 属性での災害リテラシー比較（因子毎の平均値）

（2）実証実験結果の概要

被験者の想定利用経路は主たる街路と地形から図-8 の通り、大きく山側経路・中央経路・東側経路・海側経路の 4 つの選択肢[19]が考えられる。

実際の被験者全員の行動軌跡と災害の位置関係を図-10 に示す。まず、開始 3 分で津波が島に到達したことから海沿いの経路の利用を避け、集落内に避難する行動が多数見られた。次に土砂 4・5 などに遭遇し、土砂の中を通過する者と引き返す者とが見られた。前者はその後スムーズにゴールした。一方、後者は引き返した先で水位が上昇した津波に遭遇、さらに経路変更を複数回行い、もと来た道へ戻る、別の経路を利用するなどしながらゴールした。なお、全員が大島学園にゴールしている[20]。

引き返し行動の有無は、災害に関わる自身の想定への懐疑、ひいては実験効果に関する調査結果への何らかの影響が考えられるため、実証実験の行動軌跡から、引き返す行動を表-11 のように行う者と行わない者に分類したうえで、引き返しの有無と最終的な利用経路の組み合わせから、図 9 に示す 4 種類の行動類型に分類し、効果に関する調査結果との関係を見ることとする。なお、各行動類型の特徴は以下の通りである。

表-11　引き返し行動の有無（全員）

引き返し	あり	なし
小中学生	6	3
社会人	3	2
合計	**9**	**5**

類型 1（小中学生 3 名・社会人 1 名）は、引き返しなしで中央経路を利用する。まず、スタート地点から海側を歩行中に津波に遭遇し中央経路に入る。その後、土砂 5 に遭遇するが通過を判断し、そのままゴールしている。

類型 2（小中学生 4 名・社会人 1 名）は、中央経路を引き返した後に再度中央経路を利用している。この類型では類型 1 と同様に中央経路に入るが、その後土砂 5 に遭遇し、一旦引き返す。その後再び津波と土砂 4 に遭遇し、引き返す判断をする。結果、もと来た中央経路に戻り土砂 5 を通過しゴールする。

類型 3（小中学生 1 名・社会人 1 名[21]）は、山側経路を引き返した後に中央経路を利用したパターンである。

図-8　利用経路の分類と呼称名の定義

図-9　行動類型の分類

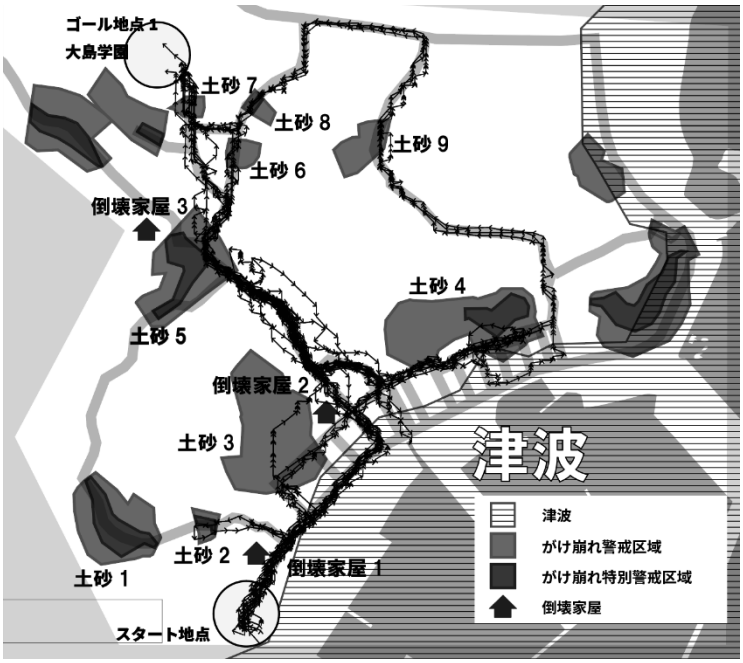


図-10　行動軌跡と災害の位置関係

まず、津波に遭遇する前に山側経路に入るが、その後土砂 1 や 2 に遭遇し引き返す。海側経路に戻ると津波が到達しており、速やかに中央経路に入る。その後土砂 5 に遭遇し、通過を判断しそのままゴールする。

類型 4（小中学生 1 名・社会人 2 名）は、中央経路を引き返した後に東側経路を利用したパターンである。この類型では類型 1 と同様に中央経路に入るが、その後土砂 5 に遭遇し、一旦引き返す。その後再び津波と土砂 4 に遭遇し、通過して東側経路に入る。その後土砂 9、土砂 8 に遭遇するもそのまま通過し、ゴールする。

（3）アプリ動作状況の調査結果

実証実験時に画面録画した動画データを用いてアプリ動作状況の調査を行った。図-11 に AR 避難シミュレータアプリが各ハザードポイントの特徴点を端末で認識し、3D モデルが正しく表示された割合（描画率）を示す。

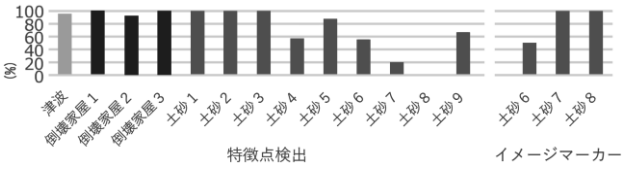


図-11　端末で 3D モデルが正しく描画された割合

これより、津波、倒壊家屋 1～3、土砂 1～3 は 90%以上正しく描画されたことがわかる。土砂 5 は 87.5%でこれらに次ぎ、土砂 4 は 57%、土砂 9 は 66%、土砂 6 は 56%、土砂 7・8 は 20%以下であった。描画率を左右する要因として各ハザードが該当するエリアの空間特性が考えられる。津波、倒壊家屋 1～3、土砂 1~3・5 が該当するエリアは住居が多く、特徴点を拾いやすかったため描画率が上がったと考えられる。一方、同じ住戸が多いエリアに位置する土砂 4 の該当するエリアは細長い路地で、形状が影響して遠景に描画されることが多くなり、スキャナのスキャン精度により発生する誤差の影響を受け、近景の特徴点を拾っても遠景の描画がずれ正しく描画されていないように見えたものと推測される。スキャナの精度向上とゲームエンジン統合時に特徴点検出用 3D モデルの位置関係を正確に調整する必要が示唆される。

また、描画率の低い土砂 6～9 はどれも建物が少ないエリアに該当しており、経路の片側に建物がある土砂 6・9 よりも建物が無い土砂 7・8 で低い結果となった。このことから、緑地でも特徴点検出が行えるような内部的な処理方法の一新が必要であろう。

なお、特徴点となりそうな建物が少ない土砂 6・7・8 では、三角コーンを用いたイメージマーカーを併用していた。描画率は図-11 より、土砂 6 で 50%、土砂 7・8 で 100%となった。土砂 6 だけ描画率が下がった原因は直射日光にあると考えられる。カメラをかざしても反応しなかったシーンでは必ず直射日光が強く当たっており、目視でもコーンの色が変わることが確認された。将来はなるべくイメージマーカーは用いず、特徴点検出のみで CG を描画していく方針で開発を進める必要があろう。

（4）各事前・事後アンケート調査結果の概要

① 地理的把握についての調査結果

表-12 に事前および事後の想定経路の関係を示す。全体の傾向として、事前アンケートではほぼ全員が街中の経路を選択した。中央経路が 9 名、山側経路が 3 名であり、東側経路と海側経路はそれぞれ 1 名ずつとなった。津波を速やかに回避するために、遠回りになる東側経路や、危険が大きい海側経路を避けたと考えられる。

実証実験の前後で、14 名中 8 名に想定避難経路の変化が見られたことは注目される。事後アンケート結果から、10 名が最終的に利用したい経路として中央経路を回答しており、津波に遭遇したことが原因と考えられる。ヒアリング結果からも、「津波が思ったよりも早く来た」というコメントが散見されたことから、想定外の早さが経路変更を促したことがうかがえる。なお、詳しい経路選択変化の考察は、（6）①で行うこととする。

表-12　利用経路の変化（全体）

事前		事後	人数	ヒアリング結果（抜粋）
中央経路	→	**中央経路**	6	津波は間に合わない。土砂5 は比較的安全。
中央経路	→	**東側経路**	2	津波を 避けるために利用し たい。土砂4 は通れる。
中央経路	→	**海側経路**	1	素早く 逃げれば土砂より 安全。引き 返さず 逃げる。
山側経路	→	**中央経路**	2	土砂1・ 2 は通れないが、土砂5 は通れる高さ。
山側経路	→	**海側経路**	1	想定より 土砂がひどいので、津波が来る前に逃げる。
東側経路	→	**中央経路**	1	土砂5 の端は通れる高さ。
海側経路	→	**中央経路**	1	津波が来る前に、最短距離で逃げる。

次に、被験者が閲覧した災害ハザードの定着率[22]を行動ログと事後アンケートから集計したものを図-12 に示す。津波は 90%以上の書き込みがあった。倒壊家屋と土砂は、ゴール地点に近い位置のものほど高くなる傾向が見られた。スタート地点からゴール地点まで、平常時でも徒歩 10 分程度かかることと、一人称視点で順に災害ハザードに遭遇していく AR アプリの閲覧特性から、津波のような広範囲に渡り存在しインパクトが大きな災害ハザードを除き、時系列前半にあたるスタート地点に近い土砂や倒壊家屋のハザードの定着率が相対的に低くなったと考えられる。なお、土砂 6～土砂 8 が他の土砂と比較して定着率が低いが、この 3 つは（3）でも述べた通り、建物が少なく草木が多いことから描画率が低かったハザードであることが原因であると考えられる。しかし、それ以外にも定着率の低いハザードが散見されることから、一度の閲覧で完璧に災害ハザードの位置を記憶することは難しく、表現のクオリティを向上させることなど、定着率を挙げるための工夫が必要であろう。

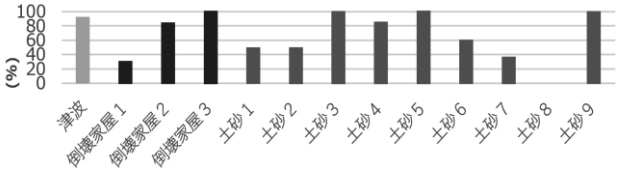


図-12　閲覧した災害ハザードの定着率

② 想定意識についての調査結果

被験者全体の想定・メタ想定意識[18]における平均の前後変化を表-13 に示す。想定意識は住宅被害と土木建造物被害を除き、メタ想定意識はライフライン施設被害を除き向上しており、本シミュレータアプリの有用性が示唆された。なお、住宅被害と土木建造物被害で想定意識が下がった理由は、制作した災害ハザードの種類不足[23]が原因であると考えられる。

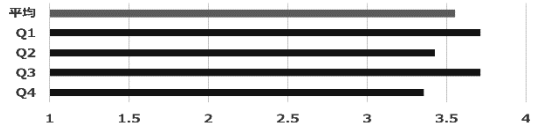
表-13 想定意識とメタ想定意識の平均値の前後変化（全体）

	想定意識			メタ想定意識		
	事前		事後	事前		事後
1．人的被害	3.21	<	3.50	3.29	<	3.71
2．住宅被害	**3.07**	**>**	**2.86**	3.14	<	3.21
3．ライフライン施設被害	2.92	<	3.07	3.29	=	3.29
4．土木建造物被害	**3.00**	**>**	**2.92**	3.07	<	3.36
5．津波最大浸水深	2.36	<	2.57	3.14	<	3.21
6．津波浸水範囲	2.93	<	3.36	3.21	<	3.36

（５）実証実験後の評価アンケート結果の概要

図-13 に AR 避難シミュレータに関する評価アンケート（表-10）「（１）シミュレータの４段階評価」の結果を示す。各設問は、シミュレータによって被害がイメージできたか及び災害のわがこと化に役立ったかを主観的に評価してもらうものとして設定した。これより全設問の平均値は 3.55 と高く、Q１・Q2 から危機感や被害のイメージのしやすさ、Q3・Q4 から災害をわがこととして考えるきっかけとなる可能性が示唆された。

次に、表-14 に記述式の設問の主な回答を示す。これより、災害の量や範囲に加えて、奥行方向の情報や時間的な情報に着目していることが分かる。また、水面や土砂面の中を表現すべきという意見があった。感想記述欄では、「想定外」「想像を超える」という言葉が散見されたことから、ここでも災害想定に対する新たな気づき・学びを自覚させる機会を提供できる可能性が示唆された。



設問	内容
1	ARシミュレータを体験して、危機感を感じましたか。
2	ARシミュレータを体験して、被害がイメージできましたか。
3	ARシミュレータを体験して学んだことを、家族に教えてあげたいと思いましたか。
4	ARシミュレータを体験して、災害に備える行動を起こそうと思いましたか。

図-13 評価アンケートの設問内容と結果

表-14 評価アンケートの感想・自由記述欄の抜粋

注目した情報について

津波の高さや土砂の量（８件）
津波到達の早さ（２件）
被害の場所と範囲・どこまで続いているか（３件）
通行できる道の確認（２件）

被害情報の量や表現方法について

どこが被害を受けるのか分かりやすかった。（２件）
リアルで分かりやすかった。
土砂の範囲や量が分かりやすかった。
津波や土砂の内部を表現した方がいい。（２件）
実際の家屋倒壊数はもっと多いと思う。（３件）
実際の土砂の量はもっと少ないと思う。
津波到達時間は実際にはもっと遅いと思う。

被害情報の量や表現方法について

津波の到達時刻が思ったより早かった。
津波が想像以上に高かった、予想を超えていた。（２件）
自分が通ろうと思っていた道が全部通れなくて予想外だった。
ARを体験して、予想していたことと違ったという発見をすることができた。
被害の量が予想外だった・想定を超えていた。
津波だけでなく土砂も恐ろしいことが分かった。
考えるだけではイメージしにくい被害がARシミュレーションで見れて良かった。

（６）実証実験と事前～事後調査結果との関係

以上より、測定された避難行動と防災意識との関係、及び防災意識の変化に関係があることが示唆されたため、年齢によるリテラシーの差と、実証実験における引き返しの有無・行動類型[21]に着眼し、アンケート結果の前後変化の関係を考察する。

① 避難行動類型と避難行動想定の変化

行動類型と最終経路判断の関係を図-14 に示す。まず、事前アンケートの回答と行動類型の関係に関して、ほぼ全員が序盤は回答通りの経路選択を試みたが、津波第一波到達後やむを得ず中央経路や東側経路に経路変更する判断が見られた。そのため、事前回答は同じでも、異なった行動類型[21]に分類される結果となった。

また、最終選択経路に関して、類型１は中央経路を利用すると記述したが、類型２・３は中央経路と海側経路、類型４は東側経路と中央経路に回答が分かれた。類型２・３の被験者は、２回以上土砂を閲覧し引き返していることや、ヒアリング結果（表-12）の「想定より土砂がひどいので、津波が来る前に逃げる。」という回答から、津波より土砂災害に大きな危機感を抱いた可能性が示唆される。

このことから、教育方法に関して、シミュレータ体験後に再度アプリを利用して全ての災害ハザードを閲覧させ、被験者が客観的に災害ハザードの危険度を理解できるようにするなどのオペレーション上の工夫を、またコンテンツ制作に関しても、土砂にもシェーダー付きマテリアル[9]を適用する等、3DCG における質感の見せ方を追加検討する必要があると考えられる。

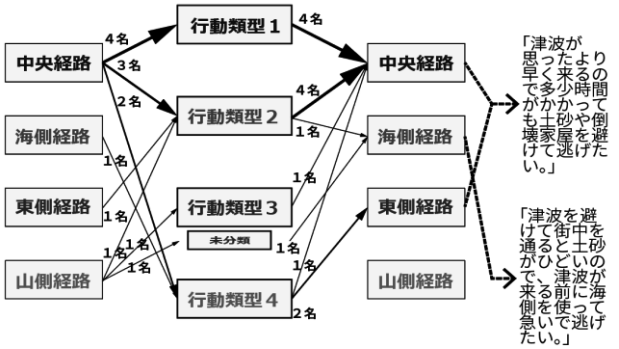


図-14 行動類型と最終経路判断の関係、利用経路の変化者数

③ 避難行動類型と想定意識の変化

図-15 に行動類型別の津波に関する事前の想定意識を、図-16 に行動類型別の想定意識とメタ想定意識の前後変化を示す。図-15 より行動類型[21]によって想定意識の平均値に差があることがわかる。引き返しを行わない類型１は、事前アンケートの津波に関する想定・メタ想定意識が高い傾向があった。

また引き返しを行った類型１・４の前後変化では、想

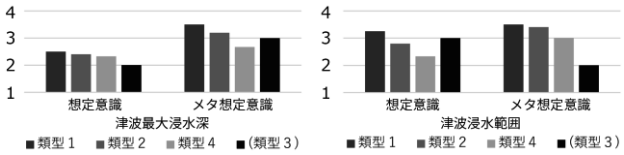


図-15 津波に関する想定意識の行動類型による比較（事前）

定・メタ想定意識が向上する項目が多数みられた。

これら結果から、想定を超える災害に遭遇し引き返す行動を伴いながら災害ハザードを多く閲覧するほど、想定・メタ想定意識が改善される可能性が示唆され、想定外の事態を疑似体験させ防災教育効果を高めるためには、災害予測結果のうち最も危険とされるものを用いて災害オブジェクトを制作することが望ましいと考えられる。

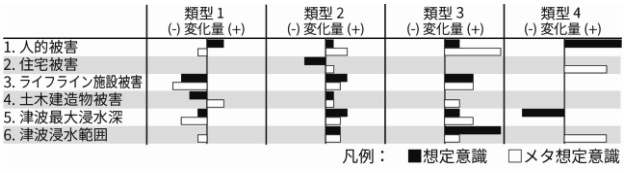


図-16 行動類型による、想定意識とメタ想定意識の前後変化

④ 属性別の避難行動類型と想定意識の変化

属性および引き返しの有無別で想定意識を前後比較したものが図-17 である。これより、引き返し行動があった群では、両属性ともほぼすべての項目で想定・メタ想定意識が上昇していること、また、社会人の方が上昇値の高い傾向にあることがわかる。一方、引き返しが無かった群では、年齢による差が現れた。小学生群では多くの項目で想定・メタ想定意識が低下する傾向が見られたが、社会人群では微増という結果となった。小学生は災害に関する背景知識が少なく、手早く避難できたことを素直に受け止め、被害が想定を超えることはないと考えた可能性がある。このことから、若年層に対しては災害に関わる背景知識の乏しさを補う工夫の必要性が示唆される。

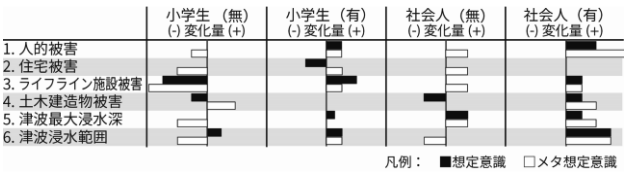


図-17 想定意識の引き返しの有無による前後比較

7．まとめ

本研究では、特徴点検出による位置合わせ技術を用いることで、3D 都市データ化が遅れている地域における避難教育のための、大規模範囲を扱う簡便な AR ツールを開発し、実証実験を通じてその有用性を探った。

その結果、適切な災害リテラシーや避難意識の獲得に関し、①実装実験被験者 14 名中 8 名に対し避難想定経路の見直しを促した、②実験で災害ハザードに遭遇した際に過半の被験者の引き返し行動を誘発し引き返し行動をとった中で特に社会人に対して正常性バイアスの低減効果がみられた、③閲覧特性から時系列の後半にあたるゴール地点に近いものほど災害ハザードの定着率が高くなる、などの知見を得た。各々の知見は想定の範囲内に留まっており、災害時の避難行動や避難教育を扱う既往研究群で示された成果を超えるものではないが、それ故に地方における避難教育のための簡便な AR ツール開発の試みとしては、一定の有用性を示せたと考える。感想記述欄では、「想定外」「想像を超える」という言葉が散見され、想定外の事態を体感させる可能性も示唆された。

しかし本研究の将来的な目標である、想定を超える災害が発生する可能性への配慮を促す効果をもたらすような AR ツール開発には多くのハードルがあるといえる。特に、有用性に個人差がみられることは問題であり、安定的かつ効果的な運用に向け、①特徴点検出による位置合わせに関して、建物が少ないエリアやスキャン時と異なる天候や時間の自己位置推定の精度にばらつきがあり不安定であること、②閲覧デバイスに関して、有用性の検証や適切なハザード表現を検討するために、VR ゴーグル・AR グラスといった複数のデバイスで比較検証を行う必要があること、③ハザード情報に関して、ブロック塀倒壊等の災害予測が不足し、避難阻害要因となるハザードの表現が行えないこと、といった課題解決が必要である。これら課題解決に加え、災害ハザードを完全没入型デバイスで閲覧できるようになれば、よりリアリティある疑似体験を提供でき、有用性の向上も期待される。

謝辞

アプリ開発時に技術指導を頂いた菰池拓真氏と KYOTO Design Lab の井上智博氏と石田航平氏、実測に協力頂いた田川直樹氏、スキャナや SDK の利用方法をご教授頂いた中村薫氏、そして大島の皆様に深く敬意を表します。なお本研究は、科学研究費 JP19H02314 基盤研究 B（研究代表者 阪田弘一）を受けて実施しました。

補注

1) PLATEU（参照年月日：2022.11.01）
https://www.mlit.go.jp/plateau/
2) AR 開発と関係の深いものとして、Google ストリートビューへの対応可否が挙げられ、これを基盤情報整備状況の基準とした。
3) 宗像市(2022)Web 版防災マップでは、地震災害の震度及びその範囲、津波・高潮・豪雨災害の浸水位及びその範囲、がけ崩れと土石流はそれぞれ警戒区域・特別警戒区域の該当範囲が図示される。また、宗像市(2022)地域防災計画では津波浸水位に加え、最速津波到達時間・最高津波到達時間等の時間情報が示される。
4) 例えば、吉永直人・阪田弘一・加藤滉太・村本真(2022)，ハザードマップの表現手法としての 3DCG モデルの開発と評価, -世界遺産群宗像大島を事例に-, 日本建築学会近畿支部研究報告集, 計画系, 第 62 号,p.97-100 が挙げられる。
5) Microsoft 社提供の AR・MR デバイスを指す。
6) AR Foundation（参照年月日：2022.11.01）
https://unity.com/ja/unity/features/arfoundation/

7) 建物の詳細が不明な木造建物群において、耐力のばらつき，建築年代、耐力壁種別を現地調査とこれまでの統計情報から考慮した地震応答解析により、地震時の建築挙動と被害度の可視化を行った研究。
8) 2 階建て木造住宅を対象として、土石流による倒壊危険度を建物の保有水平耐力と土石流せん断力の関係から評価し、土石流高さと被害の発生可能性について検討した研究。土石流高さ 0.7m 程度では倒壊の恐れはみられなかったが、1.2m 以上になると倒壊の可能性が高いことが示される。
9) シェーダーとは 3D オブジェクトが映し出されるときの陰影処理をするためのプログラムを指す。陰影処理と画像を組み合わせて揺らぎが表現できる。本研究では、River Auto Material を利用し、津波表現を行った。
10) Unity（参照年月日：2022.11.01）https://unity.com/ja
11) Vuforia SDK（参照年月日：2022.11.01）https://developer.vuforia.com/#
12) 宗像市(2022)地域防災計画より、第一波到達が 3 分、中間高さが 9 分、最高高さが 19 分となるよう設定した。高さは、宗像市(2023)Web 版防災マップから最大高さを定義し、それぞれ 30%ずつ上昇するようにした。
13) 三浦ら(2021)の結論をそのまま引用すれば 0.7 m となるが、小中学生が持つスマートフォンの高さが 1 m 程度であることを考慮すると必要以上に危機感を煽る可能性があり、「通り抜けられる」と被験者が判断する可能性を残す高さとして、がけ崩れ警戒区域の指定範囲の外周部分の高さが 0.4 m 程度になるよう定義した。
14) 30 代 2 名、50 代 1 名、60 代 1 名、70 代 1 名が参加した。各参加者のデジタルデバイスの日常的利用頻度は、スマートフォンを全員が毎日利用し、PC を 70 代の被験者以外の全員が毎日利用し、70 代の被験者は PC を利用していない。また、全員が VR ゴーグル等の没入型デバイスを利用していない。また、実証実験に差し支えるような障害を持っている被験者はいない。
15) 自ら避難することが困難で、円滑かつ迅速な避難の確保を図るため特に支援を要する者を指す。
16) 利用したスマートフォンは、168 g（ケースを付けると 200 g 程度）と重く、小学生や高齢者が目線レベルで手持ちし続けての閲覧が難しいと判断し、自撮り棒を利用して閲覧することとした。
17) 信頼性の高い防災リテラシー尺度を作成した研究。災害を理解する能力、いざという時に行動を行う能力、必要な備えを行う能力の 3 因子が適当としており、本研究では疑似避難の評価実験であることを考慮し、前 2 者を用いた。
18) 羽島(2016)は、起こり得る災害やその関連事象の想定を「想定意識」、自分の想定意識に限界や誤りが存在する可能性を省察する高次の意識を「メタ想定意識」としている。「メタ想定意識」の不足が、適切な情報収集や理解をせず、誤った被害想定に基づく危険な避難行動に陥る可能性に繋がる。本研究では、「メタ想定意識」を刺激して高め、想定を上書きさせるよう誘導する意識を「危機感」と定義する。
19) 大島は離島であるため選択できる経路が少なく、考えられるパターンは記述した 4 種のみとなる。
20) 大島コミュニティセンターより大島学園の方がスタート地点からの距離が近いことと、大島コミュニティセンターへの主たる経路（中央経路）で土砂 5、倒壊 3 を閲覧したことが理由だと考えられる。
21) 類型 3 に該当する 2 名のうち 1 名はゴールしていないため、6（6）①の経路選択理由の考察のみに利用した。また各図表に図示するに留め、分析からは除外している。
22) 「定着率」とは、被験者が評価実験時に遭遇した災害を行動軌跡や画面録画から抽出し、それらが事後アンケート 2 において危険と考える箇所として記載されているかを確認し、割合として算出したものを指す。
23) 制作した倒壊家屋が 3 棟のみであったことに加え、ブロック塀や石垣の倒壊表現は全く行えなかった。同様に、土木建造物の破壊・倒壊表現も行えていない。

参照文献

齋藤美絵子(2018)，災害リスクコミュニケーションのためのデジタルツールの効果に関する研究，岡山県立大学 博士論文, pp.1-22

上杉昌也・森山聡之・小山和孝・和田亨・新山悠紀・石本俊亮(2023)，地域防災のための防災教育に向けた位置情報ゲームアプリケーションの活用可能性，都市計画報告集, 22(2), pp.287-292

板宮朋基・吉村達之(2018)，複合現実による災害想定没入体験アプリ Disaster Scope の開発と避難訓練における活用，災害情報, 16 (2), pp.191-198

孫英英・矢守克也・鈴木進吾・李勇昕・杉山高志・千々和詩織・西野隆博・卜部兼慎(2017)，スマホ・アプリで津波避難の促進対策を考える：「逃げトレ」の開発と実装の試み，情報処理学会論文誌, 58(1), pp.205-214

東京大学生産技術研究所加藤孝明研究室(2014)，位置情報連動型防災マップアプリ「天サイ！まなぶくん」，平成 26 年版情報通信白書, pp.260

ウェザーニュース(2020)，浸水被害を疑似体験できる「AR 浸水シミュレータ」を公開，（参照年月日：2023.11.03），https://jp.weathernews.com/news/32399

四日市市防災情報 (2023)，四日市市 AR 防災学習アプリ『ARLook（あるっく）』を導入しました，(参照年月日:2023.11.03) https://bousai2.city.yokkaichi.mie.jp/hazard-map/hm-04/

田中俊成・朴聖經・水野雅之(2020), VR 避難シミュレーターの開発と被験者実験への適用に基づく改善策の検討～仮想地下街での火災避難における出口選択傾向の分析～，ライフサポート, Vol.32 , No.3, pp.90-96

大隈隆史(2015),AR(拡張現実)技術の基礎・発展・実践，科学情報出版, pp.13-51

多田 憲孝(2021),Unity AR Foundation による AR アプリ開発入門，インプレス R&D, pp.2, pp.146-174

小林奈々・村本真・阪田弘一(2023)，避難シミュレーション支援のための木造建物群の地震応答の可視化−世界遺産群宗像大島を事例に，日本建築学会近畿支部研究報告集・構造系，第 63 号, pp.97-100

三浦 弘之・白川 隼也(2021)，土石流高さに注目した数値解析に基づく木造家屋の倒壊危険度評価，地域安全学会論文集，No.39, pp.73-79

松川 杏寧・兪 瑋・佐藤 史弥・永松 伸吾・立木 茂雄(2021),構成概念妥当化パラダイムを用いた防災リテラシー尺度の開発，地域安全学会論文集, No.39, pp.375-382

羽島剛史(2016)，洪水災害想定に関わる認知バイアスと内省機会付加型ハザードマップの効果検証アンケート調査，土木学会論文集 D3, pp.231-247

秦康範・酒井厚・一瀬英史・石田浩一(2015)，児童生徒に対する実践的防災訓練の効果測定-緊急地震速報を活用した抜き打ち型訓練による検討-，地域安全学会論文集, No.26, pp.1-8

宗像市 Web 版防災マップ（参照年月日：2022.11.01），https://www.city.munakata.lg.jp/hazardmap/

宗像市(2022)，宗像市地域防災計画-総則, pp.28-44

(原稿受付 2023.6.30)

(登載決定 2024.1.26)

A Basic Study on Development and Evaluation of AR Evacuation Simulator Application to Support Disaster Hazard Education

- Case Study of Munakata Oshima

Hiroki NAKANO[1]・Koichi SAKATA[2]・Makoto MURAMOTO[3]

[1]Construction & BIM Promotion Department, Technology Coordination Department, DAIWA HOUSE INDUSTRY CO., LTD.（m00467383@daiwahouse.jp）
[2]Faculty of Design and Architecture, Kyoto Institute of Technology（skt@kit.ac.jp）
[3]Faculty of Design and Architecture, Kyoto Institute of Technology（muramoto@kit.ac.jp）

ABSTRACT

This study aims to develop AR content that handles a large area as an educational tool for disaster education, which has not been developed in previous studies. Next, evaluation experiments will be conducted. The objective is to clarify the impact of the simulated experience of coping with disaster risk in the real world through AR provided by the developed content on the understanding of the content of disaster risk. This is due to the issue of normalcy bias, the possibility of developing disaster education tools using xR technology, and the need to examine a simplified development process for urban 3D map services in local areas.

In this study, based on the findings organized on xR technology and previous research, AR application development and its evaluation experiments suggested the possibility of developing AR content that handles large areas and the usefulness of the developed application, such as its effectiveness in correcting normalcy bias. As a future prospect, although verification of the effectiveness of the application on a larger number of subjects is necessary and stable operation is an issue, the possibility of utilizing the application for evacuation behavior analysis and the possibility of providing a simulated evacuation experience that is as close to reality as possible using an immersive AR device are expected.

Keywords *: AR, Hazard maps, Visual Positioning System, Disaster education tools, Evacuation simulators*

災害時の被災市町村を巡る応援制度の変遷と展望

黒田洋司[1]

[1]（一財）消防防災科学センター（kuroda@isad.or.jp）

和文要約

本考察では、被災市町村と非被災市町村、都道府県及び国の各機関を巡る応援制度について、第二次世界大戦の終戦から今日までを四つの時期に区分して変遷を辿り、今後を展望した。四つの時期は、それぞれの時期の特徴から「曖昧断片期」、「形成潜在期」、「強化発展期」、そして「再強化展開期」と理解できることを示した。さらにその結果を組織間ネットワークにおける情報伝達の観点から考察すると、応援制度は「共通規範の提示」、「接続」、「ドメインの設定」、「接近」という四つの戦略でネットワークの最適化を目指してきたと指摘した。今後の展望として、複数の都道府県が同時に被災する広域巨大な破局的災害や市町村機能の大部分が麻痺してしまうような局地的な破局的災害を想定すると、先の四つの戦略だけでは不十分で「細分化」や「密着」という新たな戦略が考えられることを指摘した。

キーワード：災害対策基本法、災害救助法、応援、組織間ネットワーク、現地災害対策本部

１．考察の目的と意図等

（１）考察の目的

大雨、台風、地震等による大規模災害、そして阪神・淡路大震災（H7）や東日本大震災（H23）のように拠点の喪失、要員の被災、通信の途絶などにより極端に劣悪な環境下での活動を強いられる破局的な災害を想定すると、公助を担う最前線に位置する市町村が有する資源だけで事態に迅速・的確に対処することは困難である。そこで、被災市町村の視点からは応援をいかに効果的に受け入れて保有する資源を拡大するか、被災社会全体の視点からは応援によって被災地域に資源をいかに効果的に配分していくかが重要な課題となる。課題解決のための知見の充実は、災害の頻発化、激甚化が懸念される中、わが国において特に期待される主題だと言える。

本考察は、今後の被災市町村を巡る応援のあり方を考える一助として、第二次世界大戦の終戦から今日までを四つの時期に区分し、災害対策基本法（以下「基本法」という。）及び災害救助法（以下「救助法」という。）に関する法令解説文献や災害記録誌などから応援制度の変遷を辿ってその特徴を示し、さらにその結果を組織間ネットワークにおける情報伝達の観点から考察することで今後を展望しようというものである。

（２）考察の意図

本考察の意図として次の三点を挙げる。

一つ目は「変遷」を辿る意図である。応援に関する知見の充実を主題とした研究は、地方公共団体間の相互応援の必要性が広く認識された阪神・淡路大震災の後から現れるようになった（(渡辺・岡田,1996)（舩木・河田・矢守,2006）等)。そして、東日本大震災を受けて、多様な視点から効果的な応援体制を目指した研究の蓄積が進んでいる（(阪本・矢守,2012)（永松・越山,2016)（五百旗頭（監修）・大西（編集）,2017)（宇田川・永松,2021)（寅屋敷他,2021）等)。これらの研究には、特定の災害時の対応についてデータを収集・分析し、その結果を踏まえた提案等を行う時点軸からの視角のものが多い。本考察は、こうした時点軸の視角に加え、時間軸の視角から応援を捉えることも有益なのではないかと考え行うものである。応援活動は、災害からの回復に向けて、さまざまな組織や集団が織り成す日常とは異なる社会システム（「緊急社会システム」）（野田,1997:p9)（黒田,2008:p134-135）の一部と捉えられる。そしてそれは、災害の教訓や社会環境の変化を踏まえて変遷していくものと理解できる（山

本,1984:p77-79)。時間軸の中で応援活動を捉える視角を加えることで、さらに視野が広がり応援に関する知見の充実を図ることができると考えた。なお、応援の重要な主体の一つである軍隊については、こうした時間軸による歴史的・政治的観点からの研究の蓄積がある（(大井,2012)（村上,2013)（吉田,2018）等)。

二つ目は「制度」に着目する意図である。応援活動は、あらかじめ定められた制度に基づいて展開されるものと即興的なものに大別できる。この内、前者は法律や計画などによって安定的・継続的な災害対応の仕組みとして社会に定着したものとみなすことができる。時間軸という視角から行う本考察において、「制度」はある災害が発生した時点における緊急社会システムの状況を可視化する一つの客観的な指標と捉えることができると考え、その変遷を辿ることに合理性があると考えた。

三つ目は、「組織間ネットワークにおける情報伝達」に着目する意図についてである。「今から考えると、災害対策基本法の制定をめぐる議論は、けっしてそのような言葉で語られることはなかったが、「ネットワーク」による問題解決を志向していたようである。」(風間, 2002:p60)という指摘がある。応援は被災市町村、非被災市町村、都道府県、国の各機関等で構成される組織間ネットワークでの調整の結果、実現する。風間の指摘も踏まえ、本考察ではこのネットワークを単に情報伝達経路がつながっているだけではなく、適切な調整を行い応援という問題の解決を図る一種の装置だと考える。この装置の最適化を考える場合、ネットワークを構成する組織間の情報伝達が一つの鍵となる。山本（1982:p170）は、災害研究において政策的貢献をなそうとする場合、組織間関係の包括的理解が不可欠であることから、ダイアドレベルではなくネットワークレベルでの分析が望ましいと指摘した。そして、組織間の調整活動の成否は伝達の質にかかっていることも指摘した（山本,1982:p174)。ここでの伝達の質とは、単に組織間の情報伝達の漏れ、歪み、遅れ、重複といった問題に留まらず、発信側の意図を受信側が正確に受け止め受容するかどうかといった要素も含まれる。本考察では、こうした観点から組織間ネットワークにおける情報伝達について考察し、今後を展望する。

（３）考察の範囲

以上の意図で本論を進めていくが、応援活動を巡る組織や業務は広範に及ぶため、それぞれ範囲を絞って検討することにする。まず、対象とする組織である。応援に関わる組織は市町村、都道府県及び国の各機関といった行政機関に留まらず、民間企業・団体、特定非営利法人（NPO 法人)、自主防災組織等の地域住民組織など多種多様であるが、本考察では、この内、制度の中心に位置する行政機関の範囲で検討する。また、対象とする業務については、現在応援制度に位置付けられている災害応急対策に関して検討する。なお、制度に関する記述の中で、応援の対象となる業務として「応急措置」、「救助」という法令上の用語を用いる場合がある。これらは、基本法や救助法に規定されている概念であるが「災害応急対策」の一部に位置付けられるものである。

（４）本稿の構成

災害時の被災市町村と非被災市町村、都道府県及び国の各機関を巡る応援については、伊勢湾台風災害（S34）を契機に制定された基本法によって包括的に制度化され、阪神・淡路大震災（H7）後の大改正や東日本大震災（H23）後の大改正等を経て充実が図られてきた。

本稿では、次の第２章で、これまでの応援制度を、基本法の制定や改正の節目に着目して以下の四つの時期に区分し、基本法及び救助法についての法令解説文献や各地で編まれた災害記録誌などから辿り、それぞれの時点での特徴を述べる。

①第二次世界大戦の終戦から基本法制定まで
②基本法制定から阪神・淡路大震災まで
③阪神・淡路大震災後の基本法大改正から東日本大震災まで
④東日本大震災後の基本法大改正から今日まで

そして第３章では、第２章での結果を組織間ネットワークにおける情報伝達の観点から応援制度がどのような戦略の下で変遷してきたのかを考察し、今後を展望する。

２．応援制度の変遷

（１）第二次世界大戦の終戦から基本法制定まで

第二次世界大戦の終戦後、毎年のように大きな災害に見舞われたものの包括的な災害対策に関する法制度は基本法が制定される昭和 36 年までなかった。ここでは、当時の災害対策に係る法制上の市町村の位置を確認し、応援に関する制度や応援の実態について検討する。

ａ）災害対策に係る法制上の市町村の位置

まず、災害対策に係る法制上の市町村の位置である。災害対策については、地方自治法の第二次改正（S23）で普通地方公共団体の事務の一つとして「防犯、防災、罹災者の救護等を行うこと」（第 2 条第 3 項）が例示された[1)]。また、水防や消防といった分野を区切った法律で、市町村の責務等が規定されていた。しかし、今日の基本法のように災害全般についての市町村の責務や権限を包括的に、また明確に規定した法律はなく、市町村は曖昧で断片的な責務や権限を有する位置にあった。そのことは、市町村の消極的な態度(川合(監修)・魚谷・川崎,1964:p16)や災害復旧工事への関心の偏重（野田,1963:p37）といった批判を受けることにもつながった。

一方、市町村には、救助法に基づく都道府県の委任機関と補助機関としての位置もあった。救助法第 30 条（当時）で、「都道府県知事は、救助を迅速に行うため、必要があると認めるときは、救助の実施に関するその職権の一部を市町村長（特別区長を含む以下同じ）に委任することができる。」と規定された。また、同法施行令第 8 条（当時）では「市町村長（特別区長を含む）は、法の規

定による救助に関して都道府県知事を補助する。」と規定された。規定に基づいて、被災した市町村は都道府県の名の下に活動することになった。この点について、基本法制定時の関係者からは、事実行為として市町村は最前線で災害対応に当たっているのであり、こうした制度上の位置付けは「無用な擬制あるいは現実遊離」であるという見解も示されていた（川合,1962:p24）。

ｂ）応援に関する法制度

次に、応援についてである。市町村はａ）前段に記した位置にあり、応援についても、水防や消防等での個別法を除き、応援を要請しなければならないという責務も応援を要請することができるという権限もなかった。こうした応援制度の欠如や不明確さは、市町村だけの問題ではなく、都道府県相互間や国と都道府県との間にも存在していた（野田,1963:p34）。

なお、救助法に係る救助の業務については、ａ）後段で記した枠組みの中で実質的には都道府県や非被災市町村から応援を受けることができる形になっていたと言える。つまり、救助法がある市町村に適用されると、当該市町村は都道府県の委任を受けた機関として救助の業務を行うが、その業務の遂行が人的・物的に困難な場合、委任した都道府県や都道府県から補助機関としての活動を指示された他の市町村からの応援を受けるという枠組みはあったということである。さらに、救助法第 31 条（当時）には、主任大臣による非被災都道府県知事に対する応援命令に関する規定が定められ、非被災都道府県及び非被災都道府県内の市町村が被災都道府県や被災市町村を応援する制度もあった。なお、この規定について、当時の解説書（内藤,1948:p27）や国の通知[2)]によると、この規定は「なお万全を図るために」定められたものであり、被災都道府県だけで対処が困難な場合、他の都道府県は「道義的に」応援すべきであり、主務大臣の命令を待つことなく応援を行うよう努めるべきことは当然とされた。つまり、この規定は、主任大臣の命令がなければ他都道府県は応援できないという秩序を定めたものではなく、規定の有無にかかわらず応援は可能であり、応援側には自発性が求められていたと理解できる。

軍隊による応援の制度は、明治期から衛戍条例等の中で規定されていたが、戦後もこれを引き継ぐ形で制度化がなされていった（吉田,2018）。自衛隊（警察予備隊、保安隊を含む。）による応援が制度化されるまでは、カスリーン台風、福井地震、ルース台風などの災害で駐留米軍や警察予備隊（昭和 25 年創設）による非公式な応援があった。そして、保安庁法（昭和 27 年）、自衛隊法（昭和 29 年）で、都道府県知事等が部隊等の派遣を防衛庁長官（当時）又はその指定する者に要請できること、要請があった場合、防衛庁長官（当時）又はその指定する者は事態やむを得ないと認める場合には、部隊を救援のため派遣することができることが規定された。

その活動内容については、「保安隊の災害派遣に関する訓令」（昭和 27 年 10 月 15 日保安庁訓令第 15 号）第 12 条に「主として人命及び財産の救護、消火、防水作業、救護物資の輸送、通路の啓開等を行う。」とある。また、『自衛隊十年史』（防衛庁「自衛隊十年史」編集委員会,1961:p356）に、「被災者の人命救助、遺体収容、築堤工事、道路啓開、泥土・流木の処理、人員および救援物資の輸送、橋梁・通信線の復旧、防疫、診療、給水および入浴支援、遭難機（船）の捜索救助等に従事」とある。自衛隊の災害派遣活動は、災害応急対策の幅広い分野に及び被災地の実情等を考慮しながら展開されていたと考えられる。

ｃ）注目される応援の動きや事例

この時期、被災した市町村は、必要な場合、部分的には救助法の枠組みや自衛隊の災害派遣による応援を受けながら災害に対処していたと考えられる。そして、それだけで対処できない業務については、近隣の非被災市町村等から非公式な応援を受けたり、場合によっては個別法に基づく代執行が行われた。たとえば、狩野川台風災害（S33）では、『伊東市史 資料編』（伊東市史編纂委員会,1962:p618）に「特にし尿汲取については、市内業者の能力をはるかに越えていたので、県庁・静岡市よりバキューム車の応援を求めるとともに、市の指導のもとに一元的に行い、伝染病の発生を未然に防いだ。」という記述がある。汚物・し尿の処理は、救助法の救助の業務には含まれない清掃法（当時）に基づくものであり、応援に関する制度は当時規定されていなかった。また、防疫については、庁舎や職員の被災によって業務の実施が不可能だと判断され、10 市町村において伝染病予防法（当時）の規定による業務の代執行がなされた（静岡県広報協会（編）,1962:p61）。

なお、この時期、法的な根拠はなかったが、特に大きな災害では国や都道府県が前線組織（現地災害対策本部）を被災地にできるだけ近い場所に置き、災害対応に当たることもあった。国は、西日本水害（S28）で福岡市に、狩野川台風災害で静岡県沼津市に事実行為として非常災害対策本部を置いて災害に対処した（川合,1962:p18）。都道府県では、福井地震災害（S23）で福井県が震災対策本部丸岡出張所を、狩野川台風災害で静岡県が伊豆災害応急対策本部を三島市に設置した例がある（厚生省社会局施設課（監修）,1967:p159）（静岡県広報協会（編）,1962:p54）。通信事情、交通事情、市町村の脆弱な資源状況等を考慮し、大きな災害では国や都道府県が被災地に近い場所で活動するという形は、制度の有無にかかわらずわが国の災害対応の一つの形として存在していたと考えられる。

ｄ）伊勢湾台風災害と応援

昭和 34 年 9 月伊勢湾台風が日本列島を襲い、愛知県・三重県を中心に甚大な被害をもたらした。この災害では、国が名古屋市に中部日本災害対策本部を置き、自衛隊、都道府県、民間団体など国の総力を挙げた対応がなされた（名古屋市総務局調査課（編）,1961）。同対策本部には、

三重県からも出納長他数名の職員が詰め、毎日のように開催される会議に参加した（三重県,1961:p213）。また、「締切排水小委員会」、「災害救助小委員会」、「住宅小委員会」と重要課題毎に小委員会が置かれた。こうした対応はあらかじめ準備されていたものではなく、創発的なものだった。

また、自衛隊の災害派遣について二つの方針の拡張があった。「全体責任」の原則に基づく広域大災害での統合運用と在日米軍との協同活動である。災害発生後、当初の派遣部隊だけでは広範囲に冠水した被災地に対応できず「自衛隊の派遣が遅い」という批判が起きた。そこで、中央が全面的責任を負わねばならないという「全体責任」の原則での対応がとられ、史上初めて陸海空の自衛隊部隊が全国から集結し、統合運用を伴う救援・復旧活動を展開した。また、在日米軍と陸海空自衛隊とが協力しながら孤立した避難者の救出活動を行い、約 7,000 人が救出される「連合作戦的様相」も見られた。（村上,2013:p20-21）

さまざまな教訓を残した伊勢湾台風災害だったが、災害の検証を踏まえて出された『広域大災害対策の現状とその問題点』（行政管理庁行政監察局,1960）では、「緊急応（受）援体制の確立」という事項が立てられ、災害時の相互応援が必要欠くべからざるものであるという認識の下、応援協定や受援体制をあらかじめ準備しておく必要性について提起された。

ｅ）小括

この時期の被災市町村を巡る応援制度は、事実行為としての応援活動はあるものの、法制度上の組織間のつながりが曖昧で断片的な「曖昧断片期」と言える時期にあった。被災市町村にとって、どのような応援をいつ、どこから、どの程度受けることができるかについては不確実性が高く、他力本願あるいは「ぶっつけ本番」の偶発的な要素が多い資源獲得環境だった。こうした環境は、別の側面から見れば、自発性、創発性、柔軟性を応援活動にもたらす余地も大きかったと思われるが、伊勢湾台風による広域巨大災害に見舞われ、他力本願、「ぶっつけ本番」ではない安定した応援制度の必要性が強く認識されるようになったと理解できる。

（２）基本法制定から阪神・淡路大震災まで

昭和 36 年 11 月に基本法が公布され、第 5 条で市町村は「基礎的な地方公共団体として、当該市町村の地域並びに当該市町村の住民の生命、身体及び財産を災害から保護するため、関係機関及び他の地方公共団体の協力を得て、当該市町村の地域に係る防災に関する計画を作成し、及び法令に基づきこれを実施する責務を有する」と規定された。曖昧で断片的な位置にあった市町村は、災害全般について、災害予防、災害応急対策、災害復旧・復興と展開する災害サイクルの第一次責任者と位置づけられ、一定の権限も付与された。そして、水防や消防の分野に限定されていた応援制度も、災害全般について適用される包括的なものとして規定された。本節では、その制度を概観し、平成 7 年 12 月の基本法大改正の契機となった阪神・淡路大震災までの状況を検討する。

ａ）応援に関する法制度

被災市町村長による応援に関しては、以下の点が規定された。

①他の市町村長等に対する応援の要求（第 67 条）
②都道府県知事等に対する応援の要求（第 68 条）

これらの応援の要求は、「災害が発生した場合」、そして「応急措置」について行うことができることとされた。また、応援を求められた市町村長等は、正当な理由がない限り、応援を拒んではならないこと（応諾義務）、応援に従事する者は、応援を求めた市町村長等の指揮の下に行動するものとすることも規定された。

次に、被災市町村にとっては間接的なものとなるが、被災市町村が属する都道府県知事による応援についても、次のとおり規定された。

①区域内の他の市町村長に対する応援の指示（第 72 条）
②他の都道府県知事等に対する応援の要求（第 74 条）

これらも、「災害が発生した場合」、そして「応急措置」について行うことができることとされた。

こうした応援制度の規定について、当時の解説書には「応急措置の緊急性にかんがみ、手続き等について特に規定せず、効果的な活用が図られるよう配意してある。」（野田,1963:p227）とある。災害時という時間的切迫性のある事態を考慮して基本的な枠組みのみを規定し、口頭での要請も含め柔軟に動ける配慮をしたということである。一方で応援要請の手続や窓口など具体的な部分が規定されていないため、不確実性の高さが残存した。そのため、それを補うための防災計画の策定が重要であるとされた（川合（監修）・魚谷・川崎,1964:p140）。また、相互応援協定についても、災害時に円滑な応援が得られるよう近隣市町村と事前に協議し、締結しておくことが望ましいとされた（川合（監修）・魚谷・川崎,1964:p141）。

また、これまで事実行為として置かれてきた現地災害対策本部については、「行政組織の欠陥を補う方法として有意義」（川合,1962:p18）だったことを踏まえ、第 2 章第 3 節に非常災害対策本部として規定された。その趣旨は、「非常災害対策本部の最も重視すべきことは、即戦即決ということである。したがって設置の場所は、原則的には、前例と同じく災害現地となろう。また同時に、非常災害対策本部の組織も、所掌事務も、この即戦即決という要請に応え得るものでなくてはならない。」（野田,1963:p198）というものだった。法律では「現地災害対策本部」という言葉は用いられていないが、ここでの非常災害対策本部とは実質的には被災地に設置されるものとして想定されていた。

さらに、都道府県知事は、市町村がその全部又は大部分の事務を行うことができなくなった場合、応急措置の全部又は一部を代行して実施しなければならないことも

規定された（第 73 条）。

ｂ）注目される応援の動きや事例

次に、この時期の注目される動きや事例を三点挙げる。

まず、自衛隊の災害派遣である。自衛隊の災害派遣については、昭和 36 年に定められた第二次防衛力整備計画で防衛力整備の方針の一つとして「国土、国民に密着した防衛力とするため、災害救援、公共事業への協力等民生協力面の施策及び騒音防止対策を重視するものとする。」が新規に位置付けられ、国民の理解促進効果も期待してより積極的に行われるようになった。陸上自衛隊についてみると、この間、38.1 豪雪災害（S38）（372 千人）、風倒木二次災害防止（H4）（前年の台風による風倒木の除去）（306 千人）、雲仙普賢岳噴火災害（H3-H7）（207 千人）など数多くの災害で部隊が派遣された（和泉,2012:p138）。一方で自衛隊に対する忌避反応もある時期で、自衛隊と連携した訓練等に消極的な市町村もあった（佐道,2015:p215）。

二点目は、現地災害対策本部についてである。新潟地震災害（S39）で国は、地震発生後すぐに中央（東京都）に新潟地震非常災害対策本部を設置するとともに、新潟市に現地災害対策本部を設置し、消防庁長官を本部長として現地で応急措置の推進に当たらせた。非常災害対策本部の初会議で、本部長の河野一郎建設大臣は「現地の要求を待たずに先手をうって対策を講じ、遅くとも 18 日までには一切の対策を打ち出し、救援復旧にあたっては量質ともに過大な位やるべきである。」（新潟市,1966:p140）と指示したという。ここに今日のプッシュ型支援の原形を見ることができる。なお、これ以降、非常災害対策本部の設置事例はあるものの、被災地に現地災害対策本部を置く事例は阪神・淡路大震災までなかった。先述したように立法時、非常災害対策本部は被災地に置くことが想定されていたが、新潟地震災害以降は中央に非常災害対策本部のみを置く運用の形が定着していた。

えびの地震災害（S43）では国の現地災害対策本部は置かれなかったが、宮崎県は災害対策本部の現地組織として「えびの地震現地対策本部」を置き、その下に「えびの地震災害対策相談所」等を置いて災害対応に当たった。現地対策本部は「異例の措置として」最も被害が大きかったえびの町真幸（まさき）地区に設置し、毎日えびの町災害対策本部長（町長）や県警察本部現地警備本部長と活動方針等について協議を行って連携強化を図った。これにより、被災者の救助をはじめとする対策が軌道に乗ったという。地震災害対策相談所では、住宅、社会福祉、衛生、農林、中小企業、教育等の相談を受けた。相談員には即決の権限を与えて事務の効率化を図った。（宮崎県総務部消防防災課,1969:p118-124）この地震での被害は、市町村域よりもさらに局所的なものだったが、県がその地区まで進出して災害対応に当たったことは注目される点である。

伊豆大島近海地震災害（S53）での静岡県は、災害対策本部の下に、災害対策本部下田支部（支部長：下田財務事務所長）を下田財務事務所に、現地災害対策本部（本部長：県出納長）及び下田支部前進基地を河津町役場内に置いた。静岡県では過去の経験から、ある程度大きな災害の場合は現地において県のトップが直接指揮を執るという方式が定着しており、今回もこれまで伊豆での災害対応経験のある出納長が現地災害対策本部で指揮をとることになった（総合研究開発機構・未来工学研究所,1979:p78）。現地災害対策本部と前進基地は、救助・救援活動の調整を目的として、河津町、東伊豆町、自衛隊、警察、消防等からの代表者によって構成される調整会議を連日定時に（午前 9 時、午後 2 時）開催した。山本（1982:p177）は「組織間フィールドの究極的意志決定主体が現地災害対策本部であったということ」、「この究極的意志決定主体と現場で活動する諸組織との間の距離がきわめて近いものであったということ」の二点を注目すべき点として挙げている。

三点目は、地域防災計画と応援協定についてである。先述したように、基本法では応援に関する基本的な枠組みのみを規定し、手続や窓口など具体的な部分を補うための防災計画や応援協定の策定が望ましいとされた。

地域防災計画については、『市町村地域防災計画の運用と解説』（川合（監修）・魚谷・川崎,1964）で作成要領が示され、動員計画や炊き出し等個別分野の計画の中に都道府県や他の市町村等に対する応援要請を行う場合の手順等を明らかにしておくことが解説された。多くの市町村は、こうした解説書も参考にしながら、地域防災計画を作成していったと考えられる。

応援協定については、時期によって考え方が変化した。当初、応援協定は主に近隣市町村間が想定されていた。都道府県をまたがるなど、遠隔市町村間の応援も妨げてはいないが、道路交通網も十分に整っていない当時の状況では実効性が乏しく、国及び都道府県が行う総合的計画的防災行政に支障となることも考えられるとの見解が示されていた[3)]。その後年月が進み、昭和 53 年 4 月改正の自治省・消防庁防災業務計画を見ると、地域防災計画の作成の基準として「震災被害の特殊性にかんがみ、近隣地方公共団体のみでなく、より広域にわたる応援協力体制について具体的に定めること」と記されている。「地方公共団体」がどのレベルを指すのかは不明確だが、少なくとも東海地震説が発表されたこの時期には、大地震時における市町村間の広域応援も視野に入っていたようである。

この時期、どのくらいの応援協定が締結されていたのかについては不明だが、統計がとられ始めた平成 9 年 4 月の段階では、全国 3,255 市区町村の内、相互応援協定を締結している市区町村は 1,864 団体（57.3%）だった（自治省消防庁防災課,1997:p18）。阪神・淡路大震災を踏まえて協定を締結した団体もあると思われるので、大震災発生時点までさかのぼると、実際に協定を締結していた市

町村はさらに少なかったと推測され、応援協定の必要性は従前から認識されていたものの、広く締結が進んでいる状況ではなかったと考えられる。

ｃ）阪神・淡路大震災と応援

平成 7 年 1 月 17 日、阪神・淡路大震災が起きた。

この大震災では、さまざまな分野で広域的な応援活動が展開され、災害発生から 3 月末までの間だけでも、延べ約 20 万人の非被災市町村の職員が派遣された。しかし、大震災直後においては、被災市町村の受入体制が整っておらず、応援の申し出に即座に対応できなかったり、庁内の調整に時間を要したりするなどの問題が発生した。また、協定はあったものの、近隣市も同じ状況であるとの判断から、他市への応援要請を行わなかった被災市も多い[4)]。準備されていた地域防災計画や応援協定には、実効性の面で大きな穴が潜在していたことになる。

大震災を受けて国が設置した有識者による防災問題懇談会は、平成 7 年 9 月、「国・地方公共団体による支援体制の整備」という項目で、応援協定の締結促進や国の現地対策本部体制の整備などについて提言した。提言を受けて、平成 7 年 12 月、基本法の制定以来の大改正が行われることになった。

ｄ）小括

この時期は、応援の基本的な枠組みは形成されたものの、大規模災害時の実効性について課題が潜在していた「形成潜在期」と捉えることができる。基本法の制定により、曖昧で断片的だった市町村の位置が明確となり、応援についても市町村間、市町村と都道府県間及び都道府県間の災害全般に渡る基本的な枠組みが定まった。それを受けて市町村では、地域防災計画が作成され、さらに応援協定が締結されるなど体制が整えられていったが、大震災が起き、潜在していたさまざまな課題が浮き彫りとなった。

（３）阪神・淡路大震災後の基本法大改正から東日本大震災まで

阪神・淡路大震災の教訓を踏まえ、平成 7 年 12 月に応援制度も含めた基本法の大改正がなされた。その後、応援の実効性を高めるためのさまざまな取り組みも蓄積していった。本節では、改正の内容を概観し、東日本大震災までの状況を整理する。

ａ）応援に関する法制度

まず、地方公共団体は相互に協力するように努めなければならないことが明記され（第 5 条の 2）、それを担保するための施策上の配慮として「地方公共団体の相互応援に関する協定の締結に関する事項」が加えられた（第 8 条第 2 項）。基本法に「相互応援に関する協定」が初めて位置付けられた。

次に、国や都道府県による現地災害対策本部の設置が明記された（第 23 条、第 25 条、第 28 条の 2（現第 28 条の 3））。これまで記してきたように、被災地の近くで応援調整を含む災害対応を円滑に進めるため、基本法制定前から大規模な災害で現地災害対策本部が設置されてきた。基本法制定時、国の現地災害対策本部については非常災害対策本部として想定し、規定されていたが、非常災害対策本部の運用としては中央に置かれることが一般的だった。今回の改正は、改めて現地での国や都道府県による活動が有意義であることを認識し、これを法律上でも明らかなものとして位置づけ、応援活動等の強化を図ったものと理解できる。

自衛隊の災害派遣についても、教訓を踏まえた改正があった。一つは、市町村長から都道府県知事に対して災害派遣の要請の要求ができることが規定された。もう一つは、市町村長が都道府県知事に連絡が取れない場合、直接防衛庁長官（当時）又はその指定する者に通知することができること、通知を受けた防衛庁長官（当時）又はその指定する者は、その事態に照らし特に緊急を要し、要請を待ついとまがないと認められるときは、要請を待たないで、自衛隊法第 8 条に規定する部隊等を派遣することができることが規定された（第 68 条の 2）。これまで自衛隊の災害派遣について、市町村は明確に位置付けられていなかったが、今回の改正で明記された。

この他、市町村長の避難の指示等に関し、市町村がその全部又は大部分の事務を行うことができなくなったときは市町村長に代わって都道府県知事が実施しなければならないことも、従前の応急措置に加えて規定された。

ｂ）注目される応援の動きや事例

次に、注目すべき動きや事例を四点挙げる。

まず、市町村間の相互応援協定の締結が進んだ点である。統計がとられ始めた平成 9 年 4 月の段階では市区町村間の相互応援協定を締結している市区町村は 57.3%だったが、平成 22 年 4 月には 89.8%に達していた（1,750 団体中 1,571 団体）。なお、他都道府県の市区町村と協定を締結している市区町村も、682 団体（21.0%）から 820 団体（46.9%）と大きく増えた。（総務省消防庁防災課・応急対策室・防災情報室,2011:p17）

二点目は、関西広域連合の発足である。地方分権推進の機運の中、平成 22 年 12 月 1 日、特別地方公共団体として関西の 2 府 5 県（滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、和歌山県、鳥取県及び徳島県）を構成員とした関西広域連合が設立許可された。関西広域連合は、府県域を超える広域的な行政ニーズに柔軟かつ複合的に対応することを目的とするもので、災害時の応援を含む防災も主要な柱となった。広域防災の事務局は、阪神・淡路大震災を経験し、人と防災未来センターの設立、ボランティア団体の育成など有形無形の行政資源を持つ兵庫県が担うこととなった（北村，2017：p80）。広域連合内で起きた災害への対応だけでなく、域外で起きる災害に対し、単に労力や物資の提供のみならず、被災市町村に乏しい災害対応のノウハウを継承するための大きなエンジンが生まれたとも理解できる。また、阪神・淡路大震災を経験した関西地方からのお返し応援の体制が整ったとも言える。

三点目は、国レベルの定型化された応援体制の創設である。阪神・淡路大震災を受けて、緊急消防援助隊（H7）、広域緊急援助隊（H7）、TEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）（H20）、DMAT（災害派遣医療チーム）（H17）等国レベルの定型化された応援体制がさまざまな分野で整えられていった。いずれも災害時の専門的な分野について応援を迅速・効果的に行う仕組みであり、創設後さまざまな災害で活動が展開されるようになった。

四点目が、法に基づく初の「非常災害現地対策本部」の設置である。平成12年3月31日、北海道伊達市、壮瞥町、虻田町の1市2町にまたがる有珠山が23年ぶりに噴火した。この災害では、国の非常災害対策本部が設置されるとともに、伊達市に非常災害現地対策本部が設置された。法に基づく非常災害現地対策本部が設置されたのは、基本法改正以来初めてだった。この現地災害対策本部には国の関係省庁が集結し「ミニ霞が関」とも言われ、北海道、関係機関、火山専門の学識経験者らとともに最前線で被災市町を支える構図が整えられた。

ｃ）東日本大震災と応援

平成23年3月11日、東日本大震災が発生した。国は緊急災害対策本部を中央（東京都）に、現地対策本部を宮城県に、現地連絡室を岩手県・福島県に置いて災害対応に当たった。また、原子力災害対策本部を中央に、現地対策本部を福島県に置いて原子力災害に対処した。

本大震災では、阪神・淡路大震災以降培われた取り組みを生かしたさまざまな主体による多様な形態の応援活動が展開された。加えて、従来の災害では顕在化していなかった被災市町村に対する応援形態として、次のようなものも見られた。

①大震災の発生まで特に縁のなかった市町村からの自発的な応援（押しかけ応援）（消防科学総合センター, 2012:p8）

②「対口支援（たいこうしえん）」方式による応援（被災した市町村毎に応援する市町村、都道府県を割り当てて包括的に応援を行う方法）（関西広域連合等）（鶴谷, 2017）（北村, 2017）

③非被災市町村管内での応援（被災市町村にとっては管外での受援（特に福島第一原子力発電所事故により避難を余儀なくされた住民の受け入れ、管外に市町村機能の移転を余儀なくされた被災市町村への応援））（消防科学総合センター, 2012:p12-13）

こうした応援を被災市町村が的確に生かすためには応援側との調整が不可欠であるが、十分に対応できない面があった。その要因として、多種大量の業務を、さまざまな形態の多数の応援資源と結びつけるノウハウが不足していたことが挙げられる。こうした課題を克服していくため、多様な応援の的確な受け入れ体制（受援体制）を整備することが求められるようになった。受援体制の整備は、基本法制定前の課題としても挙がっていたが、改めてその必要性や重要性がクローズアップされた。

ｄ）小括

阪神・淡路大震災を経て、応援体制の重要性が広く認識され、実効性を高めるためのさまざまな取り組みが蓄積されたこの時期は、「強化発展期」と捉えられる。応援協定の締結が促進され、関西広域連合という応援のエンジンも生まれた。国レベルの定型化された応援体制もさまざまな分野で創設された。現地災害対策本部での活動の一つの形として「ミニ霞が関」の事例も生まれた。東日本大震災でこうした取り組みは一定の成果を挙げたが、「想定外」の災害は、受援体制の整備という制度化以来潜在していたテーマを改めて突き付けることになった。

（４）東日本大震災後の基本法大改正から今日まで

東日本大震災の教訓を踏まえ、平成24年、平成25年に応援制度も含む基本法の大改正が行われた。さらにその後の熊本地震災害（H28）、平成30年7月豪雨災害（H30）等の災害を踏まえた改正や新たな取り組みも生まれて今日に至っている。本節では改正の内容を概観し特徴的な動向を示す。

ａ）応援に関する法制度

平成24年6月には、改正第一弾として主に次のような改正がなされた。

まず、災害予防事項の一つに、「災害が発生し、又は発生するおそれがある場合における相互応援の円滑な実施」のためにあらかじめ講ずべき措置に関する事項が追加された（第46条）。具体的には、「相互応援に関する協定の締結、共同防災訓練の実施その他円滑に他の者の応援を受け、又は他の者を応援するために必要な措置を講ずるよう努めなければならない。」と、受援と応援に分けた取り組みの努力義務が規定された（第49条の2）。

次に、市町村長から他の市町村長、都道府県知事に対して応援を求める場合、応援を求めることができる対象業務が応急措置から災害応急対策に拡大された（第67条、第68条）。同様に、都道府県知事から他の都道府県知事に対して応援を求める場合も規定された（第74条）。

さらに、都道府県知事は、区域内の市町村長や他都道府県知事に対する応援の指示又は要求のみによっては災害応急対策に係る応援が円滑に実施されないと認めるときは、内閣総理大臣に対し、他の都道府県の知事に対し応援することを求めるよう求めることができることなどが規定された（現第74の3）。

平成25年6月には、改正第二弾として、都道府県知事は、災害応急対策を実施するため必要があると認めるときは、指定行政機関の長又は指定地方行政機関の長に対し、応援を求めることができることが規定された（現第74条の4）。なお、本規定は、事態の緊急性に照らし、必要な場合には、例えば、市町村長が指定行政機関の長又は指定地方行政機関の長に対し、直接依頼することを妨げるものではないことが施行通知に明記されている。

また、指定行政機関の長等による応急措置の代行についても規定された。急を要する市町村長が行うべき応急

措置について、都道府県知事に加え指定行政機関の長等も代行しなければならないこととされた（第78条の2）。

平成30年6月には、平成29年地方分権改革に関する提案募集において、熊本地震災害の教訓を踏まえ、大規模災害発生時に、応援職員の派遣要請を受けた都道府県知事が、区域内の市町村長に対し応援を求めることができるよう法的に明確化することを求める提案がなされ、それが法定化された（第74条の2）。

令和3年5月には、市町村長から他の市町村長、都道府県知事に対して応援を求めることのできる時期が、「災害が発生した場合」に加え「発生するおそれがある場合」も含まれることになった（第67条、第68条）。また、都道府県知事から他の都道府県知事に対して応援を求める場合も、同様に規定された（第74条）。

ｂ）注目される応援の動きや事例

次に、注目すべき動きや事例を四点挙げる。

まず、「対口支援」についてである。熊本地震災害では、東日本大震災での関西広域連合による応援で見られた「対口支援」方式による応援が本格的に展開された。九州地方知事会（事務局：大分県）は、事前に締結していた「九州・山口9県災害時相互応援協定」とそれを補完する「関西広域連合と九州地方知事会との災害時の相互応援に関する協定」及び「全国都道府県における災害時の広域応援に関する協定」に基づいて体制を整え、被災市町村毎に応援団体を割り当てて応援を行った。なお、熊本県庁には、各県から派遣されたリエゾンが集まって「応援県ミーティング」という集中型の調整会合が開かれ、情報交換等を行いながら応援が展開された（黒田,2017:p79）。

二点目は、拡大K9（ケー・ナイン）についてである。熊本地震災害では、国の非常災害現地対策本部が設置された。その運営の特徴は、有珠山噴火災害時の「ミニ霞ヶ関」と同様に関係省庁の局長・審議官級の職員が現地に集合し、現地対策本部長を補佐する支援チーム（K9）を組織したことだった。活動報告や現状説明を主とする合同会議とは別に国（K9）と県・熊本市の幹部（副知事、副市長や関係部長等）とが毎日会議を開いて具体的な対策を協議した。この会議は拡大K9とも呼ばれ、「現地で国と県市が連携した災害対応を行う上で極めて有効であった」（兵谷,2017:p19）という。

三点目は、「応急対策職員派遣制度」の創設についてである。東日本大震災や熊本地震災害などを踏まえ、これまで具体的な応援の仕組みがなかった避難所の運営、り災証明書の交付等の業務の応援や被災市区町村が行う災害マネジメントの応援を行うための全国一元的な新たな制度（「応急対策職員派遣制度」）が生まれた。平成30年度から正式な運用が行われており、令和4年度までに8つの災害で74の被災市町村に対し、延べ約100の都道府県・市から約4万人の職員が応援を行っている[5)]。

四点目は、受援計画の作成促進である。市町村において具体的で実効性のある受援計画の作成を促進するため、令和3年6月に内閣府（防災）は『市町村のための人的応援の受入れに関する受援計画作成の手引き』を示した。総務省消防庁によれば、令和5年3月現在で67.3%（1,171団体）が計画を定めていると回答している[6)]。

ｃ）小括

東日本大震災等を踏まえ、基本法における応援制度は、応援の対象となる業務の拡大、応援を求めることのできる時期の拡大など充実が図られた。そして、熊本地震災害では対口支援方式での応援、拡大K9などの取り組みが見られた。その後、応急対策職員派遣制度という全国レベルでの災害応急対策全般に係る応援制度も創設され、東日本大震災で課題としてクローズアップされた受援計画の作成も進んでいる。この他、被災情報等の災害情報を集約・地図化・共有して、自治体等の災害対応を支援する現地派遣チームとして、ISUT（Information Support Team：災害時情報集約支援チーム）の本格運用が令和元年度から始まっている。このように、現在は、制度がさらに充実し、実効性を担保するための仕組みや取り組みが展開されている「再強化展開期」と言うべき段階だと考える。

３．今後の展望

（１）戦略から見た応援制度の変遷

前章では、基本法の制定前から今日までの応援制度を辿り、それぞれの時点での特徴を示した。その結果を踏まえ、本節では、被災市町村、非被災市町村、都道府県、国の各機関等で構成される組織間ネットワークにおける情報伝達の観点から、どのような戦略でネットワークの最適化を目指してきたのかを示す。第1章で述べたように、応援を巡る組織間ネットワークは、単に情報伝達経路がつながっているだけではなく、適切な調整を行い応援という問題の解決を図る一種の装置だと考える。そして、組織間の調整活動の成否は伝達の質にかかっているという観点から制度の変遷を捉えると、次の四つの戦略でネットワークの最適化を図ろうとしてきたと指摘できる（表-1）。

一点目は、「共通規範の提示」である。阪神・淡路大震災後の改定では、「地方公共団体は相互に協力するように努めなければならない」ことが明記され、それを担保するための施策上の配慮として「地方公共団体の相互応援に関する協定の締結に関する事項」が加えられた。そして、東日本大震災後の改定では、災害予防事項の一つに「相互応援の円滑な実施」に関する事項が追加され、受援と応援に分けた取り組みの努力義務についても規定された。これらは、ネットワークを構成する組織に対して災害時の応援に関する「共通規範」を明示したものであり、これによって組織間の情報伝達における合意や受容の促進を期待していたと言える。

二点目は、「接続」である。基本法が制定されるまでは、

表-1　応援制度の変遷と戦略

時期区分		第二次世界大戦の終戦から基本法制定まで	基本法制定から阪神・淡路大震災まで	阪神・淡路大震災後の基本法大改正から東日本大震災まで	東日本大震災後の基本法大改正から今日まで
特徴		■曖昧断片期 ・組織間のつながりが曖昧で断片的 ・市町村にとって他力本願あるいは「ぶっつけ本番」の偶発的な資源獲得環境 ・自発性、創発性、柔軟性を応援活動にもたらす余地	■形成潜在期 ・基本的な枠組みは形成されたものの、大規模災害時の課題が潜在	■強化発展期 ・応援体制の重要性が広く認識され、実効性を高めるためのさまざまな取り組みが蓄積 ・受援体制の整備についての課題が潜在	■再強化展開期 ・制度がさらに充実し、受援体制の整備を含め実効性を担保するための仕組みや取り組みがさらに展開
戦略	共通規範の提示 合意や受容の促進	※「道義的に」応援すべき（救助法の方針）	・応援を求められた場合の応諾義務の規定	・地方公共団体は相互に協力するように努めなければならないこと ・地方公共団体の相互応援に関する協定の締結に関する事項	・災害予防に関する事項への相互応援に関する事項の追加 ・受援と応援に分けた取り組みの努力義務
	接続 情報伝達経路の明確化と拡大	※個別法による接続（水防法、消防組織法） ※都道府県と自衛隊（自衛隊法）	・被災市町村長から他市町村長への応援の要求 ・被災市町村長から都道府県知事への応援の要求 ・都道府県知事から非被災市町村長への応援の指示 ・都道府県知事から他の都道府県知事への応援の要求 ※基本的な枠組みのみ規定（防災計画や応援協定を期待）	・被災市町村長から都道府県知事への自衛隊の災害派遣要請の要求 ・被災市町村長による自衛隊への通知	・内閣総理大臣による応援の要求等 ・都道府県知事から指定行政機関、指定地方行政機関の長等への応援の要求 ・応援の求めを受けた都道府県知事による管内市町村長への応援の要求
	ドメインの設定 情報伝達領域の明確化と拡大		・応援を求めることができる対象業務を「応急措置」に設定 ・応援を求めることのできる時期を「災害が発生した場合」に設定		・応援を求めることができる対象業務の「災害応急対策」への拡大 ・応援を求めることができる時期の「発生するおそれがある場合」への拡大
	接近 伝達の質の向上	※事実行為としての現地災害対策本部	・非常災害対策本部（現地設置想定）を規定	・現地災害対策本部を規定	

制度上応援に関しての組織間の接続は、曖昧で断片的なものだった。基本法の成立により、市町村長間、市町村長と都道府県知事、都道府県知事と他都道府県知事とが接続され、阪神・淡路大震災後の改定では市町村長と自衛隊が、東日本大震災後の改正では、都道府県知事と内閣総理大臣、指定（地方）行政機関と接続が拡充された。これらは、組織間の公式な情報伝達経路の明確化と拡大を意図していたと言える。

三点目は、「ドメインの設定」である。基本法の制定時に、応援を求めることができる業務は「応急措置」と設定された。また、応援を求めることができる時期は「災害が発生した場合」と設定された。東日本大震災後の改定で、応援対象業務は「災害応急対策」に拡大され、応援を求めることのできる時期は「災害が発生するおそれがある場合」も含むものとなった。これらは、ネットワークの情報伝達領域の明確化と拡大を図るものであり、それによって組織間を流通する情報の質が明確化され、量は拡大していくことになった。

四点目は、「接近」である。基本法制定前から大規模な災害で国や都道府県は被災地に現地災害対策本部を設置し、被災市町村と連携して災害対応に当たっていた。基本法制定時には、それが「非常災害対策本部」という形で明文化された。阪神・淡路大震災後の改定では、非常災害対策本部の運用が当初想定していた被災地への設置ではなく中央での設置という形に定着してたためと考えられるが、現地災害対策本部を被災地に置くことができることが改めて規定された。こうした調整拠点の「接近」戦略は、組織間の公式、非公式な情報伝達を活性化させるとともに、伝達の遅れ等のタイミングのズレや伝達内容の歪曲・欠落などの問題発生を抑止し、伝達の質の強

化をもたらすことを期待したものだと言える。

（2）今後の展望

最後に、今後を展望したい。基本法の制定や改定が巨大な破局的災害である伊勢湾台風災害、阪神・淡路大震災、東日本大震災を大きな節目として図られてきた経緯を踏まえれば、やはり今後起こり得る複合災害を含む広域巨大な破局的災害や市町村機能の大部分が麻痺してしまうような局地的な破局的災害について検討する必要がある。

まず、広域巨大な破局的災害を考えると、これまでの戦略に加えて「細分化」という視点が考えられる。都道府県内で同時に多数の市町村が大きな被害を受けた場合、さらに、複数の都道府県が同時に甚大な被害を受けた場合を想定すると、応援制度に関わるネットワーク内の情報伝達は輻輳する。そうすると、特に調整の拠点となる都道府県や国（内閣府）では情報伝達の負荷が増大し、そこが十分に機能しなければボトルネックとなり調整の欠落や遅れなどの問題が各所で頻発することが想定される。現在の戦略には、「共通規範の提示」という規範的なものはあるが、調整に係る情報伝達の負荷が増大した場合の方策に関する戦略が十分ではない。そこで、情報伝達の負荷の軽減という観点から、ネットワークの細分化を一つの戦略として考えていく必要がある。細分化の方法としては二つある。一つは、複数の現地災害対策本部を置きエリア単位で活動を行うこと、もう一つは業務別にプロジェクトチームを設け機能別にネットワークを細分化して活動を行うことである。前者については、東日本大震災で、国は宮城県に緊急災害現地対策本部を置き、岩手県と福島県に現地連絡室を置いた。あわせて原子力災害現地対策本部を福島県に置いて事態に対処した。また、「南海トラフ地震における具体的な応急対策活動に関する計画」（令和 5 年 5 月,中央防災会議幹事会）では、中部地方、近畿地方、四国地方及び九州地方に被害の状況等に応じて緊急災害現地対策本部を置くことが定められている。後者については、伊勢湾台風災害で名古屋市に設置された中部日本災害対策本部に「締切排水小委員会」、「災害救助小委員会」、「住宅小委員会」を設けて対応した例がある。特にエリア単位での細分化については、情報伝達の負荷を軽減し迅速に応援活動を展開するという視点から有効な戦略だと考えられる。ただし、「細分化」の展開に当たっては、エリア間の資源の偏り、そして対策の内容や進捗状況の格差などの問題が発生することも予想されることから、全体調整をどのように図るべきかについても十分議論される必要がある。

次に、市町村の機能の大部分が麻痺してしまうような局地的な破局的災害を想定すると、「密着」が考えられる。例えば、大地震により庁舎が倒壊し、多数の職員が被災して市町村の機能が大きく麻痺するような事態を想定すると、「接近」だけでは不十分で、被災市町村に都道府県や国が密着して活動することも求められるだろう。市町村の機能の大部分が麻痺してしまうような破局的な災害では、市町村が一次的に対応し、都道府県や国が補完するという構図にこだわりすぎると本来の災害応急対策が十分に行われないことも考えられる。東日本大震災で破局的な被害を受けた宮城県石巻市の亀山市長（当時）は、かつて国会の参考人として「今回の震災の教訓は、国が自治体間や各防災機関との調整を円滑に行うというレベルではございません。今回の最大の教訓は、国が最も被災状況の厳しい地域に常駐していただいて、行政能力の低下した被災自治体と一蓮託生で応急措置を展開する、そのような災害対策基本法を運用することだと政府に深く認識していただくようにお願いをいたします。」と発言した[7)]。大震災後の改訂で「指定行政機関の長等による応急措置の代行」という規定が新設されたが、被災により機能が大幅に低下した市町村と都道府県、国が密着して一体的に災害対応に当たるという観点から、代行対象業務の「災害応急対策」への拡大、「合同災害対策本部」の設置等の制度化が求められる可能性もある。

4．おわりに

基本法の制定から 60 年余が経過し、この間、市町村の数は約 3,500 から約 1,700 にまで大きく減った。「基本法は伸びる生命を内包する法律である」（野田,1963:p352）という立法関係者の思いを鑑みると、応援制度は今後起こりうる災害や時代の変化に応じた十分なものとしてこれからも社会に組み込まれていくことが期待される。あわせて、自然災害時の緊急社会システムは準備と即興の総体であることを踏まえると、制度化という準備とともに即興のための応援のアイデアを過去の災害の教訓を読み解きながら数多く用意しておくことも求められる。

補注

1) この規定（例示）は平成 11 年の改正で削除された。

2) 「災害救助法の運用に関する件」（昭和 22 年 10 月 20 日,発社第 135 号）

3) 「遠隔市町村間の相互応援協定の締結について」昭和 45 年 3 月の消防庁と長野県との質疑応答。消防実務六法,3-2479

4) 内閣府　阪神・淡路大震災 総括・検証 調査シート　007

5) 総務省ホームページ（被災地方公共団体に対する人的支援の取組）（参照年月日：2023.6.15）

6) 総務省消防庁ホームページ（地方公共団体における業務継続計画等の策定状況の調査結果）（平成 5 年 3 月 29 日）（参照年月日：2023.6.15）

7) 第 183 回国会　参議院災害対策特別委員会（平成 25 年 6 月 7 日）での参考人発言。

参照文献

五百旗頭真（監修）大西裕（編著）(2017)，災害に立ち向かう自治体間連携－東日本大震災にみる協力的ガバナンスの実態－，ミネルヴァ書房

和泉洋一郎（2012），災害派遣と陸上自衛隊，軍事史学，第 48 巻第 1 号/136-139
伊東市史編纂委員会（1962），伊東市史　資料編，伊東市教育委員会
宇田川真之・永松伸吾（2021），全国的な自治体間の応援受援活動の実態把握～令和元年東日本台風災害に関する質問紙調査結果から～，地域安全学会論文集，No.38/203-213
大井昌靖（2012），昭和期の軍隊による災害・戦災救援活動ー衛戍令、戦時警備及び防空法の関係からー，軍事史学，第 48 巻第 1 号/67-85
風間規男（2002），災害対策基本法の制定ー防災政策ネットワークの形成ー，近畿大学法学，近畿大学法学会編，50(1)/1－82
川合武（1962），災害対策基本法について，都市問題研究，第 14 巻第 5 号/16-28
川合武（監修）・魚谷増男・川崎渉（1964），市町村地域防災計画の運用と解説ー市町村における災害対策の指針ー，第一法規
北村亘（2017），カウンターパート方式と府県の役割，災害に立ち向かう自治体間連携，五百旗頭真（監修）・大西裕（編著），ミネルヴァ書房/79-97
行政管理庁行政監察局（1960）,広域大災害対策の現状とその問題点ー台風等災害対策に関する総合監察結果報告書ー
黒田洋司（2008），災害時に活動する組織・集団の分析視角，田中淳・吉井博明編，災害情報論入門，弘文堂/134-140
黒田洋司（2017），九州地方知事会スキームでの被災自治体への人的支援，地域防災データ総覧平成 28 年熊本地震編，消防防災科学センター/77-89
厚生省社会局施設課（監修）（1967），災害救助誌ー災害救助法 20 年の記録ー，災害救助問題研究会
阪本真由美・矢守克也（2012），広域災害における自治体間の応援調整に関する研究ー東日本大震災の経験よりー，地域安全学会論文集，No.18/391-400
佐道明広（2015），自衛隊史ー防衛政策の七〇年，筑摩書房
静岡県広報協会（編）（1962），狩野川台風災害誌，静岡県
自治省消防庁防災課（1997），地方防災行政の現況
消防科学総合センター（2012），地域防災データ総覧-東日本大震災関連調査（平成 23 年度）編--
総合研究開発機構・未来工学研究所（1979），都市の防災体制の信頼性・有効性に関する研究
総務省消防庁防災課・応急対策室・防災情報室（2011），地方防災行政の現況
鶴谷将彦（2017），東日本大震災発生時における被災地支援ーカウンターパート方式採用と第一次派遣職員を中心にー，災害に立ち向かう自治体間連携，五百旗頭真（監修）・大西裕（編著），ミネルヴァ書房/59-78
寅屋敷哲也他（2021），基礎自治体の災害対応における地域内資源の活用のために必要な要素に関する実証的研究―「普遍化」「越境」「連携」に着目した分析―，地域安全学会論文集，No.39/363-373
内藤誠夫（1948），災害救助法の解釋，日本社會事業協會
永松伸吾・越山健治（2016），自治体の災害時応援職員は現場でどのように調整されたか―2011 年南三陸町の事例―，地域安全学会論文集,29/ 125-134
名古屋市総務局調査課（編）（1961），伊勢湾台風災害誌，名古屋市
新潟市（1966），新潟地震誌，新潟市
野田卯一（1963），災害対策基本法　沿革と解説，全国防災協会
野田隆（1997），災害と社会システム，恒星社厚生閣
兵谷芳康（2017），熊本地震における災害対応と今後の課題について～政府現地対策本部での活動を踏まえて～，地域防災データ総覧平成 28 年熊本地震編，消防防災科学センター/15-28
舩木伸江・河田惠昭・矢守克也（2006），大規模災害時における都道府県の広域支援に関する研究ー新潟県中越地震の事例からー，自然災害科学，25-3/329-349
防衛庁「自衛隊十年史」編集委員会（1961），自衛隊十年史，大蔵省印刷局
三重県（1961），伊勢湾台風災害誌，三重県
宮崎県総務部消防防災課（1969），えびの地震の記録，宮崎県
村上友章（2013）,自衛隊の災害派遣の史的展開，国際安全保障，第 41 巻第 2 号/ 15-30
山本康正（1982），災害後の組織間調整ー伊豆大島近海地震と宮城県沖地震ー，災害と人間行動，東京大学新聞研究所編，東京大学出版会/170-193
山本康正（1984），緊急社会システムの組織連関分析，災害と社会体系，早稲田大学社会科学研究研究シリーズ 17/77-113
吉田律人（2018），昭和期の「災害出動」制度ー関東大震災から自衛隊創設までー，史学雑誌，第 127 巻第 6 号/ 1026-1042
渡辺千明・岡田成幸（1996），1995 年兵庫県南部地震における全国自治体の支援の実態，地域安全学会論文報告集，No.6/251-256

（原稿受付2023.6.30）
（登載決定2023.11.10）

Transition and Prospect of the Support System for Disaster-Stricken Municipalities

Hiroji KURODA [1]

[1] Institute of Scientific Approaches for Fire & Disaster（kuroda@isad.or.jp）

ABSTRACT

This study examines the transition of the support system for disaster-stricken municipalities surrounded by non-stricken municipalities, prefectures, and national government agencies, by dividing the period from the end of World War II to the present into four periods, and looks ahead to the future. The four periods can be understood as the "period of ambiguous and fragments," the "period of foundation with underlying problems," the "period of enhancement and development," and the "period of reinforcement and unfolding" based on the characteristics of each period. From the viewpoint of information transmission in inter-organizational networks, it was thought that the four strategies of "presenting common norms," "connecting," "setting domains," and "approaching" were used to optimize the networks. The above four strategies alone are insufficient, this study also pointed out the possibility of new strategies of "segmentation" and "close contact" in the event of a wide-area catastrophic disaster in which multiple prefectures are simultaneously affected or a localized catastrophic disaster that paralyzes most of the functions of municipalities, which could occur in the future.

Keywords *: Disaster Countermeasures Basic Act, The Disaster Relief Act, Support System, Inter-Organizational Networks, On-site Disaster Management Headquarters*

津波避難体験 VR の開発と地元中高生を対象とした防災教育への効果検証

丸井健[1]・和田みらい[2]・麓由起子[3]・藤森祥文[4]・芝大輔[5]・羽鳥剛史[6]・松村暢彦[7]・森脇亮[8]

[1]愛媛大学　工学部工学科（i520419u@mails.cc.ehime-u.ac.jp）
[2]大鉄工業株式会社（m-wada@daitetsu.co.jp）
[3]愛媛大学研究補助員　工学部工学科（fumoto.yukiko.vr@ehime-u.ac.jp）
[4]愛媛大学大学院助教　理工学研究科環境建設工学講座（fujimori.yoshifumi.me@ehime-u.ac.jp）
[5]愛媛大学大学院特定准教授　地域レジリエンス学環（shiba.daisuke.ey@ehime-u.ac.jp）
[6]愛媛大学教授　社会共創学部環境デザイン学科（hatori.tsuyoshi.mz@ehime-u.ac.jp）
[7]愛媛大学教授　社会共創学部環境デザイン学科（matsumura.nobuhiko.bc@ehime-u.ac.jp）
[8]愛媛大学大学院教授　理工学研究科環境建設工学講座（moriwaki.ryo.mm@ehime-u.ac.jp）

和文要約

本研究では、津波からの避難を体験できる VR を制作し、VR が地元中高生の防災意識の変化に及ぼす効果を検証した。地元中高生有志のもと、地域の交差点とその周辺の建物を含む領域（シーン）を計 136 地点で撮影し、それぞれのシーンを VR 空間上に再現した。制作した VR（以下、津波避難体験 VR とする）では、任意地点から各シーンをすごろくのコマとして移動しながら避難場所を目指すことができる。また、各シーン内では、プレイヤーは自分の意思で自由に動き回ることができる。時間の経過とともに津波がまちを浸水していく様子を付与したほか、特定のシーンにはブロック塀の倒壊など避難を阻害するエフェクトを付与した。この津波避難体験 VR を地元の中高生 100 名に HR の時間（50 分）を利用して体験してもらい、体験会前後にアンケート調査を行った。

アンケート調査より、津波避難体験 VR を体験することにより地震発生時に遭遇し得る状況をイメージできるようになった生徒が増え、津波からの避難について具体的な対策を考えられる様になっていた。また、体験会から数十日以上経過した後に行ったヒアリングの結果より、体験会後に家具の固定や、実際に歩いて避難経路の確認をした生徒がいたことが確認できた。

キーワード：VR、南海トラフ地震、津波、防災教育、デジタルツイン

1．はじめに

南海トラフ地震を想定した対策の必要性が高まる中、学校における防災教育の普及促進が急務である。しかしながら城下ら（2007）は、我が国の義務教育のカリキュラムでは、災害全般を包括的に扱った授業は設けられておらず、近年では「総合的な学習の時間」の 1 テーマとして防災教育が取り上げられる機会があるのみであると述べており、著者らによる県内の中等・高等学校に対するヒアリングにおいても現状は大きく変わっていない。

文部科学省（2007）は、防災教育において、児童生徒が能動的に防災に関する学習をすることが重要であると述べている。最近では能動的学習の手法の一つとして、シリアスゲームの研究や活用が進みつつある。シリアスゲームとは、コンピュータゲームのうち、純粋な娯楽のためではなく社会課題の解決を目的として作られているものを指し、特徴として自分自身の判断によって問題の解決を図るため問題を自分事としやすいことが挙げられる。菊池ら（2015）は、シリアスゲームを通して学ぶ防災教育は、テキスト学習による学習効果に比べてやや劣るものの、楽しく学べるというゲーム本来の特長を生かした学習が可能であることを明らかにした。

近年のデジタル技術の進歩に伴い、VR の技術を活用したシリアスゲームも見受けられている。中でも防災教育・防災訓練等に使用されている事例について、花本ら

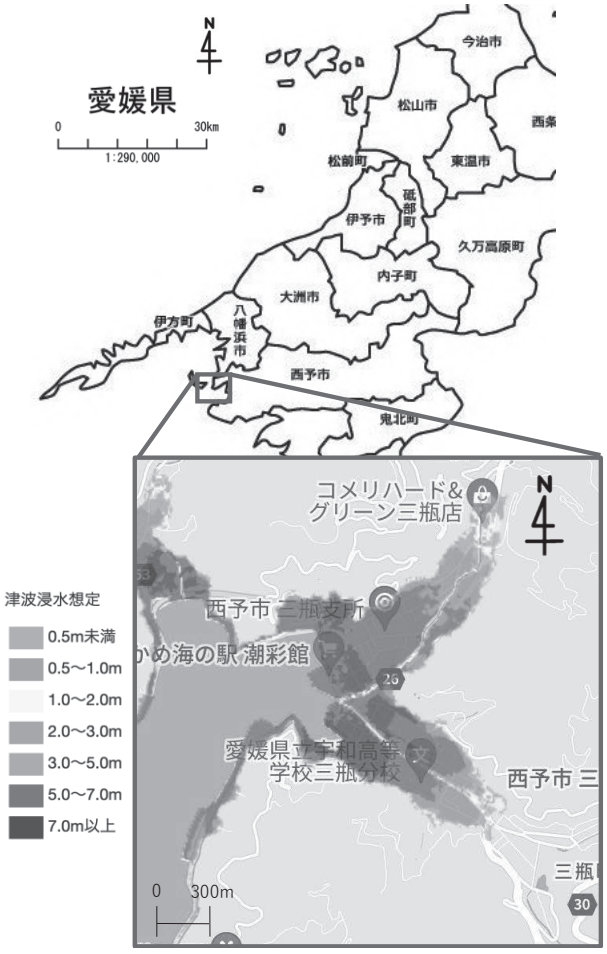


図-1　愛媛県西予市三瓶東地区と津波浸水想定

（2022）は、大雨時の浸水解析に基づく水害体験 VR を制作し、制作した VR の映像をワークショップ参加者に見せた。その結果、水害体験 VR が災害を我が事として捉えることに有効であることを確認した。VR を活用した防災教育の事例として、新保ら（2022）は、交差点を一つのすごろくのマスと見立て災害時の避難行動について学ぶゲーム「防災すごろく」のアプリケーションを開発した。このアプリはランダムな出発点から避難所に向かう間に豪雨、浸水、火災、渋滞の発生に伴う避難方法や避難経路の変更を学ぶことを可能とした。特定の地点では 360 度全天球映像（VR）を通して浸水や火災を体験できるようにし、VR コンテンツを導入したことによって、体験者の災害に対する理解度を上げ、災害に対する誤認識を防ぐ結果を得た。また、王ら（2023）は、津波被害が想定される地域において都市・地域モデル、津波及び避難シミュレーション結果を統合し、避難場所及び避難場所に向かうある地点でアイレベルでの体験が可能な VR 津波疑似体験システムの構築を行った。制作した VR を地元の中学生に体験させ、体験後にアンケート調査を行った結果、避難場所での体験をした生徒に比べて避難場所に向かう地点での体験をした生徒の方が津波からの早期避難を意識することを確認した。

一方で、王ら（2023）は、あらかじめ設定した位置（避難場所とそれに至るある一地点）のみでの擬似体験となっている点を課題として挙げ、また、新保ら（2022）は、「初期位置に応じた避難場所（複数のゴール）の必要性」を課題として挙げている。そこで本研究では、津波からの避難を学ぶ上で、家や学校などの任意の地点から任意の避難場所までの避難を経験することが重要であろうとの考えのもと、交差点間をすごろくのように移動しながらスタート地点（家や学校）からゴール地点（避難場所）までの避難を体験できる VR を制作した。また本 VR では、交差点やその周辺（本論文ではシーンと称する）であれば VR 空間上でプレイヤーが自由に移動することができるようにした。

図-2　Polycam を用いた街の撮影

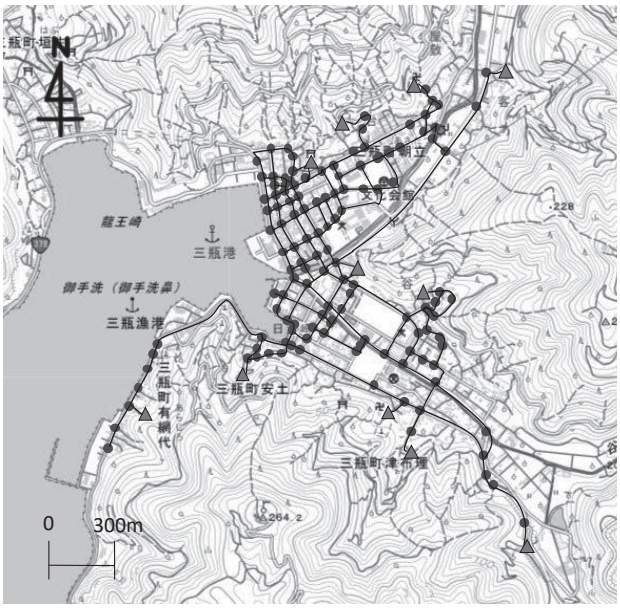


図-3　津波避難体験 VR でプレイ可能なエリア
丸はシーン、三角は避難場所を示しており、
線で繋がっているシーンは行き来することができる

VR の開発には有志の中高生が参加し、主に街並みの撮影を行った。この津波避難体験 VR を地元の中高生 100 名に HR の時間（50 分）を利用して体験してもらい、体験会前後にアンケート調査を行った。本論文は、中高生の VR 体験を通して得られた防災教育における VR の知見について報告するものである。

図-4　VR 空間内の 1 シーンの例

２．研究方法

（１）研究対象地区

本研究は愛媛県西予市三瓶町三瓶東地区を対象とした（図-1）。西予市 HP によると、当地区は愛媛県南西部に位置し、地区の西側にはリアス式海岸の三瓶湾が開けており背後には 300 m から 500 m の急峻な山々が連なっている地域である。愛媛県（2013）による想定では、L2 津波（最大クラスの津波）規模の南海トラフ地震によって発生する最高津波水位は地震発生から 81 分後に T.P. + 9.3 m と予想されている。

愛媛県立宇和高等学校、愛媛県立宇和高等学校三瓶分校、西予市立三瓶中学校の 3 校を 2022 年 7 月 19 日に訪問し、VR 制作プロジェクトへの参加者を地元中高生から募った。その結果、宇和高校から 6 名、宇和高校三瓶分校から 4 名、三瓶中学校から 4 名の計 14 名の生徒がプロジェクトに参加することになった。参加者とは、ビジネス用メッセージングアプリ（Slack）を用いて連絡を取り合った。

（２）津波避難体験 VR

a）街並みの撮影と点群データの編集

研究対象地区の撮影にはスマートフォンアプリの Polycam（Polycam 社）を用いた（図-2）。Polycam は撮影した画像データを SfM（Structure from Motion）/MVS（Multi View Stereo）技術に基づいて 3D モデルを構築できるアプリケーションである。また、Polycam で作成したデータは外部のプログラムやデバイスとも互換性があるため、後述する Blender（Blender Foundation 社）や Unity（Unity Technologies 社）に撮影した 3D モデルをエクスポートすることも可能である。一度に撮影できる枚数制限（250 枚）があったため、撮影する箇所を交差点と交差点付近 5 ~ 10 m に限定した。この作業を有志の参加者と共に行い、約 2 ヶ月かけて計 136 シーンを撮影した（図-3）。撮影した画像を Polycam 独自のクラウドにアップロードすると、クラウド上で自動的に 3D モデルが生成される。本研究では生成された 3D モデルを OBJ 形式で出力し、Blender で読み込んだ。Polycam で生成された 3D モデルは、点群データが過密に存在していた部分があったため、Blender を用いて不要な点群データを削減した。Blender で編集後の 3D モデルは FBX 形式で出力した。

図-5　津波避難体験 VR の様子

図-6　追加した副次的エフェクト

写真-1　体験会の会場の様子

b）地形データと津波データ

国土地理院が提供している DEM（Digital Elevation Model）をもとに三瓶東地区全体の 3D 地形データを生成し、Google map のサテライト写真をマッピングした。ここに 136 シーンの 3D モデルを配置した。

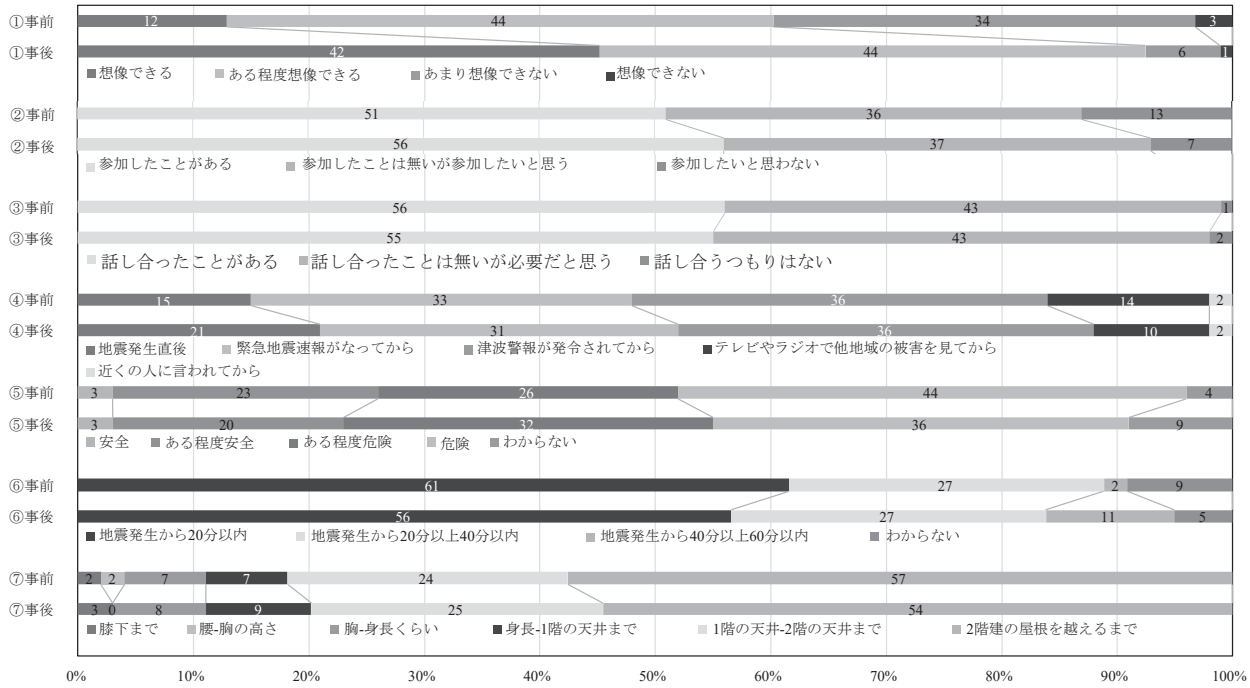
また、津波の水位データとして、愛媛県（2013）による L2 津波（最大クラスの津波）規模の南海トラフ地震が発生した場合の試算結果を使用した。三瓶東地区での 1 秒ごとの時系列データを抽出し、それを津波避難体験 VR 内での地震発生後からの経過時間に合わせて津波の水位として与えた。これにより、三瓶東地区の地形に沿って津波が遡上していく様子を表現した。津波は Unity の Standard アセットの Water パッケージを使用し、水面のテクスチャを黒にすることで実際の津波のイメージに近づけた。

表-1　事前事後アンケートの概要

通し番号	質問項目	選択肢
	事前事後共通	
①	自分自身が被災するイメージの有無	想像できる, ある程度想像できる, あまり想像できない, 想像できない
②	防災イベントへの参加有無	参加したことがある, 参加したことがないが参加したいと思う, 参加したいと思わない
③	家族との地震時についての話し合い	話し合ったことがある, 話し合ったことはないが必要だと思う, 話し合うつもりはない
④	地震発生時の避難タイミングに関する考え	地震発生直後, 緊急地震速報がなってから, 津波警報が発令されてから, テレビやラジオで他地域の被害を見てから, 近くの人に言われてから, 逃げない
⑤	自宅の安全性に関する考え	安全, ある程度安全, ある程度危険, 危険, わからない
⑥	自宅から避難場所までの所要時間	地震発生から20分以内, 地震発生から20分以上40分以内, 地震発生から40分以上60分以内, 地震発生から60分以上70分以内, 到着できない, わからない
⑦	三瓶における津波の高さに関する知識	来ない, 膝下まで, 腰～胸の高さ, 胸～身長くらい, 身長～1階の天井まで, 1階の天井～2階の天井まで, 2階建の屋根を越えるまで
⑧	三瓶で発生する可能性のある災害についての知識	建物の倒壊, 津波, 火災, 土砂崩れ, 液状化, 河川の氾濫, 噴火, 原発事故, 停電, その他（）
⑨	津波からの避難時の注意事項（思いつく限り）	（自由記述）＊制限時間2分
	事前のみ	
⑩	過去の災害経験の有無	ある, ない
⑪	ハザードマップの閲覧経験	ある, ない
⑫	避難場所の決定	決めている, 決めていない
⑬	避難経路の把握	できている, できていない
	事後のみ	
⑭	津波避難体験VRは楽しかったか	楽しかった, まあまあ楽しかった, あまり楽しくなかった, 楽しくなかった
⑮	継続してVRを用いた防災教育を行いたいか	思う, 思わない
⑯	津波避難体験VRの感想	（自由記述）

c）体験 VR の作成

3D モデルを Unity に取り込み、仮想空間上に三瓶の街並みを再現した。VR 空間内のある 1 シーンを**図-4** に示す。三瓶東地区全体の 136 のシーンの 3D モデルを 3D 地形モデルに合わせて配置し、隣り合うシーンは相互に行



図–7　事前事後における回答の変化

き来することができるようにした（**図–5** の上から 3 段目）。本 VR は Unity の Starter アセット（3 人称視点）を使用した。シーンを移動する場合には、シーン間の距離に応じて経過時間を加算し、それに合わせて津波の水位も更新させている。各シーンには番号を振っておき、そのシーン番号をゲーム開始画面（**図–5** 上段）にて入力することで該当シーンからプレイできるようにした。プレイ画面右上には地震発生からの経過時刻を表示し、地震発生から 50 分後（三瓶東地区で浸水が始まる 1 分前）をデフォルトのスタート（避難開始）時刻とした。このスタート時刻はゲーム開始画面の右上で体験者が任意に決めることができ、体験者の自宅に津波が到達する少し前をスタート時刻とするなどしてプレイすることができるようにした。プレイ中は画面右上の時間表示が刻一刻と変化していき、地震発生からの経過時間を確認することができる。プレイヤー（Starter アセット）のデフォルトの歩行速度は 2.0 m s^{-1} であり、本 VR でもその値を使用した。さらに、浸水の進行に比例してプレイヤーの歩行速度が減速するように設定し、浸水がプレイヤーの腰の高さに達した時点でプレイヤーの歩行速度が 0.0 m s^{-1} となる。なお、プレイヤーの歩行速度が 0.0 m s^{-1} となった場合、ゲームオーバーとなる。なお、この設定は千葉県（2016）の千葉県津波避難計画策定指針を参考に設定した。

特定のシーンには落石やブロック塀の崩壊を想起させるエフェクト、火事を想起させる煙エフェクト、夜間時における津波からの避難を想起させる夜間エフェクトを追加した（**図–6**）。

d）体験会の開催とアンケート調査

愛媛県立宇和高校三瓶分校の 1、2 年生（2022 年度）30 名（1 年生が 14 名、2 年生が 16 名）、及び西予市立三瓶中学校の 2、3 年生（2023 年度）70 名（3 年生が 40 名、2 年生が 30 名）を対象として HR の時間（50 分）の時間を利用して津波避難体験 VR を体験してもらった（体験者の中で有志の生徒は、三瓶分校 2 年生 2 名、三瓶分校 1 年生 1 名、三瓶中学校 3 年生 4 名の計 7 名であった）。体験会の様子を**写真–1** に示す。パソコン 1 台を 3 人で交代しながら全員がプレイできるようにし、生徒は下記を体験した。第 1 部では、避難路上にてブロック塀が崩壊する瞬間を体験する。また、避難場所に到達したときに町内全体を見渡すと煙が上がっているのを見る。第 2 部では、自宅または学校から西予市が指定している避難場所に避難する。第 3 部では、夜に地震が発生した場合を想定しプレイヤーが所持している懐中電灯が照らす光のみで避難場所まで避難する。

この体験会の前後に防災意識や理解についてのアンケート調査（**表–1**）を実施し、津波避難体験 VR の効果について分析した。なお、本研究で実施した体験会とその前後のアンケート調査にはプロジェクトに参加した中高生も含まれている。彼らは主に街並みの撮影を行っており、体験会当日まで彼らは完成した VR を体験していない。したがって、事前事後アンケートの集計において、その他の生徒と同じように評価した。

3．結果と考察

（1）VR 体験前後での防災意識の変化

事前と事後で共通の質問（**表–1**①〜⑦）における、回

表-2　表-1①における回答の推移

事前＼事後		想像できない	あまり想像できない	ある程度想像できる	想像できる	合計
想像できない	度数	1	0	2	0	3
	回答割合(%)	33.30	0.00	66.70	0.00	100.00
	調整済み残差	5.5	-0.5	0.7	-1.6	
あまり想像できない	度数	0	6	22	6	34
	回答割合(%)	0.00	17.60	64.70	17.60	100.00
	調整済み残差	-0.8	3.3	2.6	-4	
ある程度想像できる	度数	0	0	20	24	44
	回答割合(%)	0.00	0.00	45.50	54.50	100.00
	調整済み残差	-1	-2.4	-0.3	1.7	
想像できる	度数	0	0	0	12	12
	回答割合(%)	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
	調整済み残差	-0.4	-1	-3.5	4.1	
合計	度数	1	6	44	42	93
	回答割合(%)	1.10	6.50	47.30	45.20	100.00

答の分布の変化を**図-7** に示す。無回答は除外したため、各設問で有効回答数は異なる。また、**表-1**②の質問の選択肢である「(防災イベントに) 参加したことがある」や、**表-1**③の質問の選択肢である「(家族と) 話し合ったことがある」は、事実確認のための選択肢であったが、質問②では 5 名、質問③では 1 名が事前と事後で異なる回答をしていた。質問②、質問③の難易度は高いとは考えにくく、質問文や回答方法も事前と事後で変えていない。当該生徒はそれ以外の設問に対して適切に回答しており、生徒自身の曖昧な記憶によって事前と事後で異なる回答をした可能性があると考える。そのため、当該生徒の回答は、質問②、質問③それぞれで無効とした。

事前と事後 7 個全ての質問においてマクネマー検定を行ったところ、自分自身が被災することのイメージが想像できるかの質問（**表-1**①）のみに有意な差がみられた（カイ 2 乗値は 49.00、漸近有意確率 (両側) は $p < 0.001$）。そこで、**表-1**①の質問の事前と事後における回答の変化を**表-2** のクロス集計表に示す。度数が最も大きかったのは事前で「ある程度想像できる」から事後で「想像できる」であり、その度数は 24 であった。2 番目に度数が大きかったのは事前で「あまり想像できない」から事後で「ある程度想像できる」であり、その度数は 20 であった。以上より、津波避難体験 VR を体験することにより、災害をイメージしやすくなったことが示された。このことは、VR を用いて災害の可視化を図った王ら（2023）や花本ら（2022）の研究からも同様の結果を得ている。

表-1②、③の質問は、それぞれ津波避難体験 VR を通して防災イベントへの参加意向、家族とのコミュニケーションの重要性について問うた質問であった。事前と事後における意識の変化を分析するために、質問②では「(防災イベントに) 参加したことは無いが参加したいと思う」または「(防災イベントに) 参加したことは無いし参加しようと思わない」の選択グループ（44 名）に絞って再度マクネマー検定を行った。質問③も同様に、「(家族と) 話し合ったことは無いが必要だと思う」または「(家族と) 話し合ったことは無いし必要だと思わない」の選択グループ（44 名）に絞ってマクネマー検定を行った。その結果、質問②、質問③共に事前と事後のアンケート回答における有意な変化は見受けられなかった。このことから、VR は災害のイメージを向上させることには寄与するものの、日頃の防災意識の変容には直接的に影響するとは言えない。

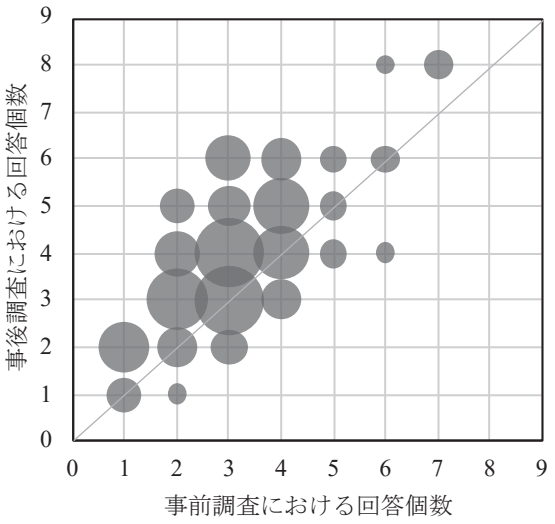


図-8　自由回答数の変化

（2）津波からの避難時に対する注意事項の変化

表-1⑨の質問（津波からの避難時の注意事項）に対する事前と事後の回答数を比較した結果を**図-8** に示す。この回答において質問に対する不適切な回答は見受けられなかった。

a) 記述個数の変化

事前の平均回答数は 3.14 個であったのに対し事後の平均回答数は 3.92 個であった。対応サンプルの差についての t 検定の結果、平均値の差は統計的に有意であり、津波避難体験 VR を体験することで津波からの避難時に注意すべきことをより具体的に考えるようになったと考える（t 値は -7.110、自由度は 99、有意確率は $p < 0.001$）。

b) 記述内容の変化

自由回答をその内容に応じて分類し、回答内容を事前事後で比較した結果を**表-3** に示す。表中に示すように、本研究では自由回答を分類するため、13 個のカテゴリーを設定した。**表-3** より、「避難経路」、「倒壊や落石」、「自分優先の行動」、「夜・停電」、「火災」、「津波」、「水害」、「津波」、「水害」、「その他」の 10 項目において、事後回

表-3　自由回答の分類分けと回答数

分類	回答例	事前	事後	差分[注)]
避難経路	道が安全に通れることを確認, 避難経路の確認, その場所にあった避難場所を見つける	8	37	+29
倒壊や落石（土砂崩れ、電線電柱含む）	建物の倒壊, 足元だけでなく壁などが崩れてこないか確かめる, 電線が切れている所に近づかない	64	101	+37
周囲への配慮	周りに声をかけながら避難する, 高齢者の方がいたらお手伝いなどをする,避難中に自分勝手にならない	31	27	-4
自分優先の行動	自分の命を優先する, 人を待たない, 誰か転けても自分は逃げる	3	6	+3
準備や備え	食料を持っていく, 生理品は揃っているか確認する, 落下物に備えて頭を守るものをつける	20	17	-3
避難行動	高いところに避難する, 川の氾濫に気を付ける, スマホなどで状況を確認しながら高いところに上がる	61	51	-10
夜・停電	懐中電灯を持っておく, 夜の時は視界が狭いので気を付ける	0	18	+18
余震（地震）	余震に気を付ける,余震	2	8	+6
火災	火事, 火災, 家のガスコンロを切る, 火災にならない様に初期消化する	6	16	+10
自戒	焦らない,慌てない,落ち着いてなどの心構え	115	93	-22
津波	津波に飲まれないようにする, 津波がどこまで来ているか把握する	1	12	+11
水害	液状化,浸水	1	3	+2
その他	原発事故	0	1	+1
	不適切な回答	0	0	0
	合計	312	390	+78

[注)] 差分 = 事後の回答数 - 事前の回答数

答数が事前回答数を上回る結果となった。津波避難体験 VR では、自宅から避難場所までの津波からの避難を能動的に体験できることに加え、シーン（交差点やその周辺の建物）内で避難を阻害するブロック塀の倒壊エフェクト、火災を想起させる煙エフェクト、夜間時における津波からの避難を想起させる夜間エフェクトを全員に体験させた。ブロック塀が倒壊する瞬間を目撃したとき、その倒壊したブロック塀を避けたり乗り越えて移動する必要が生じるとき、夜間に周囲が見えず移動が困難になるとき等に、体験者の反応が大きくなることを観察している。VR 空間内をプレイヤーが自由に動き回ることができる上、その動きに連動して副次エフェクトを体験できることが、事後回答数が事前回答数に比べて増加したことの一因と考えられる。なお、同一生徒が同一カテゴリーの回答を複数個行っていたケースが見受けられたが、最も多い場合でも 4 個であった。また同一生徒が全て同じカテゴリーに分類される回答をしていたケースもなかった。よって、ある特定の生徒の回答が全体の集計結果に大きく影響を与えていないことを確認している。

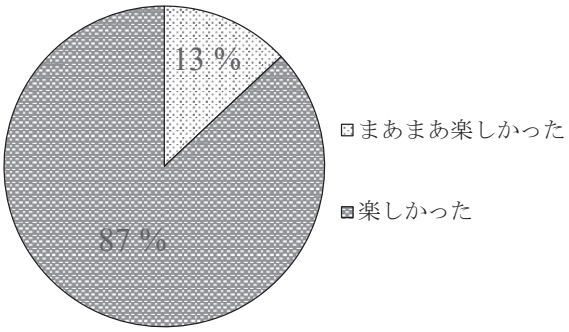


図-9　VR の感想

一方で、誰かを助けるといった共助意識に関する回答「周囲への配慮」の回答数が減少し「自分優先の行動」が増加する結果となった。本コンテンツでは自身が操作するプレイヤーのみが VR 空間内に存在しており、他者は存在しない。体験者自身の避難についての学びは深まった一方で、周囲の人と助け合っての避難については意識が向かわなかったようである。この点については、今後に向けた課題として４章（２）で述べる。

（３）体験会を通しての感想

表-1⑭の結果（図-9）を見ると、87％の生徒が「楽しかった」、13％の生徒が「まあまあ楽しかった」と回答していた。また、生徒による津波避難体験 VR の感想として「避難の大切さや行動方法が分かり、自分の命を守れるようになりたいと思った」、「夜になるとわからなくなることが分かり、崩れる場所や道路の状態に注意が必要だと感じた」、「避難訓練では思い通りに行動できるが、実際の地震では対応できないことが分かり、避難場所の知識を増やしたいと思った」といった意見があり、津波からの避難に関する気づきや防災活動への意欲が芽生えていることが伺えた。さらに、「自宅からの避難が体験できて勉強になった」といった意見が多数見受けられたとともに、自宅からの避難を体験できなかった生徒うち 2 名からは「自宅からの避難を体験したい」といった意見が見受けられた。このことから本研究で開発した津波避難体験 VR で実装した、スタート地点（避難開始地点）やゴール地点（避難場所）さらにはゴール地点に到達するまでの避難経路を体験者自身が決定できる機能が重要であったことが伺える。

（４）追加調査（ヒアリング）の結果

VR 体験会の約 40 日後に三瓶中学校の生徒 7 名（2 年生 3 名、3 年生 4 名）、及び約 4 ヶ月後に三瓶分校の生徒 2 名（2 年生 2 名）に対して追加調査を行った。「体験会後に防災に関して起こした行動」、「VR 体験で記憶していること」、「VR の制作に携わってみたいか」などを学年

ごとに30分以上ヒアリングした。

ヒアリングの対象者は、「家族との話し合い」(**表-1②**)において「家族と話したことがある」、または「家族と話したことはないが必要だと思う」と回答していた。また、三瓶中学校の2年生3名以外は、西予市三瓶東地区で5回に渡って行われた三瓶東地区事前復興WSの参加者であった。

津波避難体験VRの体験をきっかけに彼らが取った行動を以下に示す。括弧内にその行動を取った人数を示す（一人で複数の行動を取った生徒がいたため、数に重複がある)。

- 家族にVRで体験したことを共有（5名）
- 家具の固定（2名）
- 実際に歩き、避難経路を確認（3名）

ヒアリングに参加した生徒は上述の通り、防災について家族と話し合っている、または話す必要があると考えている生徒であった。彼らは防災意識やコミュニケーション力が高かったためか、津波避難体験VRをきっかけとなり体験会後に防災に関する行動を起こしたと考えられる。

さらに「南海トラフ地震（津波)」と聞いて連想する言葉について口頭で質問したところ、「家屋の倒壊」、「火災」、「土砂崩れ」、「ヘルメットの着用」といった意見が挙がった。これらは津波避難体験VRで体験した副次的な効果の内容であった。40日後にヒアリングした中学生だけでなく、4ヶ月後にヒアリングした高校生も上記のようなVRの内容をよく記憶していた。豊沢ら（2010）は、小学校において防災教育を施した児童の知識の持続性について検討した結果、災害に対する認知は3ヶ月後まで持続することはなく、元の水準に戻ることが示された。豊沢らの研究では小学生が対象であったが、少なくとも今回のヒアリングを行った高校生2名に関しては、VR体験（防災教育）3ヶ月後もVRを通し学習した内容を記憶していたと言える。菊池ら（2015）は、シリアスゲーム（VR）を通して学ぶ防災教育は、テキスト学習による学習効果に比べてやや劣ると指摘している。しかし、長期的な認知の維持に関しては従来の座学での防災学習に比べてVRを通した体験型の防災学習の方が優れている可能性がある。

4．おわりに

（1）まとめ

本研究では、津波に対する防災意識の向上を目的として、津波からの避難を体験できるVRを制作した。制作においては地元中高生協力のもとシーン（交差点とその周辺の建物）を計136地点で撮影し、それぞれのシーンをVR空間上に再現した。この津波避難体験VRを地元の中高生100名にHRの時間（50分）を利用して体験してもらい、体験会前後にアンケート調査を行った。アンケート結果より、津波避難体験VRを体験することにより地震発生時に遭遇し得る状況をイメージできるようになった生徒が増え、津波からの避難について具体的な対策を考えられる様になっていた。また、津波避難体験VRにおいては、自宅からの避難を体験することの重要性も示唆された。さらに、体験会の40日以上経過した後もVRで体験した内容を覚えていた生徒が9名中9名と全員であり、一部の生徒は体験会後に家具の固定や、実際に歩いて避難経路の確認をしたことが確認できた。

（2）今後の検討課題

a）発達段階に応じたVRコンテンツの作成

本研究では中学生と高校生が同一のVRを体験したが、アンケートの結果、学年の違いによる有意差は無かった。文部科学省（2007）は、児童生徒の発達段階に応じて防災教育のコンテンツを整理・作成することが必要であると述べており、例として、小学生向けには自分の身を守る擬似体験の追加や、中高生向けには他者との協働による避難の重要性を意識させるエフェクトを導入するなど、発達段階に応じたVRコンテンツの開発が必要だと考える。

b）他地域への展開

本研究では地元（愛媛県西予市三瓶東地区）に住む中高生が津波避難体験VRを体験したことで、地震発生時に遭遇し得る状況をイメージできるようになっていた。この結果は生徒（体験者）が普段からよく知っている自分たちの街並みが再現された仮想空間上で津波からの避難を体験したことが背景にあるのかもしれない。今後、他地域に住む住民（生徒）が体験しても同様の効果がみられるか確認したい。

c）NPC（Non Player Character）の実装

今回制作したVRでは仮想空間内にプレイヤー以外の人間（キャラクター）がいなかったこともあり、上述のアンケート結果より、「周囲への配慮」に関する記述が少なかった。共助の重要性を認知してもらうためにも操作できないキャラクター（NPC）の実装は急務であると考える。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、西予市危機管理課、愛媛県立宇和高校、愛媛県立宇和高校三瓶分校、西予市立三瓶中学校のバーチャル三瓶に参加してくれた生徒、及び、愛媛大学工学部社会基盤工学コースの学生には多大なご協力を頂いた。ここに記して謝意を表す。

参照文献

城下英行・河田惠昭（2007），学習指導要領の変遷課程に見る防災教育展開の課題，自然災害科学J, J SNDS 262163176.

文部科学省，現在の防災教育における課題（参照年月日：2023.06.20），https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/kaihatu/006/shiryo/attach/1367196.htm.

菊池駿一・蒔苗耕司（2015），施設内における避難行動学習のためのシリアスゲームの開発と学習効果の検証，土木学会論文集 F3（土木情報学），71 巻，2 号，pp.I_54-I_71.

新保泰輝・寺山一輝・越野亮・沖野浩太朗・荒木光一・吉田龍史（2022），VR コンテンツを用いた防災教育アプリケーション「防災すごろく」の開発とその教育効果，土木学会論文集 H（教育），Vol.78, No.1, 1-9.

花本悠輔・木原拓海・丸井健・藤森祥文・三谷卓摩・森脇亮（2022），水害体験 VR が住民の災害リスク認識と防災意識に与える影響，土木学会論文集 B1（水工学），Vol.78, No.2, pp.I_1015-I_1020.

王博・大川博史・藤山麗・樫山和男（2023），地域防災教育のための VR 津波擬似体験システムの構築，土木学会論文集，Vol.79, No.22, 22-22045.

西予市，基本データ（参照年月日：2023.06.20），https://www.city.seiyo.ehime.jp/kakuka/seisaku_kikaku/seisakusuishin/shinogaiyou/434.html.

愛媛県（2013），津波浸水想定について（参照年月日:2023.06.20），https://www.pref.ehime.jp/bosai/higaisoutei/documents/kaisetsusyo.pdf.

Polycam，公式ホームページ（参照年月日：2023.06.20），https://poly.cam/.

Blender，公式ホームページ（参照年月日：2023.06.20），https://blender.org/.

Unity，公式ホームページ（参照年月日：2023.06.20），https://unity.com/ja.

西予市，【防災】指定避難所（参照年月日：2023.06.20），https://www.city.seiyo.ehime.jp/kurashi_app/kinkyuji/3761.html.

千葉県，千葉県津波避難計画策定指針（平成 28 年 10 月改訂）（参照年月日：2023.12.07），https://www.pref.chiba.lg.jp/bousaik/tsunamihinannkeikaku/documents/documents/2810tsunami_shiryo5.pdf

豊沢純子・唐沢かおり・福和伸夫（2010），小学生に対する防災教育が保護者の防災行動に及ぼす影響 ―子どもの感情や認知の変化に注目して―，教育心理学研究，第 58 巻，第 4 号，pp.480-490.

（原稿受付 2023.06.30）
（登載決定 2024.01.26）

Development of VR for Tsunami Evacuation and Evaluation of its Effectiveness in Disaster Prevention Education Targeting Local Students

Takeru MARUI[1]・Mirai WADA[2]・Yukiko FUMOTO[3]・Yoshifumi FUJIMORI[4]・Daisuke SHIBA[5]・Tsuyoshi HATORI[6]・Nobuhiko MATSUMURA[7]・Ryo MORIWAKI[8]

[1]Department of Engineering, Faculty of Engineering, Ehime University (i520419u@mails.cc.ehime-u.ac.jp)
[2]Daitetsu Kogyo Co. Ltd (m-wada@daitetsu.co.jp)
[3]Department of Civil and Environmental Engineering, Ehime University (fumoto.yukiko.vr@ehime-u.ac.jp)
[4]Department of Civil and Environmental Engineering, Ehime University (fujimori.yoshifumi.me@ehime-u.ac.jp)
[5]Interfaculty Graduate School of Regional Resilience, Ehime University (shiba.daisuke.ey@ehime-u.ac.jp)
[6]Department of Environmental Design, Faculty of Collaborative Regional Innovation, Ehime University (hatori.tsuyoshi.mz@ehime-u.ac.jp)
[7]Department of Environmental Design, Faculty of Collaborative Regional Innovation, Ehime University (matsumura.nobuhiko.bc@ehime-u.ac.jp)
[8]Department of Civil and Environmental Engineering, Ehime University (moriwaki.ryo.mm@ehime-u.ac.jp)

ABSTRACT

In this study, we developed "Tsunami Evacuation VR" to enhance tsunami disaster preparedness. Collaborating with local students, we captured 136 locations, recreated them in VR, and added obstacles such as collapsed walls. 100 students experienced the VR during regular classes for 50 minutes. Questionnaires revealed improved awareness of earthquake situations and specific tsunami evacuation measures. Follow-up interviews after several ten days confirmed students taking actions like securing furniture and walking evacuation routes.

Keywords *: VR, Nankai Trough earthquake, Tsunami, Disaster preparedness education, Digital twin*

多理論統合モデルを用いたローカル観測の地域への浸透状況に関する評価

日野田圭祐[1]・竹之内健介[2]

[1]香川大学大学院　創発科学研究科（s22g306@kagawa-u.ac.jp）
[2]香川大学准教授　創造工学部（takenouchi.kensuke@kagawa-u.ac.jp）

和文要約

近年の技術革新に伴い地域性の高い情報を提供する観測（ローカル観測）の充実が図られている。一方でローカル観測を地域へ浸透させる効果的な方法や評価方法は十分に議論されていない。本研究では、Prochaska et al. (1994)が提唱する多理論統合モデル（TTM）を用いて、三重県伊勢市汁谷川下流域における危機管理型水位計の水位情報を活用する取り組み『汁谷川みんなで地域観測プロジェクト』を検証する。プロジェクトでは、地域の取り組みと個人の取り組みを実施し、ローカル観測の地域への浸透状況の評価を行うとともに、取り組み内容の違いから地域への浸透を図る上で効果的な方法を検討した。

結果、TTM による評価については、変容ステージと意思決定バランスやセルフエフィカシーの間で相関が確認され、他分野における結果と共通点も見られ、ローカル観測の地域への浸透状況の評価として、応用可能であることが確認された。また取り組み別に評価した結果、各取り組みへの参加が進むほど水位情報の活用が浸透している傾向にあり、地域・個人の両方の取り組みに参加している場合に最も浸透していた。このことから地域への浸透に対しては、ローカル観測を活用した地域の取り組みを行い、その参加者が観測情報を確認すると共に、地域で情報共有する体制を構築することが、効果的に地域へ浸透させることにつながると考察した。

キーワード：危機管理型水位計、ローカル観測、多理論統合モデル、地域への浸透、活動比較

1．はじめに

近年の豪雨災害の増加により、毎年のように犠牲者の出る大きな被害が各地で発生している。加えて今後、気候変動による災害の激甚化、頻発化も予測されている。このことを受けて、近年の技術革新に伴い地域性の高い情報を提供する観測（以下、ローカル観測）の充実が図られている。特に従来、設置・維持管理コストが高く水位計の設置が進んでいなかった中小河川では、2017 年に「洪水時に特化した低コストの水位計（以下：危機管理型水位計）」が開発されると、国の「中小河川緊急治水対策プロジェクト」によって設置が進められた。結果、中小河川や用水路などの水位情報が入手可能となり、身近な観測情報による避難の状況判断が可能となった。しかし設置個所の増加に対して、ローカル観測を行政や地域に浸透させていくための効果的な方法やその浸透状況の評価方法の検討は十分にされていない。

また従来河川管理者が中心となっていた防災対策に対して、近年は集水域から氾濫域にわたる流域に関わるあらゆる関係者が協働して防災対策を行う流域治水の取り組みも進められている。流域治水では、地域や住民の取り組むものとして、水田貯留など地域を水害から守る自主防災の取り組みやマイ・タイムラインなど自分自身や家族を守る取り組みがあげられている（国土交通省，2020）。流域治水のさらなる推進に向けては広報・普及活動による「流域治水を知る（認知）」「流域治水を自分事にする（深化）」「流域治水に貢献する（行動）」といった取り組みの戦略的な展開が必要であり（国土交通省，2021）、流域治水を自分事として実効性のある取り組みにしていくためには、このような認知・深化・行動による地域での理解と浸透が不可欠である。しかしながら、流

域治水の議論においても取り組みがどのように地域に浸透していくのか十分な検討はなされていない。

このような状況を踏まえ、本研究では、ローカル観測の地域における浸透状況に関する評価手法を検討するとともに、三重県伊勢市汁谷川下流域における危機管理型水位計を活用した地域防災の取り組みについて評価を行い、ローカル観測の地域への浸透に向けた効果的な取り組みを探求する。

２．関連研究

ローカル観測の地域防災への浸透状況について評価する上で、危機管理型水位計の地域における活用に関する研究やローカル観測の取り組み事例および本研究で水位情報の浸透評価に用いる多理論統合モデル（詳細は後述）に関連する研究を示す。

地域における危機管理型水位計に関する研究には、日野田ら（2022）がある。日野田ら（2022）は、三重県の自治体と伊勢市の自治会における危機管理型水位計の活用について質問紙調査を実施し、活用実態や活用上の課題を検討した。その結果、自治会での活用は進んでおらず、その要因を「認知度が低い」「活用方法が明確でない」と推察し、活用の推進には設置場所の検討段階から行政と地域の連携による認知度の向上と運用についても課題を整理し改善する必要があることを示唆した。

また参考となるローカル観測の取り組み事例には、福井県池田町（2015）、国土交通省（2016）などの事例があげられる。福井県池田町（2015）では、身近な河川の危険にいち早く気づき、住民が主体となった避難につなげることを目的に、集落の谷川などにきけん発見メーター（水位計）の設置を進めており、設置の希望は自治会長や自主防災会長を通じて町に希望を出すもので、町内 25 か所に設置が行われている。また国土交通省（2016）は、鳴瀬川水系・北上川水系において、フロート式センサーを用いて水位上昇を検知すると点滅等によって周辺の住民の避難を促すことを目的とした簡易アラート装置を設置し、地域での活用に向けて設置個所の住民や消防団などを対象とした説明会を実施している。

これらの研究や事例では、地域における危機管理型水位計の活用実態・課題等を示していたり、ローカル観測の地域での活用に向けた取り組みとして参考になるものの、危機管理型水位計の地域への浸透状況や効果的な取り組みについて検討されていない。

また多理論統合モデルに関する研究としては、従来から依存症や問題行動の改善など心理療法の分野で多くの研究と実践が行われてきた。しかし近年はこれら以外の他分野に多理論統合モデルを活用する研究も見られる。三神ら（2019）は、多理論統合モデルに着目した省エネ教育を実施し行動の実践度がどの程度変化するかを確認した。その結果、多理論統合モデルを意識した教育への介入策によって、行動変容につながる教育効果が得られることが明らかとなった。喫煙など「自己メリット」の大きい行動変容に用いられる多理論統合モデルが、省エネという「社会的メリット」の比重が大きい行動変容にも応用できることを示している。また上田ら（2016）は、住民の地域の取り組みへの行動変容と地域外の人（よそ者）との対応関係を検証し、地域づくりの主体形成における効果的なよそ者のかかわり方について多理論統合モデルを用いて検討した。その結果、多理論統合モデルは、地域づくりの主体形成の行動変容にも応用可能で、地域の取り組みにおいても成功体験や自己効力感が行動継続につながるといった点が見られ、多理論統合モデルが本来の活用される健康づくりと共通点があることを示唆した。加えて、防災分野に多理論統合モデルを用いた研究に大槻ら（2018）がある。大槻ら（2018）は、多理論統合モデルを活用した市民向け防災行動推進プログラムを開発し効果を検証した。その結果、行動変容の各段階に応じた教育機会を組み込む必要性を述べたことに加え、現在の防災教育に対し行動変容の各段階に応じたアプローチが不足し、防災活動の停滞につながる負の連鎖を引き起こしていると指摘した。

このように多理論統合モデルは、社会的メリットの大きい行動変容や本研究に関連する防災分野への適用も検討されているが、地域における取り組みの浸透を評価するものとして活用した事例は見られない。本研究は、ローカル観測の地域における浸透状況に関する評価手法として、多理論統合モデルの活用可能性を検討した。

３．研究方法

（１）研究目的

本研究は、ローカル観測の地域における浸透に対する評価手法を検討し、後述の『汁谷川みんなで地域観測プロジェクト』（以下、汁谷川プロジェクト）を通じた取り組みに対して評価手法を用いて検証し、その結果を踏まえて、ローカル観測の地域への浸透に効果的な取り組みを検討する。汁谷川プロジェクトは、三重県伊勢市汁谷川下流域の 8 自治会を対象とした危機管理型水位計を用いた地域防災の取り組みで、住民ワークショップや防災訓練など自治会を中心とした地域の取り組み（以下、地域の取り組み）と、SNS アプリである LINE のオープンチャット機能（以下、オープンチャット）を活用した情報共有による個人を中心とした取り組み（以下、個人の取り組み）を実施した。それぞれの取り組みに対して、水位情報の浸透状況について評価することで、取り組み内容による浸透状況の違いについて確認する。

（２）研究フィールド

研究フィールドである三重県伊勢市汁谷川下流域の 8 自治会（以下、モデル地区）は、世帯数 2,257 世帯、人口 5,131 人（2020 年 9 月 30 日時点）の地域である（**図-1**）。地域を流れる汁谷川は、一級河川宮川の支流であり、流路面積 11.68 ㎢、流路延長 3.7km、河川勾配 1/1000 の中

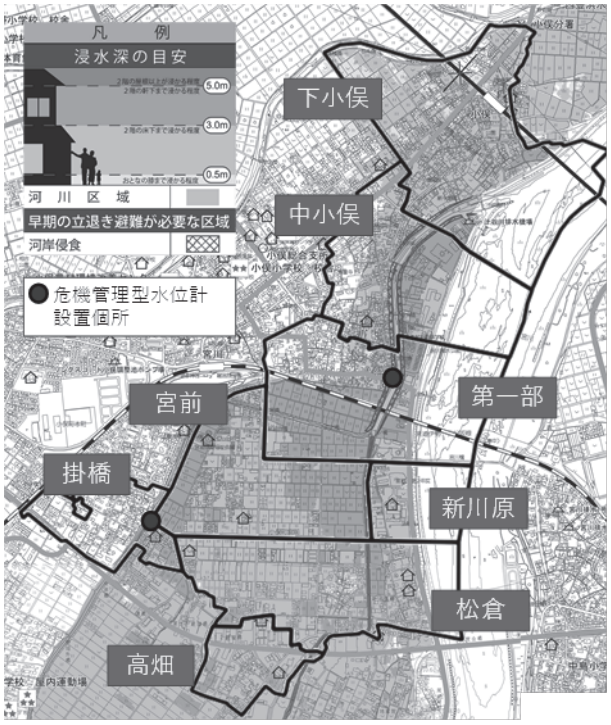


図-1　モデル地区（汁谷川下流域）
※伊勢市防災マップ（汁谷川洪水ハザードマップ）に著者らが追記

表-1　汁谷川プロジェクトの取り組み

	時期	地域の取り組み	対象(参加者数)	内容
（1）地域の取り組み				
2021年度	9～10月	事前調査	全世帯	
	10月13日	事前説明	自治会役員・自主防災組織（24名）	取り組みの説明と自治会ごとに地区の防災活動の実施状況・防災上の課題を確認した
	12月5日	第１回全体WS	モデル地区住民(97名)	地域にとってどのような雨が注意の必要な雨なのか、地域と雨の関係性を確認した
2022年度	6月	地区WS	自治会役員・自主防災組織(139名)	自治会における水位情報の活用目的を設定した
	10月	訓練	自治会役員・自主防災組織(128名)	洪水発生時の地域の様子をまち歩きしながら地域目線で確認し、地区タイムラインを検討した
	11～12月	事後調査	全世帯	
	12月18日	ふり返りWS	自治会役員・自主防災組織(20名)	各自治会の取り組みと課題について共有し、今後に向けた意見交換をした
（2）個人の取り組み				
2021年9月～		オープンチャット	モデル地区住民(144名)	大雨時等の情報共有

小河川である。汁谷川の氾濫における最大浸水想定では、居住地の多くが 0.5～3.0m の浸水域に該当し、田畑などを中心に周辺部では 3.0～5.0m の浸水域も見られる。また浸水継続時間は、居住地の多くが 12 時間未満であり、周辺部では 24 時間未満も見られる。モデル地区では 2017 年台風 21 号による強雨で内水氾濫や越水によって家屋の浸水など甚大な被害が発生した。これを受けて汁谷川では下流部の宮古橋（運用開始：2018 年 8 月 31 日）と掛橋（運用開始：2019 年 9 月 2 日）に危機管理型水位計が設置されている。過去の浸水被害や危機管理型水位計の設置を受けて、2021 年度から『汁谷川みんなで地域観測プロジェクト』と題して、危機管理型水位計を活用した地域防災の取り組みを実施している。

（3）汁谷川プロジェクトの取り組み

本研究では汁谷川プロジェクトとして水位情報を活用した地域の取り組みと個人の取り組みを実施した。なお 1 自治会は、居住者が少なく、従来から自治会としての活動が難しい状況にあり、2022 年度の地域の取り組みについては 7 自治会で実施した。また汁谷川プロジェクトの実施については、各自治会を通じて、後述のアンケート調査および地域の取り組みの案内の際に，その都度モデル地区の全世帯を対象にプロジェクトの概要や汁谷川の水位情報、オープンチャットについての広報を行った。

a）地域の取り組み

地域の取り組みは**表-1** が示すように、2021 年度はモデル地区全体で事前説明と全体ワークショップを実施し、2022 年度は自治会ごとに取り組みを行った。

2021 年度については、事前説明で取り組みの説明と地区の防災活動の実施状況・課題を確認し、全体ワークショップでは、モデル地区の一般住民を対象にどのような雨に対して注意が必要なのか、動画を用いて地域と雨の関係性について確認した。

2022 年度については、自治会ごとに災害リスクや居住者の状況が異なることから、地域の状況を踏まえた取り組みとするために、それぞれの自治会で自治会役員や自主防災組織の関係者などを対象として実施した。取り組みは、自治会における水位情報の活用目的を設定する地区ワークショップと洪水発生時の地域の様子をまち歩きしながら地域目線で確認し、地区タイムラインを検討する訓練から成る。訓練では、地区ワークショップで設定された活用目的に基づいて、水位情報を活用した地域の取り組みを地区タイムラインという形で整理し、今後自治会で取り組むことを検討した。

最後にモデル地区全体でふり返りワークショップを行い、各自治会の取り組み状況と課題について共有し、今後に向けた意見交換を行った。

b）個人の取り組み

個人の取り組みは、**表-1** に示すように、地域の取り組みに参加していない人も参加可能な取り組みとして、オープンチャットを用いた情報共有を実施した。オープンチャットは 2021 年 9 月に運用を開始し、144 名（2023 年 6 月 10 日時点）が参加し、運用開始から 2023 年 6 月 10 日までに 355 件の投稿が行われた。運用期間中の活用事例として、2022 年 7 月 26 日から 27 日にかけての短時間強雨や 2022 年 9 月 23 日に三重県に接近した台風 15 号では、雨の様子や川の様子などの複数の写真やメッセージの投稿があった。また昔から地域に住んでいる住民からは、平成 29 年台風 21 号の浸水状況や昭和 49 年台風 8

表-2　変容ステージの定義

	TTMの定義	本研究の定義	水位情報の浸透	地域の取り組み	個人の取り組み
前熟考期	6カ月以内に行動を変えようと思っていない段階。問題行動を認識していない。行動変容に興味がなく、始めるつもりがない時期。	対象となる行動や取り組みを知らない段階	汁谷川の水位情報のことを知らない	地域の取り組みについて何も知らない	汁谷川オープンチャットのことを知らない
熟考期	6カ月以内に行動を変えようと思っている段階。行動変容に関心はあるが、実行する意思はない時期。	対象となる行動や取り組みを知っているが行動したことない段階	汁谷川の水位情報のことは知っているが見たことはない	地域の取り組みを知っているが、参加したことはない	汁谷川オープンチャットのことは知っているが参加していない
準備期	1カ月以内に行動を変えようと思っている段階。行動を実行したいと思い、行動変容のために行動（準備）をしている時期。	対象となる行動や取り組みに向けて行動してみたいと思ったり、準備をしている段階	汁谷川の水位情報についてどのようなものか確かめたことがある	地域の取り組みに参加してみたいと思う	汁谷川オープンチャットに参加している
実行期	行動を変えて6カ月未満の段階。行動変容が見られるが持続する自信がない時期。	対象となる行動や取り組みのために行動している段階	雨が降った際に汁谷川の水情報を見たことがある	地域の取り組みに参加したことがある	汁谷川オープンチャットに参加し、確認したり投稿したりしたことがある
維持期	行動を変えて6カ月以上の段階。行動変容が見られ持続にも自信がある時期。	対象となる行動や取り組みを習慣的に行動している段階	汁谷川の水位情報を習慣的に見ている	地域の取り組みがあれば、できるだけ参加している	汁谷川オープンチャットを大雨の際に習慣的に確認したりしている
完了期	問題行動がすでに誘惑や脅威をもたらさなくなっている段階。逆戻りをする可能性がなく行動変容によって得たことを保持し健全な生活を開始する時期。	対象となる行動や取り組みは必ず行動している段階	汁谷川の水位情報は、水害に備える上で必ず確認するものになっている	地域の取り組みがあれば、必ず参加するようにしている	汁谷川オープンチャットは、水害に備える上で必ず確認したり投稿したりするものになっている

号による被害状況などを共有する事例も見られ、災害時の情報共有や過去の災害状況の共有が行われた。

（4）取り組みの評価モデル

本研究では、モデル地区において水位情報の活用が地域にどの程度浸透しているかを評価するため、Prochaska et al.（1994）が提唱する多理論統合モデル（Transtheoretical Model，以下、TTM）を活用した。TTM は、喫煙や依存症など行動変容が簡単でない問題行動を改善していくにあたり、心理療法の多様な理論に基づいて行動変容の段階を体系的に統合したモデルとして提唱され、研究や実践の分野において行動変容を促すモデルとして活用されている。本研究では、水位情報の浸透状況の評価を行うために、TTM の重要な構成要素である変容ステージ、意思決定バランス、セルフエフィカシーの観点から評価を行った。なお、地域の取り組みや個人の取り組み自体は、水位情報の浸透状況を変容させるための方策であるが、取り組みそのものも汁谷川プロジェクトにおいて、著者らと関係自治会で相談を行い、連携しながら開始したものである。そのため、これらの取り組みについても、水位情報の浸透状況と同様に、TTM による評価を行った。

まず変容ステージは、行動変容の過程の 6 つの段階であり、前熟考期から始まり、熟考期、準備期、実行期、維持期と進み、最終的に完了期に至る。ただし行動変容では、これらの段階を順調に進んでいくだけでなく、前の段階に戻ってしまう逆戻りも見られる。変容ステージの各段階の定義（**表-2**，TTM の定義欄）を踏まえ本研究における変容ステージを設定した。本研究における変容ステージは、（**表-2**，本研究の定義欄）が示すように前熟考期は「対象となる行動や取り組みを知らない段階」、熟考期は「対象となる行動や取り組みを知っているが行動したことがない段階」、準備期は「対象となる行動や取り組みに向けて行動してみたいと思ったり、準備をしている段階」、実行期は「対象となる行動や取り組みのために行動している段階」、維持期は「対象となる行動や取り組みを習慣的に行動している段階」、完了期は「対象となる行動や取り組みは必ず行動している段階」と定義した。この定義を踏まえて水位情報の浸透、地域の取り組み、個人の取り組みに対しても前熟考期から完了期に至る 6 段階の変容ステージ（**表-2**，水位情報の浸透、地域の取り組み、個人の取り組み欄）を設定し、事前・事後調査で水位情報の浸透状況や取り組み状況について評価した。またこれらの段階の前熟考期から準備期を実際に行動に至っていない段階「熟考段階」とし、実行期から完了期の実際の行動に至っている段階を「行動段階」として評価した。

意思決定バランスは、Janis and Mann（1977）によって提唱された意思決定理論の主要な構成概念に基づき、行動変容に際して感じる良い面（長所）と悪い面（短所）のバランスである。一般的に変容ステージの低い段階では、短所を感じることが多く、ステージが進むにつれて長所を強く感じるようになり、変容ステージを進める上でも意思決定バランスは重要な構成要素である。本研究では、水位情報の活用と地域・個人の取り組みが、自身と地域（他人）にとって有効性を感じるか 5 件法によって評価した。

セルフエフィカシー（自己効力感）は、Bandura(1977) によって提唱された社会的認知理論の中心的な構成概念であり、行動変容を遂行することに対する自信の強さのことである。行動変容において、変容ステージの低い段階ではセルフエフィカシーは低く、変容ステージが進むにつれて高くなる。またセルフエフィカシーが強いほど行動変容を遂行できる傾向にある。本研究では、水位情報については、活用意思と災害に備える意思、地域・個人の取り組みに対しては、活動意思と災害に備える意思

表-3 調査項目

調査項目	設問	TTM	設問内容（単一回答）	選択肢
水位情報の活用状況	事前1-① 事後1-①	変容ステージ	水位情報をどの程度知っているか？	表-2に示す水位情報の活用における6段階
	事後1-②	意思決定バランス	水位情報は、あなたにとって役に立つと思うか？	とても役に立つ/やや役に立つ/どちらともいえない/あまり役に立たない/役に立たない
	事後1-③	意思決定バランス	水位情報は、地域にとって役に立つと思うか？	
	事後1-④	セルフエフィカシー	あなたは、実際に汁谷川の水位情報を活用できると思うか？	とても思う/やや思う/どちらともいえない/あまり思わない/ほとんど思わない
	事後1-⑤	セルフエフィカシー	あなたは、水位情報を活用して災害に備えようと思うか？	
地域の取り組み	事後2-①	変容ステージ	あなたは、水位情報を活用した地域の取り組みに参加しているか？	表-2に示す地域の取り組みにおける6段階
	事後2-②	意思決定バランス	地域の取り組みは、あなたにとって役に立つと思うか？	とても役に立つ/やや役に立つ/どちらともいえない/あまり役に立たない/役に立たない
	事後2-③	意思決定バランス	地域の取り組みは、地域にとって役に立つと思うか？	
	事後2-④	セルフエフィカシー	地域の取り組みの中で積極的に活動できるか？	とても思う/やや思う/どちらともいえない/あまり思わない/ほとんど思わない
	事後2-⑤	セルフエフィカシー	地域の取り組みを通じて、災害に備えようと思いますか？	
個人の取り組み	事後3-①	変容ステージ	あなたは、汁谷川オープンチャットをどれくらい活用しているか？	表-2の個人の取り組みにおける6段階/スマホを持っていない。またはスマホを持っているがLINEを利用していない
	事後3-②	意思決定バランス	LINEによる情報共有は、あなたにとって役に立つと思うか？	とても役に立つ/やや役に立つ/どちらともいえない/あまり役に立たない/役に立たない
	事後3-③	意思決定バランス	LINEによる情報共有は、地域にとって役に立つと思うか？	
	事後3-④	セルフエフィカシー	あなたは、実際にLINEを活用して、情報共有できると思うか？	とても思う/やや思う/どちらともいえない/あまり思わない/ほとんど思わない
	事後3-⑤	セルフエフィカシー	LINEによる情報共有を利用して、災害に備えようと思うか？	
災害時の行動意思	事前4-① 事後4-①	セルフエフィカシー	水害が発生しそうなとき、あなたはしっかりと行動することができると思うか？	とても思う/やや思う/どちらともいえない/あまり思わない/ほとんど思わない
属性	事前5-① 事後5-①		性別	男性/女性/その他
	事前5-② 事後5-②		年齢	20代未満/20代/30代/40代/50代/60代/70代以上
	事前5-③ 事後5-③		地区	掛橋自治会/下小俣自治会/高畑自治区/第一部自治区/中小俣自治区/松倉自治区/宮前自治区/新川原自治区

を5件法によって評価した。

本研究では、調査結果に基づき変容ステージ、意思決定バランス、セルフエフィカシーの観点から水位情報の浸透状況を評価すると共に、汁谷川プロジェクトのアウトプットの評価として災害時に適切に行動できる確信度についてセルフエフィカシーと同様に5件法で確認した。

（5）取り組み状況の調査・分析

取り組み前後の水位情報の浸透状況を把握するために、モデル地区の 2,257 世帯を対象に、事前調査と事後調査を質問紙を地区で配布し回収することで実施した。調査項目を**表-3**に示す。前述のとおり変容ステージ・意思決定バランス・セルフエフィカシー、災害時の行動意思について確認した。事前調査は2021年9~10月に実施し、778 世帯から回答があり回収率は 34.4%、事後調査の調査項目は2022年11~12月に実施し、544世帯から回答があり回収率 24.1%であった。なお、本研究では地域全体としての水位情報の浸透状況を評価することを目的としている。すべての対象者を個別に追跡できればよいが、調査として限界があるため、個別の変化までは対象としていない。そのため、同じ回答者間の比較ではないが、事前調査と事後調査で、回答者の性別・年齢・居住地区に有意な差がないことを確認しており、回答者に偏りは見られなかったことを確認している。

本研究では、水位情報の浸透状況と災害時に適切に行動できる確信度については取り組み前後で比較を行い水位情報の浸透状況を確認した。また事後調査については、地域の取り組みと個人の取り組みについても同様にTTMによる評価を行い、それぞれの活動状況と水位情報の浸透状況との関係を確認した。加えて、水位情報の浸透状況と取り組みごとの変容ステージと意思決定バランス・セルフエフィカシーの関係について確認するためSpearman の順位相関係数を用いて相関関係を確認した。またχ二乗検定およびFisherの正確確率検定の有意差検定を実施する場合は、5 件法の設問については肯定・中立・否定の3分類で、変容ステージについては「前熟考期」・「熟考期」・「準備期」・「行動段階」の4分類で分析を行った。

4．調査・分析結果

まず回答者の属性について確認したところ、性別は事前調査で男性（56.3%）、女性（43.3%）、事後調査で男性（56.7%）、女性（43.0%）と、男女比はどちらもやや男性が多い結果であったが大きな偏りは確認されなかった。また年齢については、事前調査で20代未満（0.3%）、20代（2.0%）、30代（8.3%）、40代（13.5%）、50代（17.2%）、60代（24.4%）、70代以上（34.3%）、事後調査で20代未満（0%）、20代（1.3%）、30代（7.8%）、40代（12.2%）、50代（16.3%）、60代（22.0%）、70代以上（40.7%）と、

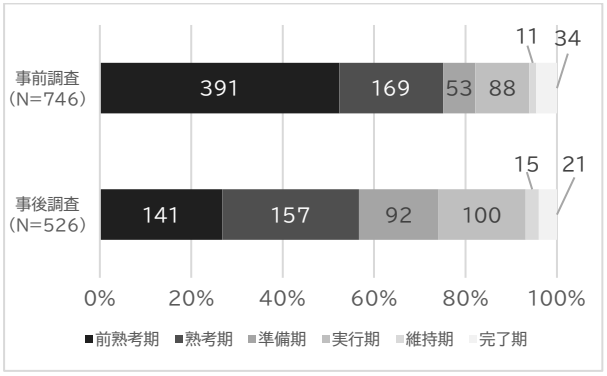


図-2　水位情報の浸透状況（変容ステージ）

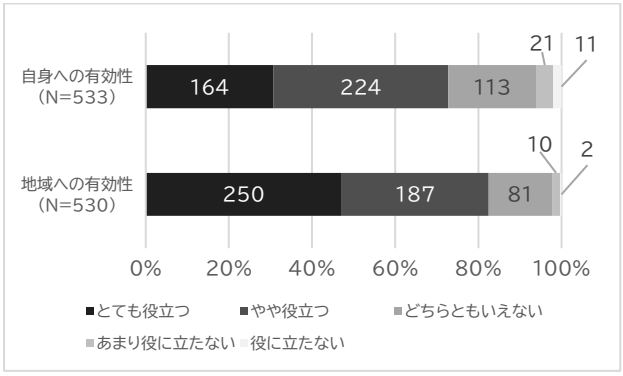


図-3　水位情報の浸透状況（意思決定バランス）

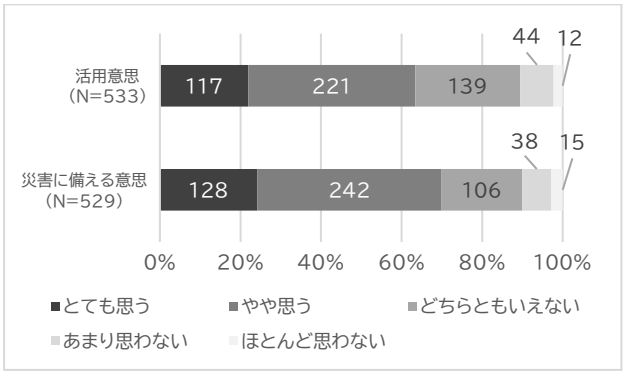


図-4　水位情報の浸透状況（セルフエフィカシー）

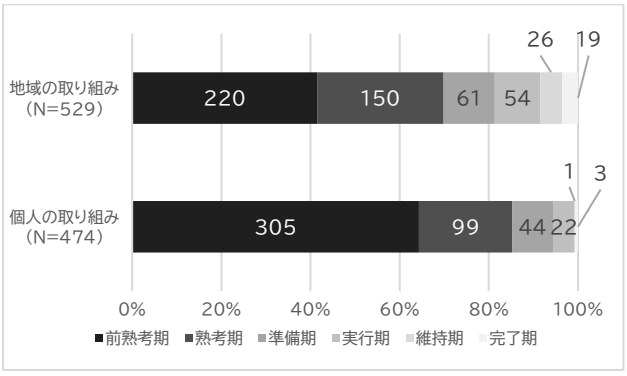


図-5　個人・地域の取り組み（変容ステージ）

事前調査と事後調査では同程度の年齢構成であった。このように個人属性については、性別と年齢で有意な差は確認されなかった。また居住地区については、特定の地区で回答率が高いなどの傾向も確認されなかった。

次に、事前調査と事後調査の結果について、**表-3** の順に確認する。

（1）水位情報の活用

水位情報の浸透状況について、変容ステージ・意思決定バランス、セルフエフィカシーを確認した。

a）変容ステージ

まず変容ステージ（事前 1-①・事後 1-①）を確認した結果を**図-2** に示す。事前調査では「前熟考期」が 52.4%、「熟考期」が 22.5%とほとんどを占めているのに対し、事後調査では「前熟考期」は 26.8%と低下し、一方「実行期」は 19.0%と増加していた。一度でも水位情報を確認したことのある「準備期」以降については事前調査が 24.9%であったのに対して、事後調査では 43.3%まで向上している。このように、取り組みを通じて水位情報の活用が進んだ状況が確認された（χ 二乗検定による有意水準 $p<0.001$）。

b）意思決定バランス

次に事後調査における意思決定バランス（事後 1-②・事後 1-③）を**図-3** に示す。自身に対しての有効性（事後 1-②）は、「とても役に立つ」（30.7%）、「やや役に立つ」（42.0%）がほとんどを占めていた。また、地域に対する有効性（事後 1-②）も同様に、「とても役に立つ」（47.2%）、「やや役に立つ」（35.3%）が多くを占めていた。意思決定バランスは、肯定的な回答が多く、自身への有効性と地域への有効性では、地域への有効性がやや肯定的な回答が多かった（Fisher の正確確率検定による有意水準 $p<0.001$）。

c）セルフエフィカシー

最後に事後調査におけるセルフエフィカシー（事後 1-④・事後 1-⑤）の結果を**図-4** に示す。水位情報の活用意思（事後 1-④）は、「やや思う」（41.4 %）、「どちらともいえない」（26.0%）が多くあげられ、災害に備える意思（事後 1-⑤）は「やや思う」（45.7%）、「とても思う」（24.1%）が多くあげられた。セルフエフィカシーはともに肯定的な回答が 60%以上を占めており、災害に備える意思が活用意思よりもやや肯定的な回答が多かった（χ 二乗検定による有意水準 $p<0.001$）。

（2）地域・個人の取り組み

次に、事後調査における地域の取り組みと個人の取り組みについての結果を確認した。

a）変容ステージ

事後調査における地域の取り組みと個人の取り組みの変容ステージ（事後 2-①・事後 3-①）の結果を**図-5** に示す。地域の取り組み（事後 2-①）は、「前熟考期」（41.5%）、「熟考期」（28.3%）、「準備期」（11.5%）が多く挙げられ、「行動段階」（18.6%）、「熟考段階」（81.4%）であり、「熟考段階」が多いことがわかる。個人の取り組み（事後 3-①）も、「前熟考期」（69.3%）、「熟考期」（20.8%）、「準備期」（9.2%）が多く挙げられ、「行動段階」（5.5%）、「熟考段階」（94.5%）であり、「熟考段階」が多いことがわかる。

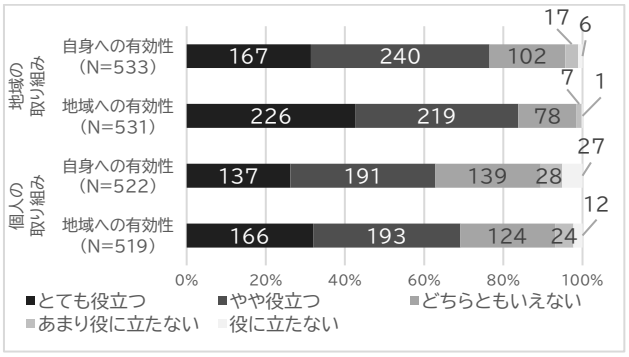


図-6 個人・地域の取り組み（意思決定バランス）

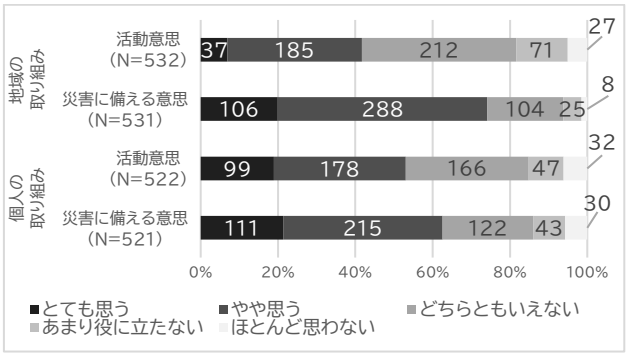


図-7 個人・地域の取り組み（セルフエフィカシー）

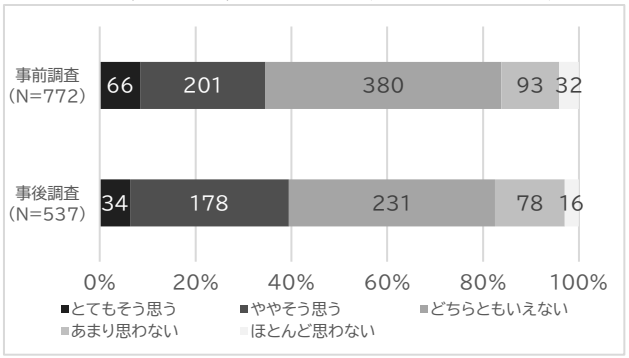


図-8 災害時の行動意思

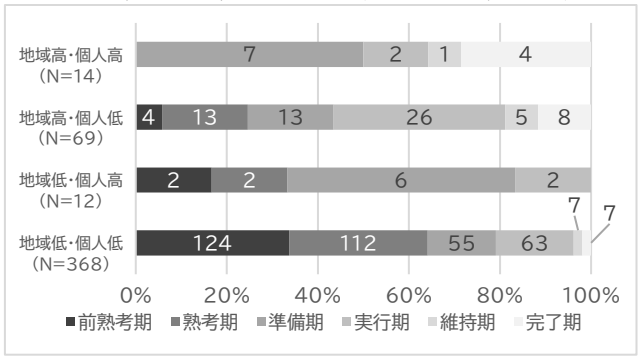


図-9 水位情報の取り組み状況別浸透状況

なお、スマホを持っていない場合やスマホを持っているが LINE を利用していない場合は回答から除いている。このように全体としては十分に「行動段階」まで到達していない回答者が多い。また地域と個人の取り組みを比較すると、地域の取り組みの方がやや進んでいると言える（χ二乗検定による有意水準 $p<0.001$）。

b）意思決定バランス

次に意思決定バランスを確認した。事後調査における地域と個人の取り組みに対する自身への有効性と地域への有効性の結果を**図-6** に示す。まず地域の取り組み（事後 2-②・事後 2-③）について確認すると、自身への有効性は「とても役に立つ」(31.3%)、「やや役に立つ」(45.0%) が多くを占めていた。また地域への有効性も、「とても役に立つ」(42.5%)、「やや役に立つ」(41.2%) がほとんどを占めていた。肯定的な回答は自身への有効性が 76.3%、地域への有効性が 83.7%であり、地域の方がやや高い（Fisher の正確確率検定による有意水準 $p<0.001$）ものの、自身と地域のいずれも有効性を認識していることがわかる。

次に個人の取り組み（事後 3-②・事後 3-③）について確認した。自身への有効性は、「やや役に立つ」(36.5%)、「どちらともいえない」(26.6%)、「とても役に立つ」(26.2%) が多くあげられた。また地域への有効性は、「やや役に立つ」(37.1%)、「とても役に立つ」(31.9%)、「どちらともいえない」(23.8%) が多くあげられた。肯定的な回答が、自身への有効性が 62.7%、地域への有効性が 69.0%とともに高いものの、地域の取り組みよりはやや低かった（χ二乗検定により自身への有効性、地域への有効性ともに取り組みの違いによる有意差あり $p<0.001$）。また地域の取り組みと同様、地域への有効性の方が個人への有効性より高く認識していた（Fisher の正確確率検定による有意水準 $p<0.001$）。

c）セルフエフィカシー

最後にそれぞれの取り組みについて、セルフエフィカシーを活動意思と災害に備える意思によって確認した結果を**図-7** に示す。

まず地域の取り組み（事後 2-④・事後 2-⑤）については、活動意思では、「どちらともいえない」(39.8%)、「やや思う」(34.7%)、「あまり思わない」(13.3%) と肯定的な結果が少なかった。一方取り組みを通じた災害に備える意思は、「やや思う」(54.2%)、「とても思う」(19.9%)、「どちらともいえない」(19.5%) と肯定的な結果の方が多かった。地域の取り組みでは、肯定的な回答が活動意思では 41.6%、災害に備える意思では 74.1%であり、活動意思よりも災害に備える意思の方が肯定的な傾向にあった（χ二乗検定による有意水準 $p<0.001$）。

次に個人の取り組み（事後 3-④・事後 3-⑤）ついては、活動意思では、「やや思う」(31.7%)、「とても思う」(31.9%)、「どちらともいえない」(23.8%) が多くあげられ、地域の取り組みよりも、肯定的な結果が多かった。取り組みを通じた災害に備える意思は、「やや思う」(34.0%)、「どちらともいえない」(31.8%)、「とても思う」(18.9%) が多くあげられ、地域の取り組みよりも肯定的な結果が少なかった（χ二乗検定により活動意思、災害に備える意思ともに取り組みの違いによる有意差あり $p<0.001$）。個人の取り組みでは、肯定的な回答が活動意思では 52.9%、災害に備える意思では 63.6%であり、地域の取り組み同様、活動意思よりも災害に備える意思の方が

表-4 水位情報の浸透状況と地域・個人の取り組みの関係に関する分析結果

（1）水位情報の活用と取り組みの関係

		地域の取り組み (変容ステージ)	個人の取り組み (変容ステージ)
水位情報の活用 (変容ステージ)	Spearmanの順位相関係数	.433**	.378**
	有意確率(両側)	.000	.000

（2）TTMとセルフエフィカシー・意思決定バランスの関係

		自身への有効性 (意思決定バランス)	地域への有効性 (意思決定バランス)	活用意思・活動意思 (セルフエフィカシー)	災害に備える意思 (セルフエフィカシー)	災害時の行動意思 (セルフエフィカシー)
水位情報の活用 (変容ステージ)	Spearmanの順位相関係数	.246**	.163**	.300**	.248**	.217**
	有意確率(両側)	.000	.000	.000	.000	.000
地域の取り組み (変容ステージ)	Spearmanの順位相関係数	.185**	.064	.383**	.257**	.325**
	有意確率(両側)	.000	.146	.000	.000	.000
個人の取り組み (変容ステージ)	Spearmanの順位相関係数	.243**	.210**	.235**	.244**	.227**
	有意確率(両側)	.000	.000	.000	.000	.000

**：相関係数は1%水準で有意（両側）

肯定的な回答が多くなる傾向にあった（χ二乗検定による有意水準 $p<0.001$）。

d）災害時の行動意思

最後にセルフエフィカシーとして水害が発生しそうなときにしっかりと行動できるか確認した（事前 4-①・事後 4-①）。ここでは、対応内容による区別はしておらず、対応できるかどうかの自信の程度を確認している。結果を**図-8** に示す。事前調査では、「どちらともいえない」（49.2%）、「ややそう思う」（26.0%）、「あまり思わない」（12.0%）が多く挙げられた。同様に、事後調査においても、「どちらともいえない」（43.0%）、「ややそう思う」（33.1%）、「あまり思わない」（14.5%）が多く挙げられた。取り組み前後で肯定的な回答を比較すると、取り組み前の 34.5%に対し、取り組み後は 39.4%であり、若干の改善が見られたもののχ二乗検定では有意差は確認できなかった（有意水準 $p\geqq0.05$）。取り組みを通じて災害時にしっかりと行動できるという回答は十分とは言えない。なお、**図-1** に示したように、対象地域のほぼすべてが水害の影響を受ける状況にあるため、対応内容としては避難行動を中心に何らかの行動が求められる状況にある。

（3）分析結果

本節では、前節までに確認した調査結果を基に、取り組みの違いによる水位情報の浸透状況の違いを、変容ステージ・意思決定バランス・セルフエフィカシーとの関係から分析する。

a）取り組みと水位情報の浸透状況の関係

まず取り組みと水位情報の浸透状況の関係を確認するため、TTM における変容ステージを前熟考期を 1、完了期 6 と、1 から 6 の数値で評価し、水位情報の浸透状況との関係について確認した。

まず水位情報の活用については、変容ステージの平均は事前の 2.00 に対し事後は 2.53 であり、水位情報の浸透状況は向上していた。また水位情報の浸透状況と地域・個人の取り組みのそれぞれの変容ステージについて、事後調査を対象に Spearman の順位相関係数を用いて相関関係を確認した。結果は**表-4**（1）に示す。地域の取り組みとの相関係数は 0.433、個人の取り組みとの相関係数は 0.378 で、ともに相関関係が確認された。

次に、各取り組みは排他的ではないため、ともに参加している回答者も存在しうる。そこで、地域の取り組みと個人の取り組みに対して、取り組み状況に応じて「活動低」（熟考段階：前熟考期，熟考期，準備期）と「活動高」（行動段階：実行期，維持期，完了期）として、「地域高・個人高」、「地域高・個人低」、「地域低・個人高」、「地域低・個人低」に分類し、水位情報の浸透状況とクロス集計を実施した。結果を**図-9** に示す。変容ステージを 1 から 6 で数値化した結果も含めて比較すると、地域高・個人高」では前熟考期・熟考期がなく、準備期（50.0%）、完了期（28.5%）が多く挙げられ、平均値では 4.14 であった。「地域高・個人低」では、維持期（37.6%）、熟考期（18.8%）、準備期（18.8%）が多く挙げられ、平均値では 3.56 であった。「地域低・個人高」では、準備期（50.0%）、前熟考期（16.6%）、熟考期（16.6%）、実行期（16.6%）が多く挙げられ、平均値では 2.66 であった。「地域低・個人低」では、前熟考期（33.6%）、熟考期（30.4%）、実行期（17.1%）が多く挙げられ、平均値では 2.28 であった。これら 4 分類について、Fisher の正確確率検定を実施した結果、有意差が確認された（有意水準 0.1%）。このように、取り組みへの参加が進むほど、水位情報の活用が浸透している傾向がある。また地域の取り組みと個人の取り組みを比較した場合、地域の取り組みに参加している方が個人の取り組みに参加している場合より、水位情報の活用が浸透している傾向にあった（Fisher の正確確率検定で有意水準 $p<0.05$）。

b）変容ステージと意思決定バランス・セルフエフィカシーとの関係

次に TTM において重視される意思決定バランス、セルフエフィカシーと水位情報の浸透状況の関係を確認する。意思決定バランスとセルフエフィカシーの選択肢について、「とても思う」「とても役に立つ」を 5、「ほとんど思わない」「役に立たない」を 1 と 1 から 5 で数値化し、Spearman の順位相関係数を用いて相関関係を確認した。結果を**表-4**（2）に示す。

まず水位情報の活用と各要素について相関関係を確認した。活用意思との相関係数は 0.300 で最も高く、自身への有効性は 0.246、災害に備える意思は 0.248、災害時の行動意思は 0.217 であり、弱い相関関係がある。地域への有効性は相関が 0.163 と弱い結果となった。

次に地域の取り組みと各要素について相関関係を確認した。活動意思は 0.383、災害時の行動意思は 0.325 とともに、やや相関関係がある。また災害に備える意思は 0.257 で弱い相関関係がある。自身への有効性は 0.185 で相関関係は弱く、また地域への有効性は 0.064 で顕著な相関関係は見られなかった。

最後に個人の取り組みと各要素について相関関係を確認した。自身への有効性は 0.243、地域への有効性は 0.210、活動意思は 0.235、災害に備える意思は 0.244、災害時の行動意思は 0.227 であり、いずれもやや相関関係があることが確認された。

これらの結果を踏まえると、水位情報の活用、地域・個人の取り組みのいずれにおいても特にセルフエフィカシーの項目である「水位情報の活用意思・取り組みへの参加意思」や「災害に備える意思」「災害時の行動意思」、意思決定バランスの「自身への有効性」で弱いながらも関係があることが確認された。「地域への有効性」については、地域との取り組みで相関が見られなかったが、他では関係が確認された。このことから水位情報の活用という行動変容について、セルフエフィカシーの増加や行動変容に対する自身への有効性に対する意思決定バランスと関係があり、従来心理療法等の分野で用いられてきた多理論統合モデルとの共通点が確認された。

５．考察

（１）ローカル観測の浸透評価方法の検討

TTM に基づく評価結果を踏まえ、ローカル観測の地域における浸透状況の評価方法について検討する。TTM を水位情報の浸透評価に用いることによって地域における浸透状況について 6 段階での評価が可能になると共に、ローカル観測の浸透状況だけでなく、取り組みについても変容ステージを設定し TTM で評価することによって、水位情報の浸透状況の結果と合わせて、取り組み別の評価が可能であり、対象地域において効果的な取り組み方法の検討に用いることも可能であると考えられる。

また変容ステージと TTM の重要な要素である意思決定バランスとセルフエフィカシーの関係性については、4(3)で示したとおりセルフエフィカシーについてはすべての項目、意思決定バランスについては地域の取り組みにおける「自身への有効性」以外の項目で関係が見られた。つまり TTM による浸透状況の評価では、単に変容ステージを確認するだけでなく、これら TTM の重要要素である意思決定バランスとセルフエフィカシーについても関係が見られたことから、従来の心理療法の分野で用いられてきた TTM のモデルとの共通点を確認できた。

このようなことからローカル観測の取り組みに伴う個人や地域の行動変容に対しても応用可能であると考えられる。地域におけるローカル観測の浸透状況については、地域での雨の状況や社会の雰囲気などによっても影響を受けることが想定され、そのような中で TTM を用いて評価することによって、取り組みを通じた状況の変化や意識変化などの「変化」を継続的に捉えることができ、結果を踏まえて浸透状況に応じた地域へのアプローチ方法を検討することは防災活動にとって非常に有効であると考えられる。また効果的な方法の検討（後述）と合わせて、ローカル観測の地域へのより一層の浸透を図ることにつながると考えられる。

（２）汁谷川プロジェクトの検証

次に水位情報の活用と地域・個人の取り組みに対する TTM の分析結果より、汁谷川プロジェクトを検証する。

まず水位情報の活用については、取り組み前後でいずれも「熟考段階」にある回答者が多いものの、取り組み前後で「行動段階」が約 8%上昇しており、取り組みを通じて水位情報の活用が進んだことがわかる。また意思決定バランスやセルフエフィカシーについては、肯定的な回答が多いことがわかる。このことから汁谷川プロジェクトは、水位情報の活用の地域浸透という点で一定の効果があったと考えられる。

また地域の取り組みと個人の取り組みでは、どちらの取り組みでも「熟考段階」が多い。また意思決定バランスとして自身と地域の有効性を確認すると個人の取り組みよりも地域の取り組みの方が有効性に対して肯定的な回答が多いことがわかる。セルフエフィカシーを確認すると、取り組みへの活動意思では、個人の取り組みの方が高く、災害に備える意思では地域の取り組みの方が高いことがわかる。このことから汁谷川プロジェクトについては、活動意思につながるのは個人の取り組みであり、災害に備える意思につながるのは地域の取り組みであることがわかる。

一方で、水位情報の確認という行動については改善が見られたものの、セルフエフィカシーの災害時の行動意思という点では、取り組み前の 34.5%に対し、取り組み後は 39.4%であり、若干の改善はあったものの災害時にしっかりと行動できるという回答は依然として少なかった。このことから、水位情報の確認という行動や活用意思や災害に備える意思が醸成されている一方で、その結

果としての災害時に適切に行動できるという確信を持つというところまで至っていない状況である。一方、地域の取り組みや個人の取り組みと災害時の行動意思が関係することは確認されている。そのため、災害対応につながりやすい地域の取り組みを継続して行うと共に、その取り組み内容やその中で確認する水位情報を、活動参加のハードルがより低い個人の取り組みであるオープンチャットの取り組みの中で共有していくことで、災害時に適切に行動できるという確信の醸成につながる可能性があると考えられる。

（3）ローカル観測の地域への浸透に効果的な方法

最後にローカル観測の地域への浸透に効果的な方法を検討した。まず取り組み別の TTM の浸透状況を確認すると、各活動の参加が進むほど水位情報の活用が浸透している傾向にあるが、本研究においては地域の取り組みが個人の取り組みより水位情報の活用が進んでいることが確認された。この結果から取り組みの方法によって浸透状況に違いがあることがわかる。前節の汁谷川プロジェクトのように、ローカル観測の地域への浸透を図っていく上で、水位情報を活用する地域の取り組みを行い、その参加者が水位情報を確認すると共に、オープンチャットなどの地域で情報共有する体制を構築する方法が効果的な場合も考えられる。一方で、地域の取り組みと個人の取り組みのどちらも低い段階では、チラシや広報誌などによって住民へ水位情報の活用について広報を行ったとしても、住民の行動変容を引き起こすことは難しいと考えられ、水位情報の地域への浸透にはつながらない可能性があるため、それに合わせた取り組みが求められる。今後、さまざまな取り組みに対し、同様の調査を実施することで、より効果的な取り組み手法を評価し、比較しながら選択することも可能になると考えられる。

6．まとめ

本研究では、ローカル観測の地域における浸透に対する評価手法として Prochaska et al. (1994)が提唱する多理論統合モデル（TTM）の利用を検討し、汁谷川プロジェクトにおける危機管理型水位計の浸透状況について適用することでその検証を行い、ローカル観測の地域への浸透に効果的な取り組みを探求した。

調査・分析結果より TTM によるローカル観測の地域への浸透評価については、水位情報の活用、地域・個人の取り組みのいずれの取り組みでも、変容ステージと意思決定バランスやセルフエフィカシーの間で関係が確認され、従来心理療法等の分野で用いられてきた多理論統合モデルとの共通点が見られ、地域の行動変容に対しても応用可能であると考えられる。

モデル地区を対象に実施した水位情報を活用した汁谷川プロジェクトを対象に、取り組み前後の質問紙調査の結果から地域における水位情報の浸透状況を確認した。その結果、汁谷川プロジェクトを通じて水位情報の浸透が進み、意思決定バランスやセルフエフィカシーについては肯定的な回答が多く、汁谷川プロジェクトは、水位情報の活用の地域浸透という点で一定の効果があったと考えられる。また水位情報の浸透状況について取り組み別の浸透状況を確認すると、各活動の参加が進むほど、水位情報の活用が浸透している傾向にあるが、地域の取り組みが個人の取り組みより水位情報の活用が進んでいることが確認された。特に地域の取り組みと個人の取り組みのどちらも変容ステージが進んでいる場合が最も浸透していた。また地域の取り組みと個人の取り組みの意思決定バランスとセルフエフィカシーを確認すると、活動意思につながるのは個人の取り組みで、災害へ備える意思につながるのは地域の取り組みであることが確認された。これらのことから今後ローカル観測の地域への浸透を図っていく上では、水位情報を活用する地域の取り組みを行い、その参加者が水位情報を確認すると共に、その情報を地域で広く情報共有する体制を構築することが、ローカル観測を地域に浸透させていく上で効果的な方法であると考えられた。

最後に、本研究では事前調査と事後調査の 2 回のみの比較であるが、TTM を用いた調査を今後も継続していくことで、長期的なローカル観測の地域への浸透過程や浸透しない要因の議論を継続していきたい。また変容ステージの「逆戻り」の現象についても今後調査を続けるにあたって評価することで、現在行われている様々な地域防災の取り組みに対して、その取り組みの継続性やローカル観測の地域への浸透の違いから、より効果的な取り組み手法を評価することも可能になると考えられる。なお、本研究では変容ステージにおける取り組み効果の違いまでは議論できていない。またセルフエフィカシーや意思決定バランスとして、どのような項目が重要となるのか、より詳細な設定も必要である。今後取り組みを継続する中で、意思決定バランスとして、情報を得ることによる恩恵（良い面）と情報を得るための手間といった負担・損失（悪い面）の両面から取り組みがどのような変化をもたらすのか、またセルフエフィカシーとして、行動変容の遂行や災害時の具体的な行動内容との関係も含めて調査を実施することで、各変容ステージにおいて効果的な取り組みの検討や個人を対象とした分析などの議論も進めていきたい。

謝辞：本研究は、国土交通省河川砂防技術研究開発河川技術・流域管理分野（地域課題）「ローカル観測の地域防災への浸透過程に関する分析」により支援をいただき実施しました。ここに御礼申し上げます。

参照文献

国土交通省（2020），「流域治水」の基本的な考え方 ～気候変動を踏まえ、あらゆる関係者が協働して流域全体で行う総合的かつ多層的な水災害対策～（参照年月日：

2023.06.21）
https://www.mlit.go.jp/river/kasen/suisin/pdf/01_kangaekata.pdf
国土交通省（2021），流域治水推進行動計画（参照年月日 2023.06.21）
https://www.mlit.go.jp/river/kasen/suisin/pdf/renkei_siryou04/siryou02.pdf
日野田圭祐・竹之内健介・田中耕司・松田曜子（2022），危機管理型水位計の活用実態と地域における活用に向けた課題, 自然災害科学 J. JSNDS 41, 特別号, 125-140.
福井県池田町（2015），きけん発見メーター（水位計）の設置について（参照年月日 2023.06.28）
https://www.town.ikeda.fukui.jp/
国土交通省（2016），H28 年度簡易アラートを 10 箇所で運用開始（鳴瀬川水系・北上川水系）（参照年月日 2023.06.28）
http://www.thr.mlit.go.jp/karyuu/_upload/doc/99_other/naruse_gensai/situation/gensai_11.pdf
三神彩子・赤石記子・長尾慶子（2019），変容行動ステージモデルに応じた省エネ教育による環境問題への関心の向上および省エネ行動変容効果，日本家政学会誌, Vol.70，No.2，86～96.
上田裕文・郡山彩（2016），地域づくりに関わる住民の行動変容プロセスとよそ者の役割―北海道寿都町での大学プロジェクトの事例より―, 農村計画学会誌 Vol. 35, No.3.
大槻知史・藤岡正樹（2018），減災行動の達成に向けた行動変容の研究―市民向け減災プログラム設計のために―，日本地域学会第 55 回(2018 年)年次大会，学術発表論文集，1 5-5.
Prochaska, J. O., Norcross, J. C., and DiClemente, C. C. (1994). *Changing for good*, New York, William Morrow（中村正和監訳（2006），チェンジング・フォーグッドステージ変容理論で上手に行動を変える，法研）
Janis I.L., and Mann l. (1977), *Decision making A psychological analysis of conflict, choice, and commitment*, London: Cassel and Collier Macmillan.
Bandura, A. (1977), *Self-efficacy Toward a unifying theory of behavior change*, Psychological Review.

(原稿受付 2023.6.30)
(登載決定 2024.1.26)

Evaluation of the Penetration of Local Disaster Information into Local Communities Using the Transtheoretical Model

Keisuke HINODA[1]・Kensuke TAKENOUCHI[2]

[1]Graduate School of Science for Creative Emergence, Kagawa University（s22g306@kagawa-u.ac.jp）
[2]Faculty of Engineering and Design, Kagawa University（takenouchi.kensuke@kagawa-u.ac.jp）

ABSTRACT

Recent technological innovations have enhanced local observations that provide highly localized information in disaster situation. This paper examines the Shirutanigawa Project, an initiative to use the Flood Crisis Management Water Level Gauge in the Shirutanigawa river watershed using the Transtheoretical Model (TTM). The project implemented community and individual initiatives to evaluate the provision of local observation data to the community and examine effective ways to provide for the community based on differences in the initiatives.

The results of the TTM showed a correlation between stage of transformation, decisional balance, and self-efficacy. Moreover, it showed commonalities with results in other fields, making the TTM applicable to provide local observation data to the community. Additionally, results revealed local observation data usage widens as participation in each initiative increases and the highest volume of data was gathered when both community and individual initiatives were present. Therefore, we conclude that an effective way to provide local observation data to improve community crisis awareness and behavior is by establishing a system the involves, first, observation of local participation using local observation data; second, participants' confirmation of the observed information; and third, sharing of information within the community.

Keywords *: Flood Crisis Management Water Level Gauge, Local Observation, Transtheoretical Model, Community Penetration, Comparison of Initiatives*

災害時の対応行動意思決定に資する災害情報の実証
—2021 年六角川氾濫・2022 年梯川氾濫を事例に—

本多祥大[1]

[1] 日本大学大学院　新聞学研究科（layo20001@g.nihon-u.ac.jp）

和文要約

本稿の目的は、災害時の対応行動の意思決定において重要な機能を果たす認知変数を明らかにし、そのような認知と関係する災害情報を明らかにすることである。目的を達成するため、第一に、災害時の避難意思決定に関する理論と恐怖説得コミュニケーションの理論を概観し、対応行動の意思決定に関係する認知変数を検討した。そして第二に、2021 年佐賀県六角川氾濫と 2022 年石川県梯川氾濫を事例として被災地調査を行い、リサーチ・クエスチョンの検証を試みた。

分析の結果、人々が推奨される対応行動を実施したときに高まっていた認知変数は、「被災の自己生起確率」であったことがわかった。同時に、被災の自己生起確率の認知が高まっていたときに発令されていた災害情報は、「災害の近接性」や「災害の甚大性」を伝えるのに適すると思われる内容であったことがわかった。以上により、認知変数と対応行動の意思決定の間にある関係性と、災害情報と認知変数の間にある関係性が明らかになった。

キーワード：災害情報、避難意思決定、恐怖説得コミュニケーション、初期の防護動機理論、セルフサービングバイアス

１．警報システムと災害情報

差し迫る危機（emergency）に関する情報を入手し、それらの情報を必要とする人々に伝達し、危険な状況における人々の適切な判断と時宜を得た反応を促す諸手段は、警報システム（warning system）と呼ばれる（Mileti & Sorensen,1990）。警報システムでは、あらゆる手段を使って警報を伝え、警報が発令されたことを知らない人を生まないことが重要であるとされる。それに伴い、警報を伝達する手段は多様化していき、その結果、警報が発令されたとき人々は、自身の情報源の選好（source preferences）に合ったメディアを利用して警報に接触し、危機への対応行動を意思決定するようになったとされる（Ryan,2018a,2018b）。こうした環境で危惧されるのは、利用されるメディアや情報源の違いが、受け取る警報メッセージに違いを生んでしまうことである。特に、浸水想定などで危険な状況になり得る地域が予測できる場合には、その地域にいる人々が受け取る警報メッセージが違ってしまう状況は、できるだけ避けるべきであろう。

人によって受け取る警報メッセージが異なる状況を避けるために運用されるのが、災害情報である。災害情報は、災害時にあらゆる機関・人々から利用される共通言語であり、それゆえに、諸個人の知識量や諸個人が置かれた状況にかかわらず、すべての主体が入手してかつ理解でき、災害への対応行動に結びつけることができるようなシステムでなければならないとされる（田中,2009）。

だが、システムが十全に整備され、わかりやすくかつすべての人へ伝わるように災害情報が伝達されたとしても、それを受けた人が対応行動を実施するとは限らない。田中（2009）によるとその理由は、災害情報の伝達・理解と、それを契機に行動に移るかは別の問題であるからであるという。ゆえに災害情報論は、人の心的過程への深い洞察に基づき、行動に結びつく情報のあり方を分析しなければならないとされる。したがって本研究では、2 つの河川氾濫を題材として、災害情報と人々の対応行動の関係性を調査・分析した。

２．災害時の避難意思決定

調査に先駆けて、災害時の避難意思決定に関する古典的な研究と恐怖説得コミュニケーションの理論を概観し、意思決定に関わる認知変数を整理した。手始めに、避難

の意思決定過程に関する研究から見ていきたい。

（１）非再帰的モデル

災害時の避難意思決定のモデル化を最初に試みたのは、Mileti & Beck（1975）である。彼らは、災害警報の受け手が警報接触⇒警報の確認⇒警報への信頼⇒反応という流れで対応行動を意思決定することを仮定し、非再帰的モデル（non-recursive model）を提唱した。Mileti & Beck いわく警報への反応は、メッセージの伝達と受け手の相互作用の結果であり、そこで重要なのは、警報メッセージに対する受け手の主観的な解釈であるという。すなわち、警報過程のアクターが説明する警報メッセージは、そのままの意味では理解されず、受け手の主観的な解釈により評価され、反応につながるのである。

このような理解に基づき非再帰的モデルでは、①警報メッセージの内容、②警報メディアの性質、③家族が揃っているかの状況的文脈、④警報内容の確実性への認識が独立変数として設定され、警報の確認⇒警報への信頼⇒反応のプロセスに影響することが仮定された。そして分析の結果、①警報メッセージの内容のみが、警報の確認に対する独立変数として統計的に有意であったという。それに基づき Mileti & Beck は、警報メッセージの内容が重要な要素として機能することを示唆した。

（２）災害時の避難意思決定モデル

非再帰的モデルは、避難の意思決定過程を、警報接触⇒警報の確認⇒警報への信頼⇒反応という流れで体系化しようとした部分が先進的であった。しかし、根底に存在していたのは、警報が発令されてそれが信頼されれば逃げるはずだという「刺激⇒反応モデル」に近い認識であった。それに対し、警報に接触した受け手が抱くであろう状況に対する認識に焦点を当て、刺激と反応の間に介入する認知を明らかにしようとしたのが Perry（1979）によって提唱された災害時の避難意思決定モデル（evacuation decision-making in natural disasters）である。

同モデルは、避難の意思決定に至るプロセスを次のように説明する。第一に警報の受け手は、コミュニケートされたメッセージの内容を確認するあるいは警報に関連する追加情報を収集する等して、災害脅威のリアリティを評価することに集中する。リアリティを強く認識した受け手は、第二に脅威のリスク評価を行う。すなわち、コミュニケートされた警報メッセージの内容に基づき、自身がいる地域と災害発生の可能性がある地域との近接性（proximity）、災害発生の確実性（certainty）、予想される災害の甚大性（severity）を評価する。

そして、リスクを高く評価した受け手が災害をパーソナライズ化し、第三の避難のロジスティクス評価へ移行する。ロジスティクス評価では、周囲の状況と照らし合わせ避難の実施が可能であるか否か、また、予想される災害は防護可能であるか等が考慮される。そして、対応行動が有効でありかつ実行可能であると認識されたならば、災害への対応行動が実施される。

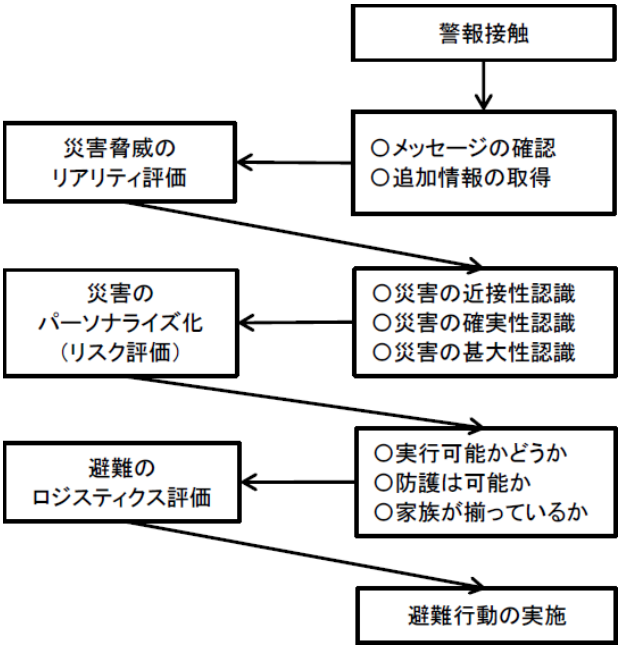


図-1　避難意思決定過程（Perry, 1979 を参考に筆者作成）

Mileti & Beck が警報接触⇒確認⇒信頼⇒反応と説明したのに対し Perry は、警報接触⇒リアリティ評価⇒リスク評価⇒ロジスティクス評価⇒反応というプロセスを示した。認知変数の関連を見ると、警報の確認と信頼がリアリティ評価に統合され、信頼から反応に至る間には、リスク評価とロジスティクス評価が介入した。以上のようにして Perry は、警報の発令を信じさえすれば対応行動に移るとした Mileti & Beck に対して、受け手の認知の重要性を指摘し、「刺激⇒認知⇒反応」に立脚したモデルを提唱したのである。

（３）再現性の危機

Perry が提唱した避難の意思決定過程は当該研究分野の基礎となり、その後に提唱されるモデルのほとんどで踏襲されることになる。しかしながら、Mileti & Beck が自身の仮説を非再帰的モデルと呼んだように、理論の再現性の問題が指摘される。例えば、Gladwin et al.（2001）は次のように批判する。

「これらの研究は、避難の意思決定が依拠する統計的なモデルに対し、理論的な土台と便利なヒューリスティックモデルを与えた。しかし彼らが、個人によって実施される意思決定過程を捉えているか否かについては疑問のままである。彼らの意思決定モデルは、避難の意思決定過程における重要な要素を論理的かつ理論的に捉えているように思われる。だが彼らは、人々が下した避難意思決定をどの程度捉えているか確認するためのテストを行っていない。これらの研究には、構造化された方法論が欠如しているのである」（Gladwin et al.,2001:p.121）。

従来の研究には方法論が欠如しており、そのため理論の再現性をテストすることが出来ていないという趣旨の批判である。では、再現性の確保に努めるためには何を考慮するべきなのだろうか。本研究では、警報システム

の目的に類似した恐怖説得コミュニケーションの研究に注目し、そこで再現性が認められる理論を応用することで、問題の克服を試みた。

3．恐怖説得コミュニケーション

送り手がある特定の話題について受け手を説得しようとする際、脅威の危険性を強調することで受け手に恐怖を与え、脅威への対応行動を促進しようとするコミュニケーションは、恐怖説得コミュニケーションと呼ばれる（深田,2002）。この研究分野は、理論の実証性の問題と再現性の問題に向き合い続けてきた歴史を持つ。よって以下では、恐怖説得の研究を概観して本研究が参考とすべき理論を確認したい。

（1）恐怖説得の研究史

恐怖説得の研究は『コミュニケーションと説得』（Hovland et al.,1953＝1960）の中で提起された①不注意仮説、②攻撃仮説、③防衛的回避仮説に始まる。Hovland et al.（1953＝1960）では、説得の受け手がどのような場合に恐怖説得へ参加するのか、また、どのような場合に恐怖説得を忌避するのかという疑問が残され、Leventhal（1971）の平行過程モデル（parallel process model）に引き継がれていった。平行過程モデルは、受け手が説得を忌避する理由を恐怖統制によって説明し、受け手が説得に参加して説得を受け入れる理由を危険統制で説明した。しかし平行過程モデルは、実証性を欠いた概念的な理論であるとして批判された。それゆえ、後続の恐怖説得研究では、理論の実証性が重要視されることになった。

理論の実証性という課題を乗り越えるために提唱されたのが、防護動機理論（protective motivation theory）である。防護動機理論では、平行過程モデルにおける危険統制に焦点を当てる形で、①説得メッセージ、②受け手の認知、③対処行動の関係性の実証が試みられ、その後の恐怖説得コミュニケーション研究における汎用的な理論となった。なお、防護動機理論は、①説得メッセージ、②受け手の認知、③対処行動の基本的な関係を説明した初期の理論（Roger, 1975）と、刺激の範囲を説得メッセージ以外に広げることでコミュニケーションの文脈を捉え、かつ媒介する認知変数を増やすことで、説得過程をより詳細に説明しようとした改良型の理論（Rogers, 1983）に分類される。なお、改良型の理論は、避難意図の構造を説明する理論として日本の災害研究でも応用されており、藤本ら（2019）や柿本ら（2014）等によって有用な成果が示されている。

しかしながら、改良型の防護動機理論についてもWitte（1992）やDe Hoog et al.（2008）によって再現性の問題が指摘されており、汎用性が認められる防護動機理論は、初期の理論に限ってであるとされる。したがって、現在の恐怖説得研究では、初期の防護動機理論に立脚する形で、実験室では再現できない現実の文脈を踏まえた理論の構築が目指されている。

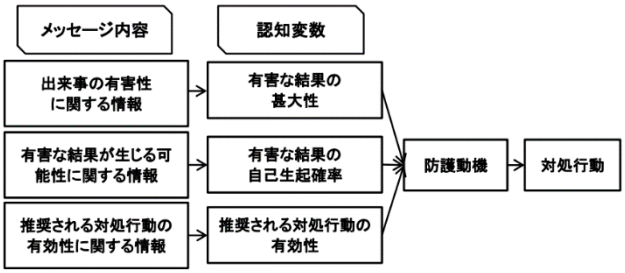


図-2　初期の防護動機理論（Rogers, 1975 を参考に筆者作成）

このような恐怖説得研究の流れに習い、本研究では、初期の防護動機理論を用いることとした。

（2）初期の防護動機理論

初期の防護動機理論では、説得メッセージの内容と対処行動を促進する認知変数の関係に焦点が当てられる。まずRogers（1975）は、対処行動を促す認知変数として①出来事によってもたらされる有害な結果の甚大性（the severity of the threat）、②自身が有害な結果に遭遇する確率（the expectancy of being exposed to the threat）、③推奨される対処行動の有効性（the recommend coping response is effective）の三つを定義した。また、これらを受け手に認識させるメッセージの内容として、ⅰ）出来事の有害性に関する情報、ⅱ）有害な結果が生じる可能性に関する情報、ⅲ）推奨される対処行動の有効性に関する情報の三つをあげた。

そして、メッセージ内容と認知変数の関係は次のように説明される。すなわち、出来事の有害性に関する情報は、有害な結果の甚大性を受け手に認知させ、有害な結果が生じる可能性に関する情報は、有害な結果の自己生起確率を受け手に認知させる。同様に、推奨される対処行動の有効性に関する情報は、推奨される対処行動が有害な結果を緩和するのに有効であるという認知を受け手に与える。このような説得メッセージと認知の関係が受け手に防護動機（protection motivation）を喚起させ、防護動機が喚起された受け手が対処行動を実施するのである。

4．セルフサービングバイアスの存在

ここまでは認知が行動を促すという因果関係を前提とした研究を概観してきたが、これらが示す結果には、セルフサービングバイアスが影響している点に留意しなければならない。セルフサービングバイアスとは、出来事の結末が明らかになった後に、人々が一連の経緯を当時の自分自身の意思決定を正当化する方向へと事後的に意味づけるプロセスである（矢守,2009）。本研究が扱う災害警報システムについて言えば、災害に対する警報が発令されていたことや、自分自身が行った災害に対する何かしらの対応行動を、事後的に因果関係があったかのように解釈するバイアスが働くということになる。したがって、災害警報に接しかつそれに反応した人々の意思決定のメカニズムを、その時点における純粋な認知・意思決定の過程として説明することは必ずしも適切とは言えな

い。たとえそこに統計的な有意性が存在していたとしても、それは、分析者が恣意的に形成したその母集団における平均的な〈原因と結果のストーリー〉でしかないのである（及川,2020）。

では、分析者の恣意性を乗り越える現象の捉え方というのはどのようなものであろうか。及川（2020）の指摘を踏まえるならば、避難していたか否かといった調査結果を「その場において避難が実現されていた」という中動的な事態として捉え、かつ、中動的な事態の要因を、災害情報への接触や何かしらの認知の促進へと限定的に定位しないことだろう。たとえ、伝統的に使われてきた認知変数を用いて調査し、かつ、分析結果に統計的な有意性が確認されたとしても、セルフサービングバイアスの存在を分析者が主体的に認識し、絶対的な要因あるいは因果関係として捉えない姿勢が重要だと思われる。

５．変数の整理とリサーチ・クエスチョン

（１）変数の整理

避難の意思決定に関する研究では、警報の受け手が①災害の甚大性、②災害の近接性、③災害発生の確実性を認知することで災害をパーソナライズ化し、対応行動を意思決定するとされていた。後に続く変数と区別するために、本研究ではこれらを「災害に対する認知」と呼ぶこととした。

そして、恐怖説得コミュニケーションの研究では、受け手が④有害な結果の甚大性、⑤有害な結果の自己生起確率、⑥推奨される対処行動の有効性を認知することで防護動機が喚起され、対処行動につながるとされていた。その中でも、④有害な結果の甚大性の認知は、先の①災害の甚大性の認知と類似しているため、災害に対する認知に含まれるものとして扱った。したがって恐怖説得の研究からは、⑤有害な結果の自己生起確率と⑥推奨される対処行動の有効性の認知を引用し、これらを「災害と自身の関係性に対する認知」と呼ぶこととした。

なおこれらのうち、③災害発生の確実性の認知と⑥推奨される対処行動の有効性の認知については、次の理由から本研究では扱わなくても構わない変数とした。

まず、③災害発生の確実性の認知は、災害が確実に起こると思うからこそ甚大性と近接性を評価しようとするという意味で、Perry（1979）がいうリスク評価より前のリアリティ評価に含まれる。それゆえ、対処行動の意思決定には直接影響しないと考えられる。また、⑥推奨される対処行動の有効性の認知は、脅威への対処行動がわからない場合に有効な認知変数であり、本研究が対象とした河川氾濫への対応行動は一般に認知されていると考えられる。それゆえ、河川氾濫への有効な対処方法がわからないという状況は考えづらいという意味で、扱わなくても構わないと判断した。

また、恐怖説得研究において恐怖感情は、「説得メッセージの受容に間接的に影響するのみ」（Rogers,1983:p.169）であるとされるが、本研究では探索的な意味合いを込めて、⑦脅威への不安も分析に用いることとした。以上の変数をまとめ、河川氾濫に応用したのが表－１である。

表－１　河川氾濫への認知

災害に対する認知	災害と自身の関係性に対する認知
①河川氾濫の甚大性 ②河川氾濫の近接性	⑥被災の自己生起確率 ⑦被災への不安

（２）リサーチ・クエスチョン

避難の意思決定や恐怖説得に関する研究を踏まえて警報システムが生むコミュニケーションを捉えると、「災害情報への接触⇒認知の高まり⇒災害への対応行動」という「刺激－認知－反応」に対応した関係性が見えてくる。しかし、第４章で確認したように、これは分析者が恣意的に形成した原因と結果のストーリーである点に留意が必要である。河川氾濫への対応という現象の中にいくつも存在するストーリーを、特定の因果関係に限定して眺めてしまっているのである。こういった恣意性を乗り越えるためにも、現象を中動的な事態として捉える必要がある。そこで本研究では、災害情報、受け手の認知、災害への対応行動の間に関係性が存在したのかをリサーチ・クエスチョン（RQ）として設定した。

RQ1：人々の河川氾濫への認知と、推奨される対応行動の実施の間に関係性はあったのか。
RQ2：対応行動を実施する契機となった災害情報と、人々の河川氾濫への認知の間に関係性はあったのか。

また、第１章で言及したように災害情報は、テレビ放送や緊急速報メール（エリアメール）、防災行政無線（戸別受信機）など様々なメディアを通じて人々に伝えられる。その際、情報内容や状況を理解してもらう工夫が各メディアでなされており、テレビ放送では災害情報の解説とともにリアルタイムの河川映像が放送され、緊急速報メール（エリアメール）では音とともに解説付きの災害情報が伝えられる。このような工夫が、災害情報を受信したメディアと受け手の認知の間に何かしらの影響を与える可能性も否定できない。したがって、本研究では、警報メディアと受け手の認知の関係について３つ目のリサーチ・クエスチョンを設定した。

RQ3：対応行動を実施する契機を与えたメディアと、人々の河川氾濫への認知の間には関係性があったのか。

６．被災地調査の概要

リサーチ・クエスチョンを検証するため、2021 年佐賀県六角川氾濫と 2022 年石川県梯川氾濫を対象に被災地調査を実施した[1)]。

表−２　各被災地調査の概要

	2021 年 佐賀県六角川氾濫	2022 年 石川県梯川氾濫
調査対象	佐賀県六角川の氾濫によって浸水が発生した地域（浸水想定「0.5m以上～3.0m未満」が主）に住む、18 歳以上の男女 200 人	石川県小松市の梯川流域において、浸水想定「3.0m以上～5.0m未満」とされる地域に住む、18 歳以上の男女200人
標本抽出方法	有意作為抽出	有意作為抽出
調査実施方法	訪問留置き法	訪問留置き法
調査実施期間	2021 年 9 月 19 日～ 9 月 26 日 （8 月 14 日発災）	2022 年 8 月 27 日～ 9 月 4 日 （8 月 4 日発災）
配票数	200	200
回収数	180	160
有効票数	138	139

表−３　各被災地調査で用いた質問文と尺度

	2021 年 佐賀県六角川氾濫	2022 年 石川県梯川氾濫
質問文 （対応行動）	○○川氾濫の避難支援期にあなたが実施していた行動をお教えください。	
推奨される対応行動	垂直及び水平避難（浸水想定「0.5m以上～3.0m未満」）	水平避難（浸水想定「3.0m以上～5.0m未満」）
質問文 （認知）	○○川氾濫の避難支援期にあなたが感じていた不安などの強さをお教えください。	
認知の尺度 （回答法）	とても強く感じた/全く感じなかった 11段階の順序尺度 （数値記入法）	とても強く感じた/全く感じなかった 4 段階の順序尺度 （単数回答法）

まず、2021 年佐賀県六角川の氾濫は、8 月中旬の豪雨が契機となった。8 月 11 日以降、日本付近に停滞していた梅雨前線が発達し、その影響で九州北部や中国地方が大雨となった。8 月 12 日には九州北部で線状降水帯が発生し、24 時間降水量が 400 ミリを越える雨が降った。8 月 13 日には中国地方にも線状降水帯が発生し、複数の地点で 8 月の観測史上一位となる日降水量が観測された。続く 8 月 14 日も西日本から東日本の広範囲で大雨となり、九州北部では再び線状降水帯が発生した。結果、佐賀県嬉野市では観測史上一位となる 24 時間降水量 555.5 ミリを観測し、この豪雨の影響で佐賀県を流れる一級河川の六角川で氾濫が発生した。これにより佐賀県武雄市では、床上浸水 1,273 棟、床下浸水 390 棟の住宅被害が生じた。被害の大きさから見ても、佐賀県六角川の氾濫は、2021 年を代表する水害であった。

次に、2022 年石川県梯川氾濫は、8 月上旬の豪雨が契機となった。2022 年 8 月上旬、中部地方の日本海側に断続的にかかった前線の影響で、石川県、福井県、新潟県、山形県で記録的な大雨が降った。各地域に記録的短時間大雨情報が発令され、福井県では南越前町を流れる日野川の支流で堤防が決壊し、約 300 棟の浸水被害が生じた。同様に山形県では、一級河川の最上川で氾濫が発生し、米山市や大江町で約 750 棟の浸水被害が生じた。そして、福井や山形よりも酷い被害が生じたのが、石川県である。県内を流れる一級河川梯川の支流である滓上川や鍋谷川で氾濫が起こり、梯川にも氾濫発生情報が発令された。

一連の出来事によって小松市では、重傷者 1 名、軽傷者 6 名の人的被害と、半壊 1 棟、一部損壊 11 棟、床上浸水 279 棟、床下浸水 988 棟の住宅被害が生じた。2021 年の六角川氾濫と同様に、石川県梯川の事例は、2022 年を代表する水害であった。

以上の 2 事例を対象とした被災地調査の概要が、表- 1 である。各調査共に、標本抽出方法は有意作為抽出であり、調査実施方法は訪問留置きによるアンケートである。調査実施期間は、発災当日の状況を思い出しながら答えてもらう関係上、発災から約一か月での実施を心掛けた。配票数はそれぞれ 200 であり、回収票のうち、回答不備や回答者が消防団員で当日は支援活動をしていた人等を除いたものを有効票として扱った。その結果、2021 年佐賀県六角川氾濫では N=138、2022 年石川県梯川氾濫では N=139 が分析対象となった[2)]。

7．河川氾濫への認知と対応行動の関係

調査に際して、河川氾濫を想定する警戒レベル 4 相当の災害情報が発令されていたタイミングを避難支援期として[3)]、その時期に最終的に実施されていた対応行動[4)]と災害情報に接触した人の河川氾濫への認知を調査した。なお、本研究が扱った 2 つの事例はそれぞれ浸水想定が異なり、それに伴って推奨される対応行動も異なる。また、河川氾濫への認知を尋ねる質問については、回答者の負担を減らすために尺度を変更した（表−3）。

（1）2021 年六角川調査の結果

2021 年佐賀県六角川氾濫における避難支援期は、避難指示が発令された 8 月 12 日午後 8 時 15 分から、六角川に氾濫発生情報が発令された 8 月 14 日午前 7 時 00 分までであった。

このとき最終的に実施されていた対応行動は「特になにもしなかった」8.7%、「避難する準備をしただけだった」10.1%、「自宅内の高い場所へ避難した」50.0%、「自宅外の安全な場所へ避難した」31.2%であった。これらについて、六角川調査の対象地域が浸水想定「0.5m以上～3.0m未満」であったため、垂直避難と水平避難の両方を推奨

表−4　2021 年調査認知と対応行動の二値ロジスティック回帰

	係数 (標準誤差)	オッズ比 (95%の信頼区間)
河川氾濫の甚大性*	-0.579 (0.284)	0.561* (0.321-0.979)
河川氾濫の近接性	-0.028 (0.241)	0.973 (0.607-1.560)
被災への不安	+0.526 (0.344)	1.692 (0.861-3.322)
被災の自己生起確率**	+0.492 (0.150)	1.636** (1.218-2.196)
切片	-1.945	
Negelkerke R^2	0.249	
N	138	

従属変数：推奨される対応行動を実施
***：p<.001、**：p<.01、*：p<.05

表−5　2022 年調査認知と対応行動の二値ロジスティック回帰

	係数 (標準誤差)	オッズ比 (95%の信頼区間)
河川氾濫の甚大性	-0.454 (0.521)	0.635 (0.229-1.764)
河川氾濫の近接性	-0.781 (0.516)	0.458 (0.166-1.259)
被災への不安*	+1.116 (0.451)	3.053* (1.262-7.386)
被災の自己生起確率**	+1.070 (0.409)	2.915** (1.309-6.493)
切片	-1.945	
Negelkerke R^2	0.154	
N	139	

従属変数：推奨される対応行動を実施
***：p<.001、**：p<.01、*：p<.05

される対応行動として扱った。したがって分析の際には、「推奨される対応行動を実施」81.2%、「推奨される対応行動を実施せず」18.8%に換算する手続きを行った。

また、河川氾濫への認知は、数字の「10」をとても強く感じた～数字の「0」を全く感じなかったとする 11 段階の順序尺度で尋ね、その結果は、「河川氾濫の甚大性」（平均値 8.92、標準偏差 1.780）、「河川氾濫の近接性」（平均値 8.78、標準偏差 1.871）、「被災への不安」（平均値 9.16、標準偏差 1.701）、「被災の自己生起確率」（平均値 8.64、標準偏差 2.085）であった。

以上の結果に基づいて RQ1：認知と対応行動の関係を検証するために、「河川氾濫への認知」を独立変数、「推奨される対応行動を実施」を従属変数として二値ロジスティック回帰分析を実施した。各変数のうち有意な関係性が確認されたのは「河川氾濫の甚大性」（オッズ比 0.561、オッズ比 95%信頼区間 0.321-0.979、p<.05）と「被災の自己生起確率」（オッズ比 1.636、オッズ比 95%信頼区間 1.218-2.196、p<.01）であった（表−4）。

ロジスティック回帰分析の結果から、被災の自己生起確率を認知していた人が推奨される対応行動を実施していた傾向にあったことがわかった。また、甚大な河川氾濫が起こると認知していた人は推奨される対応行動を実施していなかった傾向も確認された。被災の自己生起確率を認知することが対応行動を実施する契機のひとつとして機能し得ることはわかりやすい。しかし、甚大な河川氾濫が起こると認知したのに対応行動を実施しないという関係性は先行研究の指摘に反する。果たしてこれらの関係性は、他の水害でも一貫するのだろうか。

（2）2022 年梯川調査の結果

2022 年石川県梯川の氾濫では、8 月 4 日午前 11 時 30 分に浸水を想定した避難指示が発令された後、午後 2 時 30 分に梯川へ氾濫発生情報が発令された。したがって避難支援期は、8 月 4 日午前 11 時 30 分～同日午後 2 時 30 分であった。

このとき最終的に実施されていた対応行動は「特に何もしなかった」6.5%、「車を移動するなど財産を守る行動をした」7.2%、「自宅外への避難を意識して準備した」6.5%、「自宅の中で垂直避難した」24.5%、「自宅外の安全な場所へ避難した」55.3%であった。なお 2022 年梯川調査では、浸水想定「3.0m以上～5.0m未満」の地域を対象としたため、当該地域について推奨される対応行動は、水平避難である。したがって上記の対応行動を、「推奨される対応行動を実施」55.3%、「推奨される対応行動を実施せず」44.7%に換算した。

また河川氾濫への認知については、回答者の負担を減らす目的で尺度を、数字の「4」をとても強く感じた～数字の「1」を全く感じなかったとする 4 段階の順序尺度に変更して尋ねた。その結果は、「河川氾濫の甚大性」（平均値 3.22、標準偏差 0.771）、「河川氾濫の近接性」（平均値 3.27、標準偏差 0.778）、「被災への不安」（平均値 3.57、標準偏差 0.660）、「被災の自己生起確率」（平均値 3.12、標準偏差 0.794）であった。

2021 年調査と同様に、「河川氾濫への認知」を独立変数、「推奨される対応行動を実施」を従属変数として二値ロジスティック回帰分析を行った。統計的に有意な関係性が確認されたのは、「被災への不安」（オッズ比 3.053、オッズ比 95%信頼区間 1.262-7.386、p<.05）と「被災の自己生起確率」（オッズ比 2.915、オッズ比 95%信頼区間 1.309-6.493、p<.01）であった（表−5）。

両変数ともオッズ比が 1.0 を越えたため、2022 年石川県梯川氾濫の事例では、河川氾濫に不安を感じた人が推奨される対応行動を実施していた傾向にあったことと、被災の自己生起確率を認知していた人が推奨される対応行動を実施していた傾向にあったことがわかった。

（3）一貫した関係性

2021 年六角川調査と 2022 年梯川調査の結果を比べる

と、有意な関係性にある認知と対応行動がいくつか確認されたが、両事例について、推奨される対応行動の実施と関係していたのは、「被災の自己生起確率の認知」であった。すなわち RQ1 については“被災の自己生起確率を認知していた人が推奨される対応行動を実施していた傾向にあった”ということがわかった。また、探索的に分析した「被災への不安」は、推奨される対応行動との間に一貫した関係性が確認できなかった。したがって、恐怖感情は説得メッセージの受容に間接的に影響するのみで、直接的には影響しないという Rogers（1983）の説明に近い結果が現れたのだと思われる。

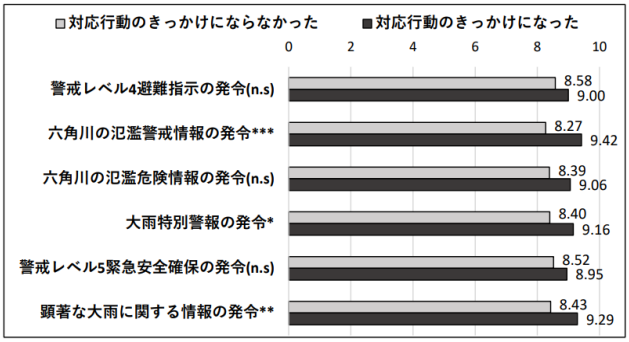
８．災害情報と認知の関係

次に、RQ2：対応行動を実施する契機となった災害情報と認知の関係性を検証する。調査では「対応行動を実施するきっかけとなった情報はありますか」という質問文を用いて、対応行動を実施する契機となった災害情報を尋ねた。その際、当日に発令されていた災害情報を選択肢として設け、複数回答によって回答を求めた[5)]。

（１）2021 年六角川調査

2021 年佐賀県六角川氾濫の避難支援期に発令されていた災害情報は、発令順に、避難指示、氾濫警戒情報、氾濫危険情報、大雨特別警報、緊急安全確保、顕著な大雨に関する情報であった。「対応行動を実施するきっかけになった」と回答された割合はそれぞれ、「警戒レベル 4 避難指示の発令」15.9%、「六角川の氾濫警戒情報の発令」32.6%、「六角川の氾濫危険情報の発令」38.4%、「大雨特別警報の発令」31.9%、「警戒レベル 5 緊急安全確保の発令」29.0%、「顕著な大雨に関する情報の発令」24.6%であった（N=138）。避難指示等の行動指示情報よりも、六角川の河川情報の方が対応行動を実施する契機となっていたことがわかる。

では、2021 年六角川氾濫の際に発令されていた災害情報は、河川氾濫への認知と関係していたのだろうか。推奨される対応行動の実施と関係していた「被災の自己生起確率の認知」に注目して、災害情報との関係性を分析した。二値で尋ねた「対応行動を実施するきっかけとなった災害情報」を独立変数、順序尺度で尋ねた「被災の自己生起確率の認知」を従属変数として分散分析を行った。その結果、六つの情報のうち統計的な有意差が確認されたのは「六角川の氾濫警戒情報」（p<.001、F 値 13.957）、大雨特別警報（p<0.05、F 値 6.570）、顕著な大雨に関する情報（p<0.01、F 値 9.146）であった（図－3）。



図－３　2021 年六角川調査：災害情報と被災の自己生起確率認知の分散（数値は平均値、***:p<.001、**:p<.01、*:p<.05）

有意差が確認された三つの情報すべてについて「対応行動を実施するきっかけになった」とした人の認知の平均値が、「対応行動を実施するきっかけにならなかった」とした人の平均値よりも高かった。よって、2021 年六角川氾濫の事例では、“避難支援期において発令された「六角川の氾濫警戒情報」、「大雨特別警報」、「顕著な大雨に関する情報」を対応行動の契機とした人は、「被災の自己生起確率の認知」も高まっていた傾向にあった”ことがわかった。また、避難指示といった行動指示情報に関しては、被災の自己生起確率の認知との間に統計的に有意な関係性は確認されなかった。その理由について、水害当時の佐賀県武雄市の状況を振り返り考察したい。

（２）2021 年六角川における災害情報の文脈

佐賀県武雄市では、8 月 11 日午前 11 時 33 分に大雨洪水警報が発令され、その後、午後 8 時 15 分に避難指示が発令されて避難支援期に入った。六角川に関する情報が発令され始めたのはこの後で、8 月 12 日午後 11 時 30 分に一度目の氾濫警戒情報が発令され、8 月 13 日午前 4 時 00 分に解除された。そして、8 月 13 日午後 3 時 10 分に二度目の氾濫警戒情報が発令され、同日午後 4 時 00 分には氾濫危険情報へ引き上げられた。しかし、この氾濫危険情報が発令されたあと河川状況は落ち着き、氾濫にはつながらなかった。

氾濫につながった水位上昇は 8 月 14 日の深夜から早朝にかけて発生した。8 月 14 日午前 1 時 30 分に三度目の氾濫警戒情報が発令され、そのわずか 20 分後に氾濫危険情報へ引き上げられた。そして、8 月 14 日午前 2 時 15 分には佐賀県武雄市に大雨特別警報が発令され、同時に緊急安全確保が発令された。その後、8 月 14 日午前 5 時 15 分に顕著な大雨に関する情報が発令され、同日午前 7 時 00 分の氾濫発生情報に至った。

以上を踏まえると水害当日の佐賀県武雄市では、①避難指示が発令された状態で、②解除を挟みつつ氾濫警戒情報が三度発令されていた。そして、③深夜の急激な水位上昇によって氾濫に至ったということがわかる。

仮に、当該地域の住人が六角川の氾濫による被災を予期していたとしたら“六角川の水位が上昇していないタイミングで発令された避難指示から対応行動の必要性を感じ取ることは難しかった”と思われる。しかしながら氾濫警戒情報は“六角川の水位が警戒すべき水準まで上がり始めたことを伝えるメッセージ”であり、大雨特別警報と顕著な大雨に関する情報は“非常に激しい雨が降り続ける可能性があることを伝えるメッセージ”である。とりわけ 2021 年六角川氾濫の際は、氾濫危険情報の後に発令されており、河川水位が危険な状態でさらに大雨が

降ることを伝えるメッセージになっていた可能性がある。

こうした佐賀県武雄市の文脈を踏まえると、2021 年調査の分析において、行動指示情報と認知の間に有意な関係性が確認されなかったのは自然であり、また、「氾濫警戒情報」「大雨特別警報」「顕著な大雨に関する情報」と認知の間に有意な関係性が確認されたのも不自然ではなかったと思われる。

（３）2022 年梯川調査

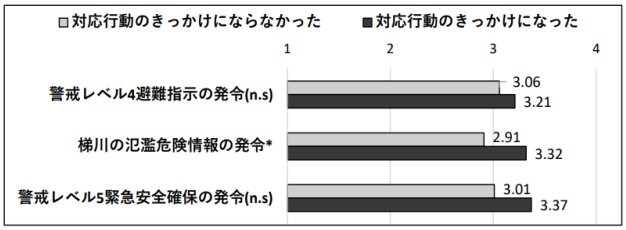
次に、2022 年石川県梯川氾濫の調査結果を分析する。この水害の避難支援期に発令された災害情報は、発令順に避難指示、氾濫危険情報、緊急安全確保であった。これらについて「対応行動を実施するきっかけになった」とされた割合はそれぞれ「警戒レベル 4 避難指示の発令」41.7%、「梯川の氾濫危険情報の発令」51.1%、「警戒レベル 5 緊急安全確保の発令」30.9%であった（N=139）。避難指示と緊急安全確保よりも、梯川の河川情報の方が対応行動を実施する契機となっていたことがわかる。

以上について「対応行動を実施するきっかけとなった災害情報」を独立変数、「被災の自己生起確率の認知」を従属変数として分散分析をした。その結果、統計的な有意差が確認されたのは、「梯川の氾濫危険情報」（$p<.05$、F 値 4.536）のみであり、避難指示と緊急安全確保については有意差が確認されなかった（図－4）。

分析結果を踏まえると、2022 年梯川氾濫の事例では、“「梯川の氾濫危険情報」の発令を対応行動の契機とした人は、「被災の自己生起確率の認知」も高まっていた傾向にあった”ことがわかる。加えて、六角川の事例と同様に、避難指示や緊急安全確保といった行動指示情報が発令されたとしても、被災の自己生起確率の認知とは関係がない可能性もわかった。

（４）2022 年梯川における災害情報の文脈

ここで、水害当日の石川県小松市の状況を振り返りたい。2022 年梯川の事例では、8 月 4 日午前 4 時 18 分に大雨警報が石川県を対象に発令され、午前 5 時 08 分には土砂災害警戒情報が、午前 5 時 14 分には洪水警報が石川県を対象に発令された。そして午前 10 時 06 分には、記録的短時間大雨情報が小松市で発令され、午前 11 時 10 分には氾濫警戒情報が梯川に発令された。その後、8 月 4 日午前 11 時 30 分に浸水を想定した避難指示が小松市全域に発令され、午後 2 時 30 分に埴田町付近で梯川の越水が確認され氾濫発生情報が発令された。



図－4　2022 年梯川調査：災害情報と被災の自己生起確率認知の分散（数値は平均値、***:p<.001、**:p<.01、*:p<.05）

本研究では、8 月 4 日午前 11 時 30 分から午後 2 時 30 分までの約 3 時間を避難支援期としたが、この間に発令された災害情報は、午前 11 時 50 分に梯川の氾濫危険情報と午後 0 時 00 分に小松市全域を対象とした緊急安全確保であった。

2022 年梯川の事例では、避難支援期以前に氾濫警戒情報や記録的短時間大雨情報といった地域や対象の河川が特定された情報が発令されていた。そのため、8 月 4 日午前 4 時 18 分大雨洪水警報の発令から午前 11 時 30 分の浸水を想定した避難指示の発令までを警戒期として尋ねた「警戒期における被災の自己生起確率の認知」[6)] を使い、同様の分析を行った。だが、警戒期に発令されていた災害情報と警戒期における被災の自己生起確率の認知の間に統計的に有意な関係性は確認できなかった。

以上を踏まえると、2022 梯川の事例では氾濫危険情報のみが重要であったかのように思われる。しかしながら、災害情報の文脈を踏まえるならば、“記録的短時間大雨情報や氾濫警戒情報など他の災害情報が発令された状態で梯川の氾濫危険情報が発令されたこと”に留意すべきと思われる。警戒期の時点では、被災の自己生起確率を認知していなかったとしても、様々な災害情報を重層的に受け取りながらリアリティ評価をしていき、最終的に認知が高まる契機となったのが氾濫危険情報だったと捉えるべきだろう。

（５）両事例における河川情報の役割

分析結果に基づいて RQ2：対応行動を実施する契機となった災害情報と認知の関係性を考察する。2021 年六角川調査と 2022 年梯川調査において、「被災の自己生起確率の認知」との間に有意な関係性を持っていた災害情報は、「氾濫警戒情報」「氾濫危険情報」といった“河川に関する情報”であった。これらの情報は、河川の固有名詞とともに発令されるため、情報の受け手は、自身が住んでいる地域を流れる河川の固有名詞に基づいて、水位の上昇を知ることができる。そのおかげで受け手は、“自分が住む地域の河川が氾濫することで被災する可能性”を認知しやすかったのだと思われる。

また、2021 年六角川調査では、「大雨特別警報」「顕著な大雨に関する情報」も認知との間にも関係性が確認された。これらは、発令された地域で非常に激しい雨が降り続ける可能性を伝える情報である。そのため、受け手が被災の自己生起確率を認知するためには、“自分が住んでいる地域で激しい雨が降り続けることで何が起こり得るか”を理解できていなければならない。

それに関して、本研究で調査対象地域とした佐賀県武雄市は、2019 年にも六角川の氾濫によって被害を受けており、“自分が住んでいる地域で激しい雨が降り続けると何が起こり得るか理解できていた”と思われる。それゆえ、激しい雨が降る可能性を伝える災害情報から被災の自己生起確率を認知しやすかったのだと思われる。

なお、2022 年梯川氾濫の事例では、大雨特別警報と顕

著な大雨に関する情報が発令されていなかったため、調査できなかった。

９．警報メディアと認知の関係

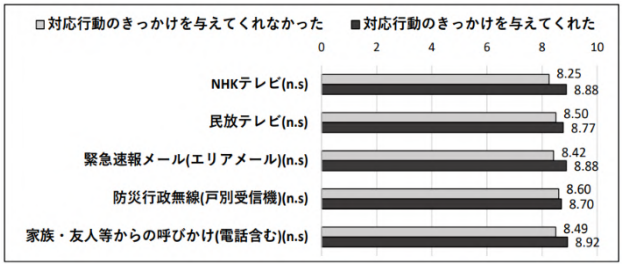
本章では、RQ3：警報メディアと認知の関係性について考察する。Quarantelli（1990）は、コミュニケーションの形式がパーソナルであるのかそれともマスであるのかにより、警報メッセージの受容傾向が異なることを指摘する。それによると、パーソナルに伝達された警報メッセージは、マスに伝達された警報メッセージよりも信頼されやすいという。そして Mileti & Sorensen（1990）は、情報源がフォーマルであるのかそれともインフォーマルであるのかにより、警報の受容傾向が異なることを指摘する。すなわち、公的に定められたガイドラインに則って発令されるフォーマルな警報（formal warning）は、行政機関や放送局といった公共機関を情報源とするゆえに、権威性があり一般的に信頼されやすい。一方で、親戚・友人など親しい関係にある人を情報源とするインフォーマルな警報（informal warning）は、公式の警報システムではコントロールできない要素であり一般的な何かしらの傾向を求めるべきではないという。

以上のように Quarantelli や Mileti & Sorensen は、コミュニケーションの形式と情報源が警報システムの効果に影響することを指摘している。本研究では彼らの指摘を踏まえ、日本の警報システムにおける代表的なメディアを表ー6 のように設定した。そして、各メディアが対応行動を実施する契機を与えたか否かは「対応行動を決めるきっかけを与えた情報源はどれですか」という質問文を用い、複数回答で回答を求めた。

（１）2021 年六角川氾濫における警報メディア

2021 年六角川氾濫において、「対応行動を実施するきっかけを与えてくれた」とされたメディアの割合はそれぞれ「NHK テレビ」62.3%、「民放テレビ」50.0%、「緊急速報メール（エリアメール）」48.6%、「防災行政無線（戸別受信機）」43.5%、「家族・友人等からの呼びかけ（電話含む）」36.2%であった（N=138）。この結果について「メディアが対応行動のきっかけを与えたか否か」を独立変数、避難支援期における「被災の自己生起確率の認知」を従属変数として分散分析を実施した（図ー5）。

分析の結果、2021 年六角川の事例では、警報メディアと避難支援期における「被災の自己生起確率の認知」との間には関係性がなかったことがわかった。



図ー５　2021 年六角川調査：警報メディアと被災の自己生起確率認知の分散（数値は平均値、***:p<.001、**:p<.01、*:p<.05）

（２）2022 年梯川氾濫における警報メディア

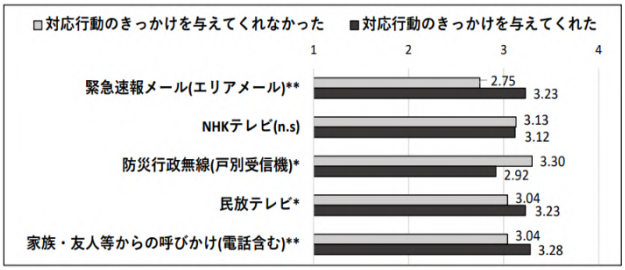
それでは、2022 年梯川の事例についてはどうか。「対応行動を実施するきっかけを与えてくれた」とされたメディアの割合はそれぞれ、「緊急速報メール（エリアメール）」77.0%、「NHK テレビ」71.9%、「防災行政無線（戸別受信機）」47.5%、「民放テレビ」44.6%、「家族・友人等からの呼びかけ（電話含む）」43.9%であった（N=139）。2021 年六角川の事例よりも、緊急速報メールと NHK テレビの割合が特に高かった。そしてこの結果について、「メディアが対応行動のきっかけを与えてくれたか否か」を独立変数、避難支援期における「被災の自己生起確率の認知」を従属変数として分散分析をした（図ー6）。

すると 2022 年梯川の事例では、「緊急速報メール（エリアメール）」、「防災行政無線（戸別受信機）」、「民放テレビ」、「家族・友人等からの呼びかけ（電話含む）」で統計的な有意差が確認された。これらのうち「防災行政無線（戸別受信機）」についてのみ“対応行動のきっかけを与えてくれたという人の方が被災の自己生起確率を認知していなかった”傾向が確認された。しかしそれ以外の「緊急速報メール（エリアメール）」「民放テレビ」「家族・友人等からの呼びかけ（電話含む）」では、“対応行動のきっかけを与えてくれたという人の方が被災の自己生起確率を認知していた”傾向が確認された。

ではなぜ、防災行政無線（戸別受信機）に関して、対応行動のきっかけを与えてくれなかったという人の方が被災の自己生起確率を認知していた傾向にあったのだろうか。その理由は、戸別受信機の電源を切っているあるいは自宅に完備していない等の人がおり、そのような人

表ー６　警報システムのコミュニケーション様式と情報源

	パーソナル・コミュニケーション	マス・コミュニケーション
フォーマルな情報源	・防災行政無線（戸別受信機） ・緊急速報メール（エリアメール）	・NHK テレビ ・民放テレビ
インフォーマルな情報源	・家族・友人等からの呼びかけ（電話含む）	



図ー６　2022 年梯川調査：警報メディアと被災の自己生起確率認知の分散（数値は平均値、***:p<.001、**:p<.01、*:p<.05）

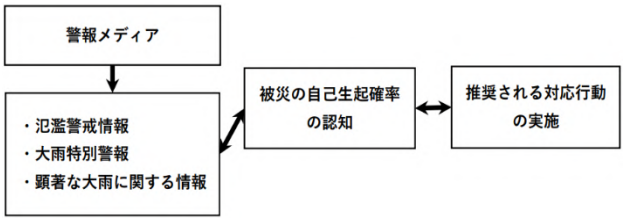
は、緊急速報メールや NHK テレビといった防災行政無線以外のメディアから対応行動のきっかけを得ていたからだと思われる。2022 年梯川の事例では、多くの人が緊急速報メール（77.0%）や NHK テレビ（71.3%）から対応行動のきっかけを与えられていたことを鑑みると、防災行政無線以外のメディアから災害情報を取得できるようになった環境の影響が大きいと考えられる。

１０．災害情報と警報メディア

ここまで三つのリサーチ・クエスチョンを検証してきたが、2021 年六角川の事例と 2022 年梯川の事例で警報メディア、災害への認知、対応行動の関係性にはいくつかの違いが確認された。

（１）2021 年六角川氾濫における変数の関係性

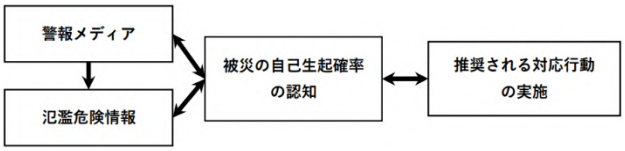
2021 年六角川調査の結果から確認された警報システムを構成する変数の関係性は、RQ1：認知と対応行動の関係と RQ2：対応行動を実施する契機となった災害情報と認知であり、RQ3：警報メディアと認知の関係性は確認されなかった。より詳細に振り返ると、RQ1 において推奨される対応行動の実施との間に重要な関係性があった認知は、災害と自身の関係性に対する認知として定めた「被災の自己生起確率の認知」であり、被災の自己生起確率を認知していた人が推奨される対応行動を実施していた傾向が確認された。そして、RQ2 について「被災の自己生起確率の認知」との間に関係性が確認されたのは、「氾濫警戒情報」「大雨特別警報」「顕著な大雨に関する情報」であり、対応行動の契機としてこれらの災害情報をあげた人が被災の自己生起確率を認知していた傾向が確認された（図−7）。



図−7　2021 年六角川調査において確認された変数の関係性

（２）2022 年梯川氾濫における変数の関係性

次に、2022 年梯川調査の結果を分析して確認されたのは、RQ1：認知と対応行動の関係、RQ2：対応行動を実施する契機となった災害情報と認知、RQ3：警報メディアと認知の関係性であった。RO1 において、先の六角川の事例と共通したのは「被災の自己生起確率の認知」であり、被災の自己生起確率を認知していた人が推奨される対応行動を実施していた傾向が確認された。また、RQ2 については、「氾濫危険情報」を対応行動の契機としてあげた人が、被災の自己生起確率を認知していた傾向が確認された。そして、2021 年六角川の事例と大きく異なったのは、RQ3：警報メディアと認知に関係性が確認され



図−8　2022 年梯川調査において確認された変数の関係性

たことである。対応行動の契機を与えた警報メディアと被災の自己生起確率の認知の間に関係性が確認された。

（３）結果の考察

両事例の結果を鑑みると、河川氾濫の危険性を伝える警報システムについて“警報メディア⇒災害情報⇒被災の自己生起確率の認知⇒推奨される対応行動の実施”という意思決定過程が見えてくる。しかしながら、ここで見えてきた意思決定過程は、分析者が恣意的に意味づけた原因と結果のストーリーである可能性が高いという点に留意が必要である。本研究で用いたロジスティック回帰分析や分散分析の手法も、恣意的に定めたストーリーが母集団に対して平均的に当てはまるかを証明しようとしているに過ぎず、その結果が統計的に有意だったからといって、河川氾濫への対応行動の意思決定過程を理解できたとするのは必ずしも適切ではない。よって今後は、災害への対応行動が極めて個別的かつ多様であることに留意しながら質と量を組み合わせた調査を実践し、本研究で見えてきた意思決定のストーリーが本当に現実に合致するかを検証していかなければならない。

注

１）被災地調査の際には、町内会の方、地域の社会福祉協議会や消防団に所属する方などから調査へのご理解とご協力を頂いた。当日の状況をご教授頂いたのみならず、河川氾濫への対応行動が特に必要な地域などを教えて頂けた。

２）本研究の目的は、災害に対して比較的受動的な人々の対応行動を分析することである。そのため、消防団や地域の社会福祉協議会に所属する人については分析対象から除いた。

３）行動や認知を尋ねる際は、質問文の前に次の避難支援期に関する説明を付した。「避難指示などの避難情報が発表され、災害の前兆が確認され始める期間を「避難支援期」といいます。今回の○○川氾濫の避難支援期は、○月○日○時○分～○月○日○時○分までです。お手数ですが問○～問○には、そのときを思い出しながらお答えください。」

４）避難支援期に実施されていた対応行動に関する質問では、留置きの際に「最終的に実施していた行動をお答えください」と説明をした。しかし実際には、最終的な対応行動を実施するまでの間に、車を高所に移動する、家財を二階にあげる等の対応行動があったと予想される。そうした多様であるはずの対応行動を解明できていない点が、本研究の課題の一つである。

５）対応行動の契機となる災害情報は多様であることが予想された。そのため、複数回答で対応行動の契機となった災害情報を尋ねた後、災害情報と認知の関係性の分析に重点を置いた。

６）質問文の前に「災害が発生する可能性が高まり災害への警

戒を促す期間を「警戒期」と言います。今回の○○川氾濫の警戒期は、○月○日○時○分～○月○日○時○分まででした。お手数ですが問○～問○には、そのときを思い出しながらお答えください。」という説明文を付した。尺度は表－3 である。

参照文献

De Hoog, N., Stroebe, W., & De Wit, J. B. F. (2008), The processing of fear-arousing communications: How biased processing leads to persuasion. *Social Influence*, Vol.3(2), pp.84-113.

深田博己（2002），恐怖感情と説得, 深田博己編著, 説得心理学ハンドブック―説得コミュニケーション研究の最前線, 北大路書房, pp.278-328.

藤本慎也・川見文紀・亀井敏和・徳永健介・三谷泰浩・立木茂雄（2019），災害時の防護意思決定構造の理論モデル化とその実証的検討：大分県 3 市における土砂災害の関する社会調査データへの構造方程式モデリング，地域安全学会論文集, No.35, pp.305-315.

Gladwin, C. H., Gladwin, H., & Peacock, W. G. (2001), Modeling Hurricane Evacuation Decisions with Ethnographic Methods, *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, Vol.19(2), pp.117-143.

Hovland, C. I., Janis, I. L., & Kelly, H. H. (1953), *Communication and Persuasion*, Yale University Press. ホブランド, C. I., ジャニス, I. L., & ケリー, H. H. (1960), コミュニケーションと説得, 辻正三・今井省吾訳, 誠信書房.

Janis, I. L., & Feshbach, S. (1953), Effects of fear-arousing communications, *Journal of Abnormal and Social Psychology*, Vol.48, pp.78-92.

Janis, I., & Mann, L. (1977) Emergency decision making, *Journal of Human Stress*, Vol.3, pp.35-45.

柿本竜治・金華永・吉田護・藤見俊夫（2014），予備的避難の阻害要因と促進要因に関する分析―防護動機理論に基づいた予防的避難に関する意識構造分析―, 都市計画論文集, Vol.49, No.3, pp.321-326.

Leventhal, H. (1971), Fear appeals and persuasion: The differentiation of a motivational construct, *American Journal of Public Health*, Vol.61(6), pp.1208-1224.

Leventhal, H., & Dabbs, Jr. J. M. (1966), Effects of varying the recommendations in a fear-arousing communication, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol.4(5), pp.525-531.

Leventhal, H., Watts, J. C., & Pagano, F. (1967), Effects of fear and instructions on how to cope with danger, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol.6(3), pp.313-321.

Lindell, K. M., & Perry, R. W. (2012), The Protective Action Decision Model: Theoretical Modifications and Additional Evidence, *Risk Analysis*, Vol.32(4), pp.616-632.

Mileti, D. S. (1995), Factors related to flood warning response, *United States-Italy Research Workshop on the Hydrometeorology, Impacts, and Management of Extreme Floods Perugia (Italy)*, pp.1-17.

Mileti, D. S., & Beck, E. M. (1975), Communication in crisis explaining evacuation symbolically, *COMMUNICATION RESEARCH*, Vol.2(1), pp.24-49.

Mileti, D. S., & Fitzpatrick, C. (1992), The casual sequence of risk communication in the Parkfield earthquake prediction experiment, *Risk Analysis*, Vol.12(3), pp.393-400.

Mileti, D. S., & O'brien, P. W. (1992), Warnings During Disaster: Normalizing Communicated Risk, *SOCIAL PROBLEMS*, Vol.39(1), pp.40-57.

Mileti, D. S., & Sorensen, J. H. (1990), *Communication of Emergency Public Warnings: A Social Science Perspective and State-of-the-ART Assessment*, OAK RIDGE NATINAL RABORATORY: Oak Ridge.

永松伸吾・牛山素行・関谷直也・鈴木進吾（2022），避難情報は人的被害を軽減したか―平成 30 年 7 月豪雨・令和元年東日本台風の実証分析―, 災害情報, No.20-1, pp.51-61.

廣井脩編著（2004），災害情報と社会心理, 北樹出版, pp.123-152.

及川康・片田敏孝（2016），避難勧告等の見逃し・空振りが住民対応行動の意思決定に及ぼす影響, 災害情報, No.14, pp.93-104.

及川康（2020），主体的避難の可能性について，災害情報, No.18-2, pp.135-140.

Perry, R. W. (1979), Evacuation decision-making in natural disasters, *Mass Emergencies*, Vol.4, pp.25-38.

Quarantelli, E. L. (1990), *The warning process and evacuation behaviors: The research evidence*, Preliminary Paper 148, Disaster Research Center, University of Delaware Newark, DE.

Rogers, R. W. (1975), A protection motivation theory of fear appeals and attitude change, *Journal of Psychology*, Vol.91, pp.93-114.

Rogers, R. W. (1983), Cognitive and psychological processes in fear appeals and attitude change: A revised theory of protection motivation. In Cacioppi, J., & Petty, R.(Eds.), *Social psychophysiology*, New York: Guilford, pp.153-176.

Rogers, R. W., & Mewborn, C. R. (1976), Fear appeals and attitude change: Effects of a threat's noxiousness, probability of occurrence, and the efficacy of the coping responses, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol.34, pp.54-61.

Ryan, B. (2018a), A model to explain information seeking behavior by individuals in the response phase of a disaster, *Library and Information Science Research*, Vol.40, pp.73-85.

Ryan, B. (2018b), Establishing information seeking pathways in slow and flash floods, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol.31, pp.9-19.

田中淳（2008），災害情報論の布置と視座, 田中淳・吉井博明編, 災害情報論入門, 博文堂, pp.18-24.

Witte, K. (1992) , Putting the fear back into fear appeals: The extended parallel process model, *Communication Monographs*, Vol.59, pp.329-349.

矢守克也（2009），再論―正常化の偏見, 実験社会心理学研究, Vol.48(2), pp.137-149.

矢守克也（2013），巨大災害のリスク・コミュニケーション―災害情報の新しい形―, ミネルヴァ書房.

(原稿受付 2023.6.30)
(登載決定 2024.1.26)

Empirical Study of Disaster Information for Coping Response Decision-making in Natural Disasters: Evidence from the Rokkaku River Flood in 2021 and the Kakehashi River Flood in 2022

Yoshihiro HONDA [1]

[1] Graduate School of Journalism and Media, Nihon University（layo20001@g,nihon-u.ac.jp）

ABSTRACT

The purpose of this article is to demonstrate significant cognitive factors in coping response decision-making in natural disasters and to clarify disaster information which is related to those cognitive factors. For these purposes, first, we overviewed the theory of evacuation decision-making held in natural disaster research and of fear-arousing communications. By this approach, we clarified cognitive factors that are related to coping response decision-making. Second, we surveyed the disaster areas, Rokkaku River Flood in 2021 in Saga prefecture and Kakehashi River Flood in 2022 in Ishikawa prefecture. After these surveys, we try to demonstrate the research questions by analyzing the results of our survey researches.

According to analysis, the cognitive factor related to coping response decision-making is “the expectancy of being exposed to the threat” which is used in fear arousing communication. On the other hand, disaster information facilitating the expectancy of being exposed to the threat tells “the proximity of disaster”, and this cognitive factor is used in evacuation decision-making in natural disasters. By the above, we indicate the relation of the cognitive factors and disaster information to coping response decision-making.

Keywords *: Disaster Information, Evacuation Decision-making, Fear-arousing communication, Original Protection Motivation Theory, Self-serving bias*

気候変動への適応を見据えたゲリラ豪雨関連情報 XRAIN の有効活用ー京都府宇治市の中学生を対象としてー

藤田浩史[1]・竹之内健介[2]・吉田晃一郎[3]・木島圭助[4]・米田幸生[5]・中北英一[6]

[1]一般財団法人日本気象協会　関西支社　環境・エネルギー事業課（h-fujita@jwa.or.jp）
[2]香川大学　創造工学部（takenouchi.kensuke@kagawa-u.ac.jp）
[3]一般財団法人日本気象協会　関西支社　環境・エネルギー事業課（yoshida.koichiro@jwa.or.jp）
[4]一般財団法人日本気象協会　関西支社　（kijima@jwa.or.jp）
[5]環境省近畿地方環境事務所　環境対策課（YUKIO_YONEDA@env.go.jp）
[6]京都大学　防災研究所（nakakita@hmd.dpri.kyoto-u.ac.jp）

和文要約

近年、気候変動などの影響により、短時間強雨であるゲリラ豪雨の発生頻度が増加傾向にある。このような中で、気候変動適応の一つとして、ゲリラ豪雨に対する理解を深めるとともに、行動変容が求められる。本研究では、2022 年 7 月から 9 月にかけて、京都府宇治市の中学校 2 校においてゲリラ豪雨関連情報を日常的に活用する取り組みを通じて、取り組みに参加した生徒について、ゲリラ豪雨に対してどのような対応行動が見られるのか、そしてゲリラ豪雨や気候変動適応の理解がどのように変化するのか調査を行った。取り組みでは、校内に設置した大型モニターや個人所有のタブレット端末・スマートフォンにて XRAIN を確認し、ゲリラ豪雨の観察・記録を実施した。期間中、ゲリラ豪雨が発生しやすい条件が生じたこともあり、計 169 個の記録が行われた。

取り組み前後で実施したアンケート結果からは、66%の生徒が XRAIN の継続利用の意思を示すとともに、73%の生徒が気候変動のことを考えるようになったと回答した。このことから、ゲリラ豪雨関連情報の活用を通じて、ゲリラ豪雨に対する対応行動の促進および気候変動適応に対する意識向上を図ることが可能であり、将来的なゲリラ豪雨の激甚化に伴う被害等の軽減が期待できる。

キーワード：ゲリラ豪雨、XRAIN、地球温暖化、気候変動適応、情報活用

1．はじめに

気候変動による大雨の発生傾向について、観測データからも、長期的にゲリラ豪雨を含む大雨の発生頻度上昇が既に見られている（気象庁, 2023）。全国に配置されたアメダスにおける、1 時間降水量 50mm 以上の発生回数（アメダス 1300 地点あたり）の経年変化は、アメダスの運用開始初期にあたる 1976 年から 1985 年までの 10 年間と比較して、直近の 2013 年から 2022 年までの 10 年間では 1 年あたりの大雨の平均発生回数が約 1.5 倍に増加している。また、より短い時間の降水量を記録した 10 分間降水量についても、約 80 年間の統計期間において、上位事例の約半数が直近 20 年間に記録されている（気象庁, 2023）。

このような中、気候変動に伴うゲリラ豪雨の発生頻度や最大強度の将来変化についても研究が行われており、近畿地方では 8 月のゲリラ豪雨発生頻度が増加し、特に 8 月後半の増加が目立つとされている（中北ら, 2017）。同様に、最大降雨強度の変化については、擬似温暖化実験による調査が実施され、将来的に最大降雨強度が増大することが示されている（中北ら, 2020）。これらの研究結果から、将来的にゲリラ豪雨の発生頻度・最大降雨強度ともに増大することが予想されており、ゲリラ豪雨に伴う地下浸水や内水氾濫のリスクが増大することが懸念される。現在もゲリラ豪雨の激甚化の影響は既に現れ始めているが、将来的には影響がさらに顕在化する可能性が高い。そのため、ゲリラ豪雨の激甚化に対する適応がより重要となる。

本研究では、気候変動の影響によって年々最大強度や頻度増加が顕著となってきているゲリラ豪雨について、現象そのものへの理解を深め、日常生活における対応方

法を検討する学習を通じて、ゲリラ豪雨関連情報（XRAIN）の有効活用やゲリラ豪雨への将来的な適応可能性について、中学生を対象とした実証の結果をもとに議論するものである。

２．先行研究

学校教育現場における気象情報の利活用事例として、10 年以上にわたって「リアルタイム気象情報表示システム」を構築し、閲覧等を行った事例（永井,2015）や独自の気象観測情報をネットワーク化し閲覧や活用を行った事例（名越ら（2014）、高橋ら（2013））がある。

永井（2015）の事例では、知識偏重・実践軽視の傾向があった学校教育現場において、リアルタイムに気象情報を表示するモニターを設置し、生徒に自由に閲覧・利用させている。取り組みにおいて、生徒の自主的な活用・思考を妨げないようにするため、敢えて教師はモニターに近寄らないようにする、教師が事前に知識を教えない、という工夫がなされていた。その結果、教師が教えなくても環境を与えることで生徒が興味を持って主体的に気象情報を活用し始めたこと、生徒が気象情報を見て、自らの行動計画の判断材料にできるようになったことで、防災リテラシーの向上に繋がったことが報告されている。

名越ら（2014）の事例では、独自に設置した局地気象観測測器によるリアルタイムの観測情報を取得・表示する「学校気象台」のシステムが構築され、大学の附属中学校・小学校においてデータ活用が試みられた。附属小学校では、一日の気温変化の観測結果をもとに、気温変化が何によって起こるかの議論が行われ、主に太陽放射によることを発見できた。また、台風通過時の各気象要素の時系列データから、台風接近に伴って気圧が低下すること、最大風速や雨量が急激に増加することなどが学習された。

また災害等の気象イベントを「我がこと」として考えてもらうための取り組み事例として、河田ら（2020）の研究がある。この研究では、高度で複雑な防災気象情報がなかなか受け手に理解されず、あまり活用されていない現状を踏まえて、情報に地域性や日常性をもたせることで「我がこと」として捉えてもらうためのアクションリサーチを実施している。アクションリサーチの中では、地域気象情報モニターを学校に設置し、天気図や気象レーダー観測情報、河川水位情報等を表示することで、日常化のサポートが実施されている。また、学習プログラムには「我がこと」として考えるためのヒントが盛り込まれ、生徒の主体的な学習を支援している。これらの学習プログラムや地域気象情報モニターによって、災害を「我がこと」として主体的に考え、積極的に学習を行う姿が見られた。

このような先行研究がある一方、将来的な気候変動適応を見据えたゲリラ豪雨関連情報の有効活用や教育に関する実証研究は確認されない。そこで、本研究では、将来的な気候変動に伴うゲリラ豪雨の激甚化への適応も念頭に置いた教育及び実証研究を行うこととした。

３．研究目的と方法

（１）研究目的

本研究では、気候変動の影響によって年々最大強度や頻度増加が顕著となってきているゲリラ豪雨について、①ゲリラ豪雨の特徴を理解すること、②ゲリラ豪雨の観察方法を学ぶこと、③日常生活においてゲリラ豪雨にどう対峙するかを習得すること、を目的として実施した。上記の目標を達成するため、事前授業では、ゲリラ豪雨の特徴などについて説明を実施した。また、実証の中で、XRAIN などを利用したゲリラ豪雨の観察を実践し、日常生活においてどのようにゲリラ豪雨と付き合っていくか、被害に遭わないためにはどう行動すればよいかを理解し、行動に移すことができる状態を到達点としている。またその結果として、気候変動適応に対する理解や行動にどの程度つながるのかを確認する。

（２）ゲリラ豪雨関連情報

近年、ゲリラ豪雨の観測網が充実してきており、誰でも閲覧可能な Web サイト等で豪雨関連情報の公開が行われている。本研究では、その中で、国土交通省が運用している XRAIN を利用した。XRAIN は、全国に配置した X バンド MP レーダー及び C バンド MP レーダーのデータを合成し、1 分毎に高分解能（250m メッシュ）の雨量を提供している。近畿地域には、4 基の X バンド MP レーダー、2 基の C バンド MP レーダーが設置されており、これらの合成により、詳細な降雨状況の把握が可能となっている（片山ら,2015、土田ら,2016）。これらの観測情報は、XRAIN として、一般に公開されており、毎分更新され、過去の雨雲の遷移とともに PC やスマートフォン等の端末から閲覧が可能である。

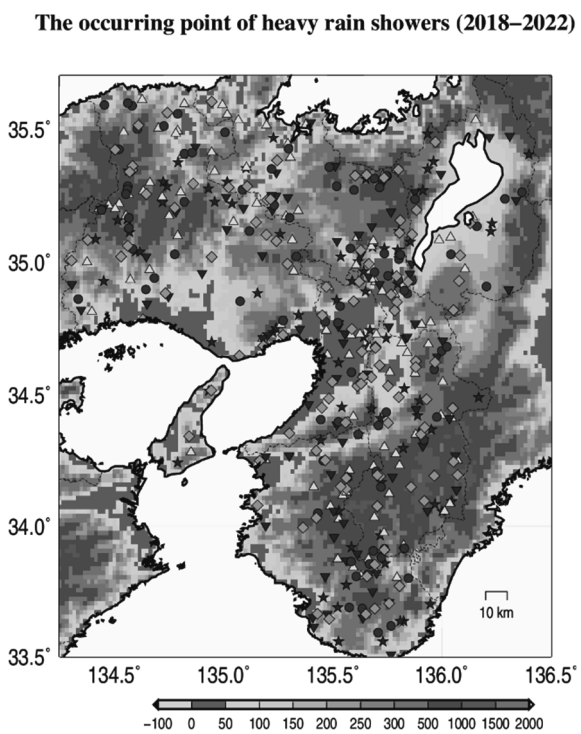
また、XRAIN は閲覧端末ごとに地点登録を行い、自分が登録した地点と雨雲の位置関係を把握することが可能であること、地図上から河川水位の観測情報や河川カメラの情報も閲覧が可能である。このように、一般人がゲリラ豪雨を確認し、行動に移す上で必要な情報が揃っており、利便性の観点からも有効であることから、本研究では、ゲリラ豪雨関連情報として XRAIN を対象として利用することとした。

（３）研究フィールドと対象校

本研究では、対象とする学校区において、ゲリラ豪雨の発生頻度がある程度必要となる。**図-1** に示すように、過去 5 年間の近畿地域におけるゲリラ豪雨の発生状況から、例年 100 事例程度のゲリラ豪雨が発生していることがわかる。地形の影響等もあり、ゲリラ豪雨の発生場所にもやや偏りが見られるが、この結果を基に、周辺地域を含めてゲリラ豪雨の発生が比較的多い宇治市において研究を実施することとした。なお、将来的な気候変動への適応も見据え、ゲリラ豪雨の現象そのものへの理解が

可能で、取り組みで利用する閲覧サイトや記録に用いるGoogleフォームへのアクセスにも支障がない中学生を対象とすることとした。

実施校の選定においては、宇治市教育委員会を通じて、学校関係者に実施内容の説明を行い、立候補のあった南宇治中学校2年生及び黄檗中学校3年生を対象に実施することとなった。宇治市が公表しているハザードマップによると、南宇治中学校は近隣を流れる木津川が氾濫した場合に、3m～5m程度の浸水が想定される。一方、黄檗中学校は、宇治市の山側に位置し、河川氾濫による浸水の可能性は低いものの、近隣に土砂災害特別警戒区域や土砂災害警戒区域、内水氾濫区域が存在する。このように、両校は災害リスクの状況はやや異なるものの、豪雨に対して注意が必要な地域に位置している。



★:2018年、▲:2019年、▼:2020年、●:2021年、◆:2022年

図−1 近畿地域におけるゲリラ豪雨の発生状況
（XRAINデータを用いて日本気象協会作成）

（4）研究方法

本実証研究のための中学校における取り組みは、事前授業・ゲリラ豪雨関連情報の活用・振り返り授業で構成される。タイトルは、「目指せ！ゲリラ豪雨マスター」とした。実施期間や取得したデータなどを**表−1**に示す。ゲリラ豪雨関連情報の活用を通じて、情報をどのように利活用するのかを明らかにするとともに、生徒のゲリラ豪雨や気候変動適応に関する意識がどのように変化するのかを検証する。

事前授業では、取り組み前に理解が必要なゲリラ豪雨の基礎知識や地球温暖化に伴うゲリラ豪雨への影響、豪雨の観察方法や記録方法についての説明を行った。内容は、大きく4つ（①ゲリラ豪雨マスターの取り組みについて、②ゲリラ豪雨ってどんな雨？、③ゲリラ豪雨って大丈夫？、④ゲリラ豪雨を探して記録してみよう）で構成される。①ゲリラ豪雨マスターでは、取り組みの目的や期間、方法について紹介をするとともに、気候変動の影響に対する緩和策や適応策についても紹介を行った。②ゲリラ豪雨ってどんな雨？では、目的の1つであるゲリラ豪雨に対する理解を深めるため、動画なども用いてゲリラ豪雨の強さ、範囲、継続時間等、ゲリラ豪雨の特徴についてよりスケールの大きい台風や前線、線状降水帯等との特徴比較も含め、紹介を行った。③ゲリラ豪雨って大丈夫？ではゲリラ豪雨の危険性や水害事例の紹介を行い、3つ目の目的であるゲリラ豪雨への対処方法の一例を紹介した。最後に、④ゲリラ豪雨を探して記録してみようでは、2つ目の目的のゲリラ豪雨の観察方法を学び、ゲリラ豪雨関連情報の活用に向けて、後述のゲリラ豪雨記録用紙を記入する実践ワークを行った。

次に、ゲリラ豪雨関連情報の活用では、記録用紙を利用して実施した。期間は、ゲリラ豪雨の発生しやすい梅雨明け（事前授業後）から9月末までの期間を対象とした。記録用紙の内容を**図−2**に示す。ゲリラ豪雨の記録は、発見日時、雨の場所、雨の強さ、どこで何をしていたか、予定や行動の変化を記録してもらった。記録用紙を紙で配布するとともに、Googleフォームも用意して先生方の負担軽減及び集計作業の効率化の工夫を行った。ゲリラ豪雨の観察は、校内では学校に設置した大型モニター（**図−3**）による閲覧のほか、校外では生徒の保有するタブレット端末やスマートフォンから観測サイトにアクセスすることにより実施した。そのため、記録用紙には、観測サイト（川の防災情報：XRAIN）とGoogleフォームのQRコードを付加し、生徒がスムーズに情報へアクセス・記録ができるよう工夫を行った。なお、上述の大型モニターについては、取り組みを始める段階で、学校の玄関前の目に付きやすい場所に設置した。

最後に、ゲリラ豪雨への対峙方法を確認し、今後のゲリラ豪雨関連情報の活用を推進するため、実証期間中の記録等を取りまとめて、期間中に出された疑問等を解決する振り返り授業を実施した。振り返り授業の内容は、大きく6つで構成される（①振り返り、②今年の雨と結果の報告、③疑問解決、④表彰、⑤気候変動と豪雨についての講演、⑥今後の活用及び対応方法について）①振り返りと②今年の雨と結果の報告では、取り組み期間中の事例などを紹介した。③疑問解決では、記録用紙の自由記述欄に記載された疑問点を紹介し、重要なものについて内容の説明を行った。④表彰では、期間中の記録内容が優秀であった生徒、着眼点が独創的であった生徒等を表彰した（最多ゲリラ豪雨賞、ユニークゲリラ豪雨賞、ゲリラ豪雨マスター賞、ゲリラ豪雨で発見賞）。最も記録数の多かった生徒だけでなく、特定のゲリラ豪雨事例を一人だけ記録していた生徒、行動や気づきに良い点があ

った生徒を表彰した。⑤気候変動と豪雨についての講演では、将来的な気候変動と豪雨に関して説明を実施した。最後に⑥今後の活用及び対応方法について説明し、振り返り授業を締めくくった。

また取り組みの中で、**表-1** に示す通り、事前授業と振り返り授業の実施日に、事前アンケートおよび事後アンケートをそれぞれ実施した。事前アンケートおよび事後アンケートの内容を**表-2** に示す。

まず事前アンケートでは、ゲリラ豪雨や XRAIN の認知度（Pre_1, Pre_3）や、日常における気候変動への意識（Pre_4）、気候変動によるゲリラ豪雨への影響の認知度（Pre_6）のように、予備知識の確認に加えて、気候変動のことを普段から考えているかを確認するとともに、自由記述として、ゲリラ豪雨への備え（Pre_2）や日常における気候変動対策（Pre_5）を確認した。

表-1　ゲリラ豪雨関連情報の有効活用実証の概要

実施対象	南宇治中学校 2 年生（2 クラス、68 名） 黄檗中学校 3 年生（3 クラス、117 名）
実施期間	事前授業（1 時限）：2022 年 7 月 8 日　（南宇治中学校体育館、黄檗中学校交流ホール） ゲリラ豪雨関連情報の活用：2022 年 7 月 8 日～9 月 30 日（校内ではモニターを利用し、校外では自身の携帯などを利用） 振り返り授業（1 時限）：2022 年 10 月 14 日（南宇治中学校体育館、黄檗中学校体育館）
取得データ	事前アンケート：2022 年 7 月 8 日（南宇治中学校 52 個、黄檗中学校 104 個） 記録用紙（南宇治中学校 51 名 125 個、黄檗中学校 18 名 44 個） 事後アンケート：2022 年 10 月 14 日（南宇治中学校 64 個、黄檗中学校 99 個）

●●中学校
ゲリラ豪雨マスター記録用紙（No.　）

年　組　番 氏名

XRAIN　　Google フォーム

発見日時	2022 年　月　日　時　分頃
雨の場所	1 校区内、2 宇治市、3 京都市、4 京都府、5 大阪府 6 滋賀県、7 その他（　）
雨の強さ	0-1mm/h　1-5mm/h　5-10mm/h　10-20mm/h 20-30mm/h　30-50mm/h　50-80mm/h　80mm/h 以上
どこで何をしていたか	
予定や行動の変化	
気付いたことや思ったこと（自由記述）	

図-2　ゲリラ豪雨記録用紙の内容

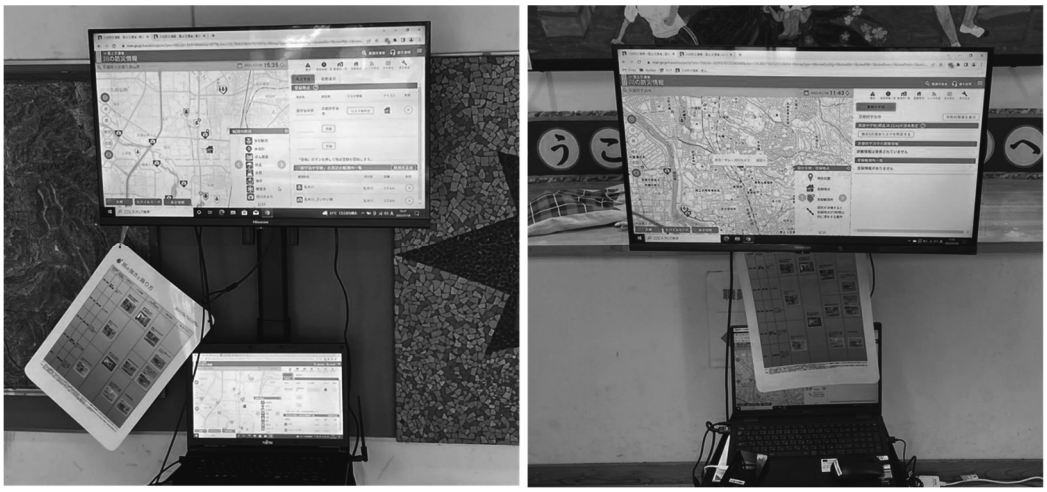


図-3　ゲリラ豪雨観測情報の閲覧環境（左：南宇治中学校、右：黄檗中学校）

表-2　事前アンケートおよび事後アンケートの内容　※本研究に関するものを抜粋

No.	設問	内容・回答方法	選択肢
事前アンケート			
Pre_1	ゲリラ豪雨の認知度	ゲリラ豪雨のことを知っていましたか？（単一回答）	1.よく知っていた, 2.言葉や意味は何となく知っていた, 3.言葉は知っていたけど、意味は知らなかった, 4.初めて聞いた
Pre_2	ゲリラ豪雨への備え	ゲリラ豪雨のような大雨に備えて、何かしていることはありますか？（自由記述）	
Pre_3	XRAIN の認知度	XRAIN のことを知っていましたか？（単一回答）	1.よく知っていた, 2.言葉や意味は何となく知っていた, 3.言葉は知っていたけど、意味は知らなかった, 4.初めて聞いた
Pre_4	日常における気候変動意識	普段、気候変動のことを考えたりしますか？（単一回答）	1.よく考える, 2.やや考える, 3.どちらでもない, 4.あまり考えない, 5.ほとんど考えない
Pre_5	気候変動対策	気候変動への対策として、あなたは何かしていますか？（自由記述）	
Pre_6	気候変動によるゲリラ豪雨への影響の認識	気候変動でゲリラ豪雨が増えるかもしれないことを知ってましたか？（単一回答）	1.よく知っていた, 2.やや知っていた, 3.どちらでもない, 4.あまり知らなかった, 5.ほとんど知らなかった
事後アンケート			
Post_1	ゲリラ豪雨に対する理解	ゲリラ豪雨に関する理解や関心は深まりましたか？（単一回答）	1.とても深まった, 2.やや深まった, 3.どちらでもない, 4.あまり深まらなかった, 5.ほとんど深まらなかった
Post_2	XRAIN に対する理解	XRAIN に関する理解や関心は深まりましたか？（単一回答）	1.とても深まった, 2.やや深まった, 3.どちらでもない, 4.あまり深まらなかった, 5.ほとんど深まらなかった
Post_3	日常における XRAIN の活用意思	これからの生活で、XRAIN を使ってみたいと思いますか？（単一回答）	1.とても思う, 2.やや思う, 3.どちらでもない, 4.あまり思わない, 5.ほとんど思わない
Post_4	気候変動の検討	気候変動のことを考えるようになりましたか？（単一回答）	1.とても考える, 2.やや考える, 3.どちらでもない, 4.あまり考えない, 5.ほとんど考えない
Post_5	ゲリラ豪雨を通じた気候変動影響の認識	実際、ゲリラ豪雨の観察を通して気候変動の影響を感じましたか？（単一回答）	1.とても感じた, 2.やや感じた, 3.どちらでもない, 4.あまり感じなかった, 5.ほとんど感じなかった
Post_6	今後の気候変動対策	気候変動対策として、これからしてみようと思うことを書いてください。（自由記述）	
Post_7	取り組みを通じた気づき	ゲリラ豪雨や気候変動について、気づいたことがあれば教えてください。（自由記述）	
Post_8	感想文	ゲリラ豪雨マスターの取り組みやこれからの気候変動について（自由記述）	

事後アンケートでは、取り組みを通じて、ゲリラ豪雨や XRAIN に対する理解が深まったか（Post_1, Post_2）、今後の生活で XRAIN を使ってみたいと思うか（Post_3）、気候変動のことを考えるようになったか（Post_4）、ゲリラ豪雨を通じて気候変動影響を認識したか（Post_5）の他、自由記述として、気候変動対策として今後してみようと思うこと（Post_6）や取り組みを通じた気づき（Post_7）、取り組みに参加した感想、要望や質問点（Post_8）を確認した。

本研究では、これらの取り組みを通じて得られた事前アンケート、ゲリラ豪雨記録用紙、事後アンケートの結果を基に、ゲリラ豪雨関連情報の確認を通じてゲリラ豪雨や気候変動適応に対する意識や行動変容の可能性を確認する。

4．研究結果

（1）事前アンケートの結果

まず事前アンケートによって、取り組み開始前の参加者の知識や関心のバックグラウンドを把握した。アンケート結果を**図-4～図-7** に示す。集計は学校ごとに実施したが、統計的有意性の確認のため、$\chi 2$ 乗検定及び正確確率検定を実施したところ、事前アンケートの設問（Pre_4「日常生活における気候変動意識（$p<0.001$）」）を除いて、有意な差は見られなかった。そのため、本研究では 2 校の回答を合算した結果を示す。ゲリラ豪雨については、73%の参加者が用語や意味を知っていたのに対し、XRAIN ついては 84%の参加者が「初めて聞いた」と回答し、ゲリラ豪雨そのものは知っているが、ゲリラ豪雨関連情報について知っている参加者は少ないことが確認された。ただし、ゲリラ豪雨についてよく知っていると答えた参加者は 9%程度に留まり、ゲリラ豪雨という用語を知っていると答えた参加者が過半数を占めることから、ゲリラ豪雨への理解を深めるための教育が必要な状況であることが確認できた。自由記述で確認したゲリラ豪雨への備えとしては、「非常用持ち出し袋を用意している」、「お天気アプリから通知が来るようにしている」、「降っているときは不用意に外出しない」など、基本的な備えが確認された。また、気候変動に関しては、普段

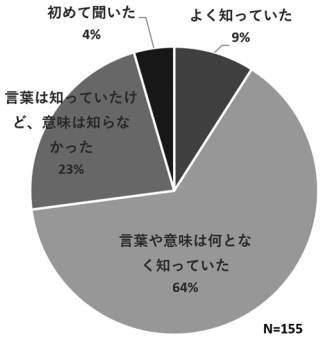


図-4　ゲリラ豪雨の認知度（Pre_1）

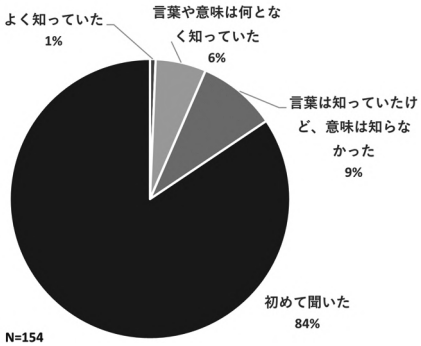


図-5　XRAIN の認知度（Pre_3）

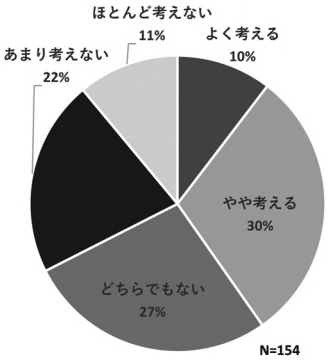


図-6　日常における気候変動の意識（Pre_4）

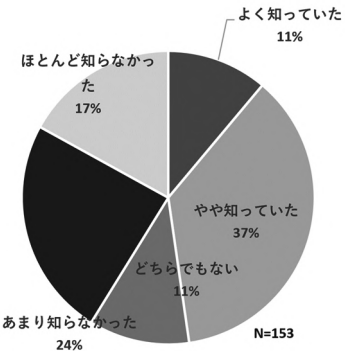


図-7　気候変動によるゲリラ豪雨への影響の認知度（Pre_6）

から気候変動のことを考えている参加者は 40%であり、気候変動とゲリラ豪雨の関係については、48%の生徒が気候変動によってゲリラ豪雨が増えるかもしれないと認識していたように、気候変動に対する意識は生徒によって分かれる結果となった。自由記述で確認した気候変動対策としては、「ごみの量を減らしている」、「夏はクーラーや扇風機を使い、熱中症対策をしている」、「節水」、「節電」など多岐に渡っていた。

（2）豪雨事例と記録結果

豪雨の記録状況の詳細を、**表-3** に示す。南宇治中学校で 51 名 125 個、黄檗中学校で 18 名 44 個のデータが得られた。黄檗中学校と比較して、南宇治中学校の実証への参加者及び総記録数が多くなっているのは、黄檗中学校が自由研究として取り組んでいたのに対して、南宇治中学校では夏休みの理科の宿題として豪雨の記録実証が課されていたことが影響していると考えられる。また、参加者の多くが 7 月末までに実証に参加しており、総記録数の半数以上が 7 月に記録されていたことが確認できる。期間中、**図-1** に示すように、近畿圏で計 61 回のゲリラ豪雨が観測されており、生徒たちもゲリラ豪雨に気づく機会も多かったものと思われる。また、記録時には、ゲリラ豪雨について、XRAIN の様子だけでなく、周囲の様子も一緒に表現されているものも多く確認された。

では、実際にどのような記録がなされたのかを確認する。ここでは、特に顕著なゲリラ豪雨事例として 2022 年 7 月 19 日および 2022 年 7 月 22 日の事例を取り上げる。

まず 2022 年 7 月 19 日の事例では、午前中には日本海を進む低気圧の影響で、近畿地方には南海上からの暖かく湿った空気が流れ込みやすい状況となり、京都市では記録的短時間大雨情報が発表される大雨となった。この際の生徒の主な記録内容を**表-4** に示す。この事例は、比較的広範囲にわたり継続時間も長かったことから、記録を行った生徒が多く、西にあった雨雲が東進する様子や、急激な天気の変化、雨雲の通過が速かったことなどが観察されていた。

次に、2022 年 7 月 22 日の事例では、日本海に低気圧があり、低気圧の南に暖かく湿った空気が流れ込みやすい気象状況となったことで、実証対象者の多くが居住する宇治市付近で局地的なゲリラ豪雨が発生した。この事例は、夜間のゲリラ豪雨事例であったが、降り始めから大雨になるまでの時間が短かったこと、川の急な増水などが気づきとして記録されていた。

続いて、期間中に記録された情報活用による主な行動記録を**表-5** に示す。自宅での記録では、洗濯物を取り込む、窓を閉めるといった直接的な対応のほか、家族に知らせて行動を促すといった他人への働きかけや、外出を控えるなどの対応を取った生徒も確認された。在校時の記録では、雨の中を帰宅する際に持ち物を減らす工夫が見られた。また、XRAIN のサイトを閲覧して状況を確認したり、雨雲の動きからいつ頃雨が止むのかを調べた生徒も確認された。

また記録期間中、生徒から「画面上では雨雲が現在地にかかっているのに、突然降り止んだのはなぜか」、「なぜレーダー観測でこれからの豪雨の予測ができるのか」、

表-3 ゲリラ豪雨の記録状況

	参加人数			総記録数			生徒数
	7/31 時点	8/31 時点	9/30 時点	7/31 時点	8/31 時点	9/30 時点	
南宇治中学校	50 名	51 名	51 名	85	121	125	68 名
黄檗中学校	14 名	18 名	18 名	26	42	44	117 名

表-4 主なゲリラ豪雨事例の記録内容

記録日時	7 月 19 日 9 時～12 時頃	7 月 22 日 17 時～20 時頃
どこで何をしていたか	・登校中 ・学校にいた(授業中)	・家にいた ・塾へ行こうとしていたとき
予定や行動の変化	・傘を持って出かけた ・教室で待機 ・開いている窓を閉めた	・傘を折り畳みから長い傘に変えた ・窓を閉めた ・天気予報を確認した
気付いたことや思ったこと	・急に強くなったり、弱くなったりした ・周りが見えないくらいの雨になった ・雨の通過が速い ・雨域が広かった ・西のほうにあった雨雲が移動してきていた	・これからの雨雲の進行方向 ・川が急に増水した ・降り始めから大雨になるまでが早かった

表-5 主な情報活用による行動記録

シチュエーション	行動
家にいるとき	・洗濯物を取り込んだ ・窓やシャッターを閉めた ・ベランダの安全を確認した ・家族に知らせた ・外出を控えた
外にいるとき	・傘をさした ・雨が降る前に走って帰った
学校にいるとき	・持ち帰る荷物を減らした ・教室で待機した
その他(情報収集等)	・いつ止むか調べた ・電車の遅延状況を調べた ・天気予報を見た ・XRAIN を見て、状況を確認した

「ゲリラ豪雨が近くで発生しているときには、遠くのエリアでも同時に発生していることがあるのはなぜか」、「今日は、雨が降らない天気予報だったのに、強いゲリラ豪雨が発生したのはなぜか」、「雷の光が見えてから、遅れて音が聞こえるのはなぜか」などの疑問点が出され、取り組みを通じて、豪雨観測への関心が高まっていることも確認された。なお、これらの疑問点については、上述の通り、振り返り授業で解説を行った。

（3）事後アンケートの結果

事後アンケートの集計結果を**図-8～図-12** に示す。実証前には、ゲリラ豪雨のことをよく知っていると答えた生徒は 10%にも満たず、XRAIN については、80%以上の生徒が初めて言葉を聞いたという状況だったが、実証の後には、82%の参加者がゲリラ豪雨や XRAIN に対する理解が深まったと回答し、そのうち 81%の参加者は、理解度が向上していた。取り組みを通じた気づきから、「雨の強さ・範囲が毎回違うこと」、「ゲリラ豪雨は年々増えてきている」などの記述が確認された。また、66%の参加者がこれからの生活でも XRAIN を使ってみたいと回答した。XRAIN の使い方を理解し、今後も利活用しようと考えている参加者が多かったことから、取り組みの目的である①ゲリラ豪雨の特徴を理解すること（主に Post_1 の結果及び Pre_1 と Post_1 のクロス集計結果（**図-13**）から効果を確認した）、②ゲリラ豪雨の観察方法を理解すること（主に Post_2 の結果及び Pre_3 と Post_2 のクロス集計結果（**図-14**）から効果を確認）、③ゲリラ豪雨への対峙方法を習得すること（主に**表-5** から効果を確認）、は果たせたものと考える。また事後アンケートに記載されたゲリラ豪雨や XRAIN に関連する主な感想を**表-6** に示す。今回の取り組みを通じて、天気予報と XRAIN の違いを認識して使い分けができるようになったこと、元々天気には興味がなかったものの、今回の取り組みを通じて興味を持ってもらえたこと、自分事としてゲリラ豪雨対策に向き合っていきたいこと、ゲリラ豪雨が自身の生活にも影響があるものということが認識されていた。

次に、気候変動に関する設問の結果を**図-11** および**図-12** に示す。気候変動のことを考えるようになったかという点については、73%の生徒が肯定的な回答をしており、

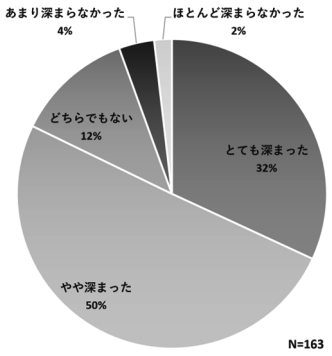


図-8　ゲリラ豪雨に対する理解（Post_1）

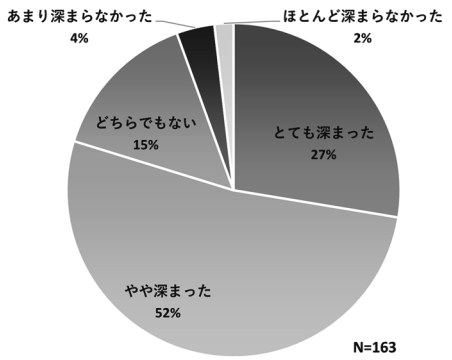


図-9　XRAIN に対する理解（Post_2）

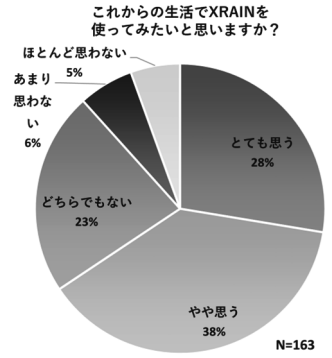


図-10　日常における XRAIN の活用意思（Post_3）

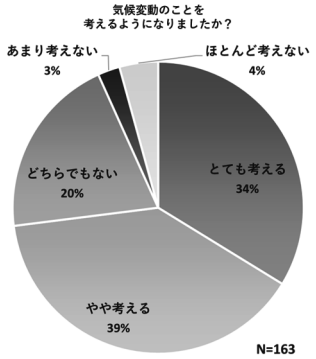


図-11　気候変動の検討（Post_4）

表-6　事後アンケートに記載されたゲリラ豪雨や XRAIN に関連する主な感想

- 新しい発見が多くあり、前から天気には興味があったがゲリラ豪雨の専門的な知識を身に付けられてうれしい。
- 天気予報と XRAIN の違いがあり、XRAIN はよりその変化を捉えるところが面白かった。
- XRAIN や雨雲レーダーをもっと活用してゲリラ豪雨に備えたりして、3 か月間の学びを自分のことだけで終わらせず、家族にも伝えたいと思った。
- 改めて天気のことに向き合うきっかけとなった。雨の降り方から行動を考えるという取組は大切なことで、長い期間やっていくべきだと感じた。
- 実際に記録してみて、ゲリラ豪雨の持続時間が短いことを感じた。(約 50 名同様の感想あり)
- 元々天気には興味がなかったけど、今回の取組で記録を残すのは楽しかった。
- 取組を通じて、空の色や雲の様子を見て、天気の悪化を予想できるようになった。
- ゲリラ豪雨は短時間の雨なので、生活には影響のないものと思っていたが、実際にはそうではないことが分かった。

表-7　事後アンケートに記載された気候変動適応に関連する主な感想

- 自分たちが 1 つでも行動を変えることで、ゲリラ豪雨に対応できることが分かった。
- これから気候変動の関係で豪雨が増える中で、XRAIN を活用していけたらと思った。
- 予想よりもゲリラ豪雨が発生していることに驚いた。また、今でこの頻度であるということは、将来地球温暖化が進んだ際にはさらにひどくなるということなので、対策をしないといけないと感じた。
- 気候変動を他人事と捉えずに、自分のこととして向き合っていきたいと思った。
- 「将来の予測も分かったので、気候変動が進行した際にも冷静に対応できそうだと思ったこと」

クロス集計の結果（**図-15**）からは 60%の生徒の気候変動への意識が向上していたことから、ゲリラ豪雨に対する適応という観点からも教育効果は大きかったものと考えられる。さらにゲリラ豪雨の観察を通じて、気候変動の影響を認識している生徒が 72%と確認（**図-12**）され、実証を通じた気候変動に対する認識の高まりも確認された。今後の気候変動対策は事前調査時の回答と同様多岐に渡ったが、その中で「XRAIN や天気予報を見てから出かける・見る回数を増やす」、「急な雨への対策・折り畳み傘を持ち歩く」など、ゲリラ豪雨と関連するものも確認された。また事後アンケートに記載された気候変動適応に関連する主な感想を**表-7** に示す。実証前には、気候変動の影響は気温のみに現れると考えていた参加者や気候変動に伴うゲリラ豪雨の激甚化を自分ごととして考えられていなかった参加者もいたが、実証を通じてゲリラ豪雨を自分ごとと捉えて対策を考えたり、行動を変えたりしようという意識も見られた。

その他、事後アンケートに記載された感想からは、「空

の様子から天気の悪化を予想できるようになったこと」、「ゲリラ豪雨が生活に関係ないと思っていたが、将来的には生活に影響するレベルのひどいゲリラ豪雨が今よりも起こりやすくなること」、「天気の変化を感じた際にXRAIN を利用してゲリラ豪雨を回避してみようと思ったこと」といった生活目線からの意識の変化や「普段はあまり天気のことを考えたことがなかったが、他の人の気づきから学ぶことがあったこと」、「実証を通じて学んだことが役立ったので、家族や身近な人にも伝えたいと思ったこと」など、他者への波及に関連する意見も確認された。

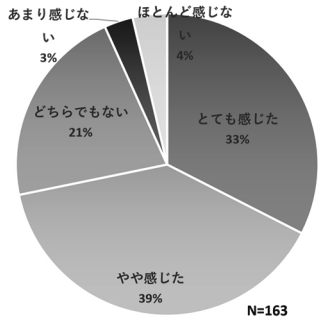


図-12　ゲリラ豪雨を通じた気候変動影響の認識（Post_5）

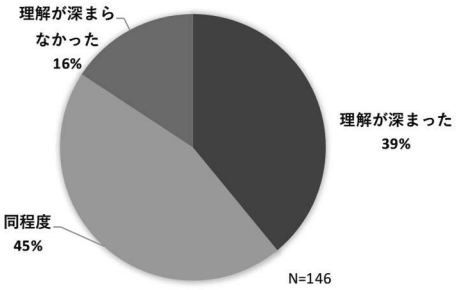


図-13　ゲリラ豪雨の理解に関する変化

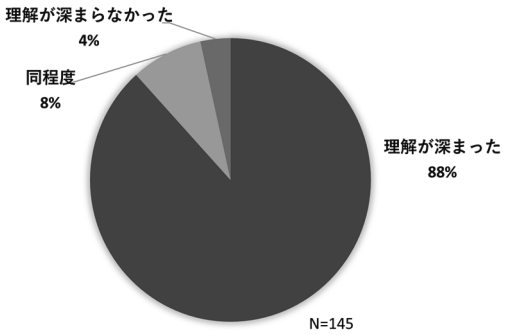


図-14　XRAIN に関する理解の変化

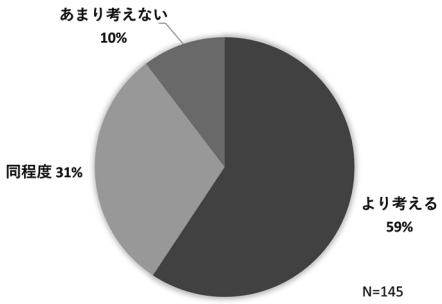


図-15　気候変動に対する意識の変化

５．考察

（１）ゲリラ豪雨を確認することの意義

ゲリラ豪雨は、われわれの生活において身近な現象でありながら、直接的に被害を受けることがあまり無いため、日頃から注目される機会は多くない。しかし、ゲリラ豪雨の観察を始めてみると、意外と多くのゲリラ豪雨が発生していること、空の様子からその後のゲリラ豪雨の発生を予測できること、日々の天気予報を気にして見るようになることなど、多くの気づきが得られる結果となった。また、自宅にいてゲリラ豪雨に遭遇した際には、外出を控えるようにした、学校にいてゲリラ豪雨に遭遇した際には、雨が止むまで学校にとどまった、自宅まで持って帰る荷物を減らしたなど、ゲリラ豪雨の発生に合わせた行動変容も見られた。

このようにゲリラ豪雨関連情報を通じた観察や記録を通じて、これらの気づきや行動変容が生まれることで、ゲリラ豪雨への適切な対応を行う意識が醸成され、将来的にさらに激甚化することが予測されるゲリラ豪雨に伴う被害を軽減できる可能性がある。

（２）ゲリラ豪雨を通した気候変動適応へのアプローチ

振り返り授業において、将来的な気候変動に伴ってゲリラ豪雨の発生頻度や最大強度が強くなると予想されていることについても説明を行ったが、気候変動というと一般的に気温の上昇が意識されることが多く、将来的な雨の降り方にも変化があることは副次的なものである。しかしながら、取り組みの中では、将来的にゲリラ豪雨が増加した際にも、取り組みで利用した XRAIN を活用し、被害に遭わないようにしていきたいと思ったこと、気候変動の影響を軽減するために、節電等の身近なことから取り組んでいきたいといった緩和策に繋がることなど、気候変動適応を意識した記述が確認された。

また事後アンケートにおける感想からは、家族などへの波及も確認されており、生徒の関心の高まりにより家族内において、気候変動適応の議論が進むことが期待される。

このようなことから、将来顕在化する気候変動の影響のように現時点では経験することができない現象についても、現在も発生しているゲリラ豪雨といった連続的もしくは段階的に変化していく現象であれば、その理解を

通して、将来的な気候変動に対する適応を意識させることは可能であると言える。行動に結びつけることが課題となっている気候変動の問題において、ゲリラ豪雨への理解を進めることは日常から気候変動適応を促進する上で、重要と言える。

６．まとめ

2022 年 7 月 8 日から 9 月 30 日の期間、京都府宇治市の中学校 2 校において、ゲリラ豪雨関連情報の活用に向けた取り組みを行った。事前授業において、ゲリラ豪雨や豪雨関連情報（XRAIN）の説明を行った上で、校内に設置した大型モニターや個人で所有するタブレット端末・スマートフォン端末にてゲリラ豪雨の観察・記録を実施した。期間中、ゲリラ豪雨が実際に近畿圏で 61 件確認されるなど、ゲリラ豪雨が発生しやすい年でもあったことから、夏休みの宿題として実施した南宇治中学校では 51 名の参加者が 125 個のゲリラ豪雨を、自由研究として実施した黄檗中学校でも 18 名の参加者が 44 個のゲリラ豪雨を記録した。記録期間の終了後には、振り返り授業において豪雨事例や記録状況の共有、挙げられた疑問点の解消を行った。事後アンケートでは、約 8 割の生徒がゲリラ豪雨や XRAIN に対する理解が深まったと回答し、約 7 割の生徒が今後も XRAIN を使いたい、実証を通じて気候変動のことを考えるようになったと回答した。

本研究では、2 校の中学校で実証を行ったが、夏休みの宿題として取り組んでいた学校と、自由研究として取り組んでいた学校で、生徒の参加率に差が生じていた。このことから、取り組みをどのように位置付けるかは、データの取得数への影響が大きい。一方で、取り組みの位置付けによらず、ゲリラ豪雨そのものへの理解や対応方法の習得、気候変動への意識向上が見られたことから、実証の有効性が確認できた。なお、夏休み期間中は、通常授業がなく、実証を通じて出てきた疑問点をすぐに解決することが難しいこと、校内に設置された端末や通信環境にトラブルがあった際の発見が遅れる可能性があることも、課題であると考える。

今年度の取り組みでは、宇治市の中学校 2 校において約 3 か月間という短期間での実証を行ったが、その後、XRAIN の日常生活における活用が継続されているかなど、追跡調査が必要と考える。また、地域性などの影響も考慮すると、他地区における結果との比較も重要である。今後、追跡調査や他地区での実施を通じて、対象者、取り組み内容、取り組み期間、波及効果などについて、どのような設定が適切か検討を行いたい。そして、内容のブラッシュアップを実施していくことで、ゲリラ豪雨への対応や気候変動適応の促進を図っていく。

謝辞：本研究は、環境省近畿地方環境事務所から発注された事業（令和 4 年度気候変動適応における広域アクションプラン策定事業近畿地域業務）の取り組みとして実施しました。取り組みに協力いただいた南宇治中学校および黄檗中学校のみなさま、並びに近畿地方環境事務所や気候変動適応近畿広域協議会及びゲリラ豪雨対策分科会参加メンバーの関係者のみなさまに感謝申し上げます。

参照文献

片山勝之・山路昭彦・中村文彦・森田宏・中北英一（2015）,局地的豪雨探知システムの開発，河川技術論文集, Vol.21, pp.401-406.

土田健次・江﨑祐也・片山勝之（ 2016） , XRAIN を活用した局地的豪雨探知システム，土木技術資料 58-7, pp.34-39.

中北英一・森元啓太朗・峠嘉哉（ 2017）, 5km 解像度領域気候モデルを用いたゲリラ豪雨生起頻度の将来変化推定，土木学会論文集 B1（水工学）, Vol.73, No.4, pp. 133-138.

中北英一・橋本郷志・小坂田ゆかり（2020）, 気候変動に伴う大気安定化と水蒸気浸潤がゲリラ豪雨の特性に及ぼす影響, 京都大学防災研究所年報，第 63 号 B, pp. 241-271.

永井秀行（2015）, 奨励賞を受賞して-「リアルタイム気象情報表示システム」の構築と気象情報の利活用を通した気象教育の継続-, 天気（日本気象学会）, Vol.62-No.1, pp.65-69.

名越利幸・井上祥史・中西貴弘・田中吉兵衛・梶原昌五・那須川徳博・野田賢・藤崎聡美・尾崎尚子・高室敬・黄川田泰幸・佐藤和史・佐々木俊・小室孝典・灘山正和（2014）, 地域気象観測ネットワーク「学校気象台」の構築と学校・市民への普及に関する研究,教育実践研究論文集（岩手大学）, pp.40-45.

高橋庸哉・割石隆浩（2013）, リアルタイム気象データモニタリングシステムの小学校での長期活用実践，日本科学教育学会年会論文集, Vol.37, pp.276-277.

河田慈人・竹之内健介・矢守克也（2020）, 「地域気象情報」を軸とした、災害を「我がこと」として考える取り組み-伊勢宮川中学校での防災教育実践-, 防災教育学研究, 1-（1）, pp.141-152.

大雨や猛暑日など（極端現象）のこれまでの変化　気象庁ホームページ（参照年月日：2023.05.31）, https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/extreme/extreme_p.html.

（原稿受付 2023.06.30）
（登載決定 2023.11.30）

Effective Utilization of Short-term Heavy Rainfall Information XRAIN Considered with Climate Change Adaptation - Case Study of the Junior High School in Uji City, Kyoto -

Hiroshi FUJITA[1]・Kensuke TAKENOUCHI[2]・Koichiro YOSHIDA[3]・
Keisuke KIJIMA[4]・Yukio YONEDA[5]・Eiichi NAKAKITA[6]

[1]Environmental and Energy Section , Japan Weather Association （h-fujita@jwa.or.jp）
[2]Faculty of Engineering and Design, Kagawa University（takenouchi.kensuke@kagawa-u.ac.jp）
[3]Environmental and Energy Section , Japan Weather Association （yoshida.koichiro@jwa.or.jp）
[4]Kansai Branch , Japan Weather Association （kijima@jwa.or.jp）
[5]Kinki Regional Environment Office（YUKIO_YONEDA@env.go.jp）
[6]Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University（nakakita@hmd.dpri.kyoto-u.ac.jp）

ABSTRACT

In recent years, the frequency of short-term heavy rainfall has been increasing due to the impacts of climate change. As one of the climate change adaptation, it is important to deepen our understanding of such a heavy rainfall and need to change our behavior.

In this study, we conducted a survey to investigate the response behaviors of students who participated in an initiative utilizing heavy rainfall-related information in daily life in two junior high schools in Uji City, Kyoto Prefecture, from July to September 2022. During the initiative, they actively engaged in observing and reporting instances of short-term heavy rainfall. Throughout the period, resulting in a total of 169 reports were recorded.

According to the survey results conducted before and after the initiative, 66% of the students expressed their intention to continue using XRAIN, while 73% of the students stated that they had thought about climate change through the initiative. From these results, it can be inferred that the utilization of heavy rainfall-related information can effectively promote response actions to heavy rainfall and enhance awareness of climate change adaptation. It leads to reducing the impacts and damages associated with intensified heavy rainfall events in the future.

Keywords *: Heavy Rainfall, XRAIN, Global Warming, Climate Change Adaptation, Information utilization*

災害リスクを考慮した住宅地選択と備えを支援するウェブアプリケーションの試作

鈴木進吾[1]・多田豊[2]・塩崎由人[3]・加藤研二[4]

[1]防災科学技術研究所主任研究員　災害過程研究部門（shingosuz@bosai.go.jp）
[2]阿南工業高等専門学校准教授　創造技術工学科（y_tada@anan-nct.ac.jp）
[3]防災科学技術研究所研究員　災害過程研究部門（y.shiozaki@bosai.go.jp）
[4]阿南工業高等専門学校准教授　創造技術工学科（kato@anan-nct.ac.jp）

和文要約

本研究では、災害リスクを考慮した住宅地選択と備えを支援する仕組みの構築を目的に、現状の不動産取引における災害リスク情報活用の課題（住宅地の被害や避難の必要性、避難先や経路、災害の復旧費用が分からない）を解決するためのウェブアプリケーションを試作した。

試作したアプリケーションを用いて被害や避難の必要性、避難先や経路、復旧費用を計算し宅地建物取引業者と消費者に見せ、インタビュー調査を行った。その結果、既存のハザードマップにはない災害リスク情報があることで、より災害リスクの小さい土地を選ぶ、建物の被害軽減や避難の検討を行う、災害後の復旧や保険への加入を考えるなどの行動につながる可能性がある意見が得られた。また、今後の課題として、わかりやすさの向上、地域情報の活用、リスクの回避方法や被災後の行動に関するノウハウなどが求められている意見が得られた。

キーワード：宅地建物取引、地理情報システム、被害想定、避難計画、復旧費用

１．はじめに

宅地建物取引業者（以下、宅建業者）に仲介を受け買主や売主となる消費者（以下、消費者）が住宅地の取引の意思決定をするにあたり災害リスク情報が重要であるため、2020 年 7 月に宅地建物取引業法施行規則が一部改訂され、不動産取引に先立つ重要事項説明時に水害ハザードマップ（想定最大規模）を説明することが義務化された。洪水、内水、高潮の水害ハザードマップの有無と、宅地建物の所在地（浸水深）を示すこととされ、あわせて近隣の避難所についても位置を示すことが望ましいとされている。また、既往研究（多田ら、2022）では、本研究の対象とする徳島県のような津波リスクのある地域では水害ハザードマップだけでなく津波ハザードマップも説明がされていることを示しており、住宅地の検討にあたって複数の災害リスク情報が説明されることが一般的になりつつあることが分かる。

しかしながら、これまでの数々の研究において示されているように、ハザードマップの浸水深情報から具体的な災害をイメージしにくいこと（片田ら、2011）、避難を目的とした想定最大規模の仮定のため一個人や一事業者には対応能力を超える想定結果が示されている場合が多く、「お手上げ」、「思考停止」の印象を与えること（国土技術政策総合研究所、2019）など、ハザードマップを住宅地の検討時に活用するためには課題がある。

本稿が対象とする徳島県では、吉野川や那賀川等の下流に徳島市や阿南市等の既成市街地が広がっている。これらの既成市街地は洪水リスクに加えて南海トラフ巨大地震の発災時には津波による浸水のおそれがある。こうした既成市街地に暮らす場合に、消費者全員が災害リスクのない土地を選択することは困難である。一方で、その地域で発展してきた産業や文化は多くの人の暮らしを支えており、こうした地域に居住することによって得られる恩恵は大きい。

すなわち、このような地域では、行政が災害リスクの大きい土地に制約をかける都市計画を行うとともに、住民側も災害に起因する多様なリスクを十分に理解して受容した上で、そのリスクに適切に備えながら居住していくことが求められる。例えば、完全に浸水しない地域を選択することは難しくても、災害時には浸水のない場所まで確実に避難できることや、住宅への浸水の程度や復

旧費用等を事前に把握することができれば、住宅地の浸水対策を行ったり、より浸水深の低い住宅地への転居を検討するなど、災害リスクへの「備え」を検討していくことにつながると考えられる。

以上の観点から、災害リスク情報の内容や提示方法によって、人々はどのように居住地の選択や対応行動を変化させるかを把握することは重要である。数は少ないながら水害や津波のリスクが居住地選択に与える影響は研究されてきた（例えば、坂本（2019）、諫川・泉（2022））。しかし、リスクを受容した上で適切な対策につながるような情報の提示の仕方（アプリケーション）について検討した研究は筆者らの知る限り見られない。

本研究はこうした視点に立ってアプリケーションを試作し、宅建事業者及び消費者に対して利用してもらいながらインタビューを行い、その可能性と課題をみるものである。

２．居住地選択に向けたハザードマップ活用の課題と要件定義

前章の視点に立って、アプリケーションは、消費者が住宅地の選択をする際に利用することはもちろん、既に居住している住宅地においてリスクを確認し、備えを行おうとする際に利用することも視野に入れる。アプリケーションを試作するに先立って、筆者らは、徳島県内の消費者や宅建業者へハザードマップ活用の課題に関するアンケートとヒアリングを実施した（多田ら、2022）。そこでは、消費者についてはウェブアンケート回答者 384 名分と阿南市内に 5 年以内に新居を構えた 5 家族へのヒアリング、宅建業者については徳島県宅地建物取引業協会所属者の 20.5%にあたる 159 名分のアンケートと阿南市内の宅建業者 4 社へのヒアリングを行った。

ここでは、その結果をもとに、アプリケーションに求められる機能要件について定義する。

（１）被害・避難の必要性等の想定

宅建業者への調査の結果、重要事項説明において宅建業者は洪水ハザードマップに加えて津波のハザードマップも説明しているが、想定最大規模だけでなく計画規模の両方を用いて説明することがあり、想定最大規模は避難のためのものであるという理解から、浸水深さの低い計画規模を優先して説明する宅建業者もあることが分かった。また、トラブルを避けるため可能な限り情報を提供したいという気持ちはあるものの、宅建業者ごとに同じ浸水深の土地であっても自身の持つ知識によって想定される被害に関する説明が異なっていることも分かった。

大原ら（2018）は滋賀県において宅建業者を対象に水害リスク情報の提供実態調査を行った結果，宅建業者には、間違った情報を伝える不安、どのように説明したらいいかわからない、市町によって防災マップが異なるのでわかりにくいなどの声があり、また、水害リスク説明の様式や水害リスク情報が網羅された資料が期待されているとしている。

一方、消費者へのヒアリング調査からは、浸水深だけでは、自分の住宅地がどの程度被害を受けるかや、避難の必要性がわからないことが明らかとなった。そこで、アプリケーションの第一の機能要件として、住宅地を指定すると、洪水、津波を含むマルチハザードで、ハザードマップに載っていない具体的な浸水深等のリスク情報と、それによる被害の程度、避難の必要性を示せること、を定義した。

（２）避難を含めた安全性評価

安全性（水害リスク、津波リスク）の異なる 2 つの具体的な住宅地を取り上げ、住宅地の周辺図とハザードマップを用いて、宅建業者と消費者が安全性をどのように評価するかをアンケート調査により分析したところ、同じ浸水深であっても消費者は宅建業者よりも、安全性を低く評価する傾向があることが分かった。その一因として、ヒアリング調査から消費者は避難場所の選択や、そこまでの安全な避難経路についてルート設定ができていないことがあげられた。

竹之内ら（2020）は三重県伊勢市を対象に最大規模の洪水想定情報の活用について調査したところ、新たなリスク情報により消費者が避難等の対応行動を検討する可能性を高めうること、このようなリスクコミュニケーションの重要性を示している。すなわち，消費者に住宅地の具体的な浸水深等のリスク情報とそれによる被害の程度を示した後に、避難行動の検討につなげ、仕組みが必要であると言える。

これらのことから、アプリケーションの第二の機能要件として、対象とする住宅地にハザードがどのように作用し、そこからどこにどのように避難するかを、複数の避難先、避難ルートを比較しながら検討できること、を定義した。

（３）復旧にかかる費用評価

アンケート調査結果から、消費者が住宅地選択において「安全性」、「利便性」、「費用」をどのように関係づけて評価しているのか把握したところ、住宅地の「費用」が「安全性」と「利便性」の評価に影響を与えることが分かった。すなわち、消費者は利便性の高い土地ほど費用が高いと考えると同時に、安全性の高い住宅地ほど費用が高いと考える傾向がある。小出ら（2022）も水害統計、ハザードマップ、公示地価を分析し、ハザードマップが示唆する客観的な水害リスクは地価水準の押し下げに働き、過去の大規模な水害経験の回数が多いほどその傾向は大きくなることを示している。

しかし、ここで消費者が考える費用は、土地や住宅建築の費用にとどまっており、住宅に居住する長い期間で考えた場合の災害による復旧費用は考慮されていないと考えられる。現在のハザードマップにはそのような「費用」に関する情報は掲載されておらず、住宅地の選択に活用される不動産情報のポータルサイトには「利便性」

に関する情報はあるが、「安全性」に関する情報は掲載されていない。

災害によって復旧にかかる費用も検討に入れることができれば、地価の安い浸水深の深い住宅地に暮らし続けるよりも、地価は高いが浸水深の浅い土地を買ったり、転居することで、トータルコストを抑えられる可能性もある。宅地の選択に関わる「安全性」、「利便性」、「費用」についての情報を提供する環境を構築できれば、個人が災害リスク、利便性、費用を総合的に判断できる状況を形成できると考えられる。

このため、本研究では費用面に着目して、アプリケーションの第三の要件として、災害による住宅地毎の復旧費用も計算し提示できること、を定義することにした。

3．試作したアプリケーション

前章で明らかとなった要件に基づいて、徳島県を対象として住宅地選択のためのウェブアプリケーションを試作した。本章ではその内容について概説する。まず、全体的な構成と仕様を述べた後、2．（1）、（2）、（3）で述べた機能要件を満たす機能の実装を（1）、（2）、（3）でそれぞれ解説する。

本アプリケーションではリスク情報を多様に変換し、住宅地選択と備えに必要な各種の情報を生成し、さまざまな角度からの検討を可能にすることを目的としている。このために各種のデータと分析機能を適時的確に利用者に見せていく方法として、鈴木ら（2022）と同じく、検討過程を示しながら、各過程で必要となるデータや分析機能を提供していく手法を用い、**図-1** に示すように、右側に地図表示部を、左側に検討プロセスのナビゲーション表示部を配置した。

使用手順は、前章で定義した 3 つの機能要件、すなわち、対象とする住宅地についての、(1) 被害・避難の必要性の想定機能、(2) 避難を含めた安全性評価機能、(3) 復旧にかかる費用評価機能をそれぞれ大きなステップとし、タイトルの下に配置した 1〜3 のタブで順に実行するようにした。それぞれの仕様は下記のようにした。

(1) 被害・避難の必要性の想定については、対象となる住宅地を選択し、住宅の情報を入力し、実行ボタンを押すと被害・避難の必要性等の情報を表示する。(2) 避難を含めた安全性評価については、対象となるハザードを選択し、避難時間、移動方法をそれぞれ設定する。設定された条件で移動できる範囲を表示し、その上に指定された避難場所を表示する。避難場所を選択し避難ルートを検索し所要時間、標高等を表示する。避難ルートは複数検討できるようにする。(3) 復旧にかかる費用評価は、対象となるハザードを選択し、復旧方法を入力し、実行ボタンを押すと復旧にかかる費用が計算される。

以下に示すそれぞれの手法やデータは、本研究のようなアプリケーションの可能性と課題を検討するために、プロトタイプとして使用したものであり、今後妥当性の検証や改善の必要がある。

（1）被害・避難の必要性の想定機能

2．（1）で述べたように住宅地選択時の課題として第一に挙げられたのは、ハザードマップの浸水深だけでは、自分の住宅がどの程度被害を受けるかや、避難の必要性がわからないことであった。そこで、様々なリスクデータ、過去の災害の実績や教訓等をまとめ、住宅地の位置を指定すれば、その位置のリスク情報をまとめて表示し、被害と避難の必要性の想定が実施できるという機能があれば有効ではないかとの仮説から、この機能を開発した。これをスクリーンショットで**図-2** に示す。

a）対象とする住宅地の選定（ステップ 1-1）

地図上で対象とする住宅地（以下、対象地点）を設定する作業は住宅地を特定するため、地図表示部に場所検索パネルを設け、次の 3 つの方法で検索する。すなわち、(1) 消費者は取引の際に提示される最寄りの小学校あるいは小学校区の情報を用いて対象となる住宅地付近の小学校で絞り込む方法。(2) 住宅地の住所や郵便番号、ランドマークとなる施設の名称等で絞り込む方法。(3) 既に居住している土地での備える時などに現在地で特定する方法。

b）住宅条件の設定（ステップ 1-2）

被害と避難の必要性の想定を行う上で必要となる住宅の構造や階数（居住階数・総階数）住宅の条件を設定する。ここでは、住宅構造は木造と非木造から、階数は戸建は地上の総階数を、集合住宅は居住階を、1 階、2 階、3 階（4 階以上の居住者は 3 階を選択）から選択する。

c）被害・避難の必要性の想定の実行（ステップ 1-3）

対象地点と b) で入力した住宅の条件を用いて、被害と避難の必要性の想定を実行する。「この条件で被害想定」ボタンを押すと、**表-1** に示す情報が表示される。

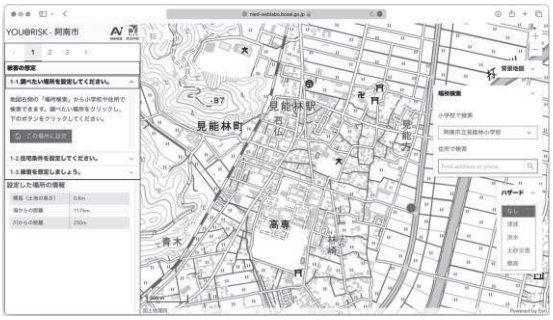
津波については、ハザードマップに載っていないリスク情報として、具体的な想定浸水深、基準水位、地震発生から浸水するまでの経過時間を表示した。データは、徳島県（2012）が 2012 年 10 月 31 日に公表した発生頻度は極めて低いがあらゆる可能性を考慮した最大クラスの地震・津波を想定したものである。

家屋の被害想定は、罹災証明書との関係および後述の復旧費用計算も考慮して、内閣府（2021）を用い、木造で戸建て 1〜2 階建ての場合は浸水深で被害程度を設定することとし、それ以外については簡易的に住家全体に占める浸水割合で被害程度を設定する。

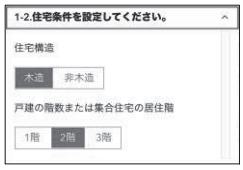
避難の必要性は、木造平屋建ての場合は床上浸水が発生する 0.5m 以上、非木造の場合は居住階の高さ以上の浸水となる場合、その他の木造については成田ら（2012）、今井ら（2014）の建物被害関数を参考に、流出率が高くなる浸水深 2m 以上の場所は水平避難が必要とした。

洪水については、ハザードマップに載っていないリスク情報として、具体的な想定浸水深、浸水までの時間を提示した。データは、国土交通省四国地方整備局那賀川

図-1　アプリケーションの画面構成



ステップ1-1 調べたい場所を設定する



ステップ1-2 住宅条件を設定する

ステップ1-3 設定した場所の被害想定を見る

図-2　被害想定の実行過程

河川事務所より、那賀川および桑野川の浸水ナビのデータの提供を受け作成した。本研究では、このデータをすべての想定破堤地点分重ね合わせ、各地点での最短での浸水到達時刻および浸水深の最大包絡データを作成して使用した。いずれも想定最大規模のデータである。

家屋の被害、避難の必要性は基本的に津波の場合と同様であるが、家屋倒壊等氾濫想定区域に該当する場合は水平避難が必要としている。

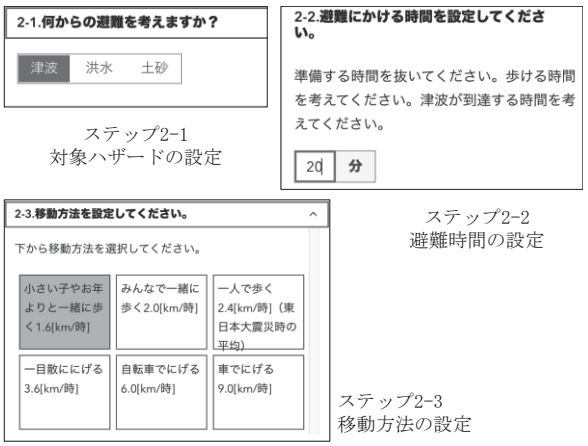
表-1　被害想定の表示項目と計算根拠

	項　目	計算根拠
基本情報	標高	基盤地図情報標高モデルを 50m 四方格子で平均化
	海からの距離	海岸線データ（国土数値情報）からの直線距離
	川からの距離	河川データ（国土数値情報）からの直線距離
津波	想定浸水深	徳島県オープンデータポータルサイト Our Open Data の公開データ
	基準水位	
	地震発生から浸水するまでの経過時間	30cm 浸水開始時間メッシュデータ（徳島県提供）
	家屋の被害	災害にかかる住家の被害認定基準運用指針（内閣府, 2021）に基づき想定浸水深から分類
	避難の必要性	木造平屋：0.5m 以上で水平避難が必要／その他の木造：浸水深 2m 以上の場合に水平避難が必要／非木造:居住階の高さ以上の浸水となる場合、水平避難が必要
	最寄りの避難先までの直線距離	住宅位置と市指定津波避難場所、緊急避難場所、津波避難ビルとの直線距離
洪水	家屋倒壊等氾濫想定区域	洪水浸水想定区域のデータ（国土数値情報）
	想定浸水深	那賀川および桑野川の浸水ナビのデータ（国土交通省四国地方整備局那賀川河川事務所提供）
	浸水までの時間	
	浸水継続時間	洪水浸水想定区域のデータ（国土数値情報）
	家屋の被害	津波の場合と同様。ただし、家屋倒壊等氾濫想定区域に該当する場合は水平避難が必要とした。
	避難の必要性	
	最寄りの避難先までの直線距離	住宅位置と市指定洪水避難場所、緊急避難場所との直線距離
土砂災害	土砂災害警戒区域	徳島県による指定の有無
	避難の必要性	住宅位置が土砂災害警戒区域に該当している場合には水平避難が必要
	最寄りの避難場所までの距離	住宅位置と市指定避難場所、緊急避難場所との直線距離

土砂災害については、土砂災害（特別）警戒区域は、住宅位置がこの区域に該当している場合には水平避難が必要とした。以上のように事前に用意しておいた各種情報を項目ごとにレイヤーとして GIS サーバーに格納し、a)で設定した対象地点の値を全て表示する仕組みとした。

（2）避難を含めた安全性評価機能

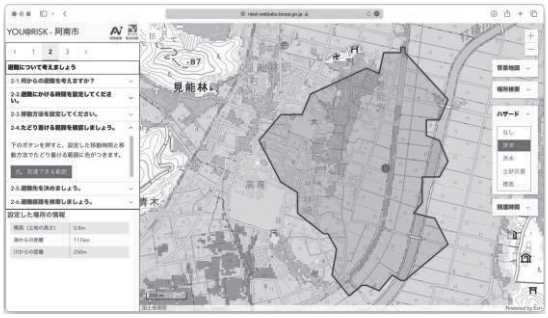
2.（2）で述べたように居住者が居住地の安全性を評価するため、リスク情報を避難行動の検討につなげ、避難も含めて評価できる仕組みが必要である。水平避難が必要な場合においても、より安全に避難ができる住宅地



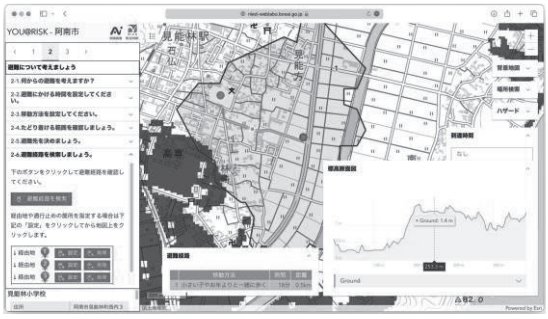
ステップ2-1
対象ハザードの設定

ステップ2-2
避難時間の設定

ステップ2-3
移動方法の設定



ステップ2-4 たどり着ける範囲の確認



ステップ2-6 避難先への経路検索

図-3 避難経路検討の実行過程

の方を選べるようにできれば、個人の住宅地選択を支援できるのではないかという仮説のもと、避難場所までの距離や経路、本人および家族等の同時に避難する人の身体機能、ハザードが到達するまでのリードタイムなどを勘案し、複数の避難先、避難ルートを比較しながらどこにどのように避難するかを検討できる機能を鈴木ら（2022）と同じように作成した（**図-3**）。

a）避難対象のハザードの設定（ステップ 2-1）

避難についてはハザードごとに避難場所等が変わるため、対象とするハザードを利用者に設定してもらう。ハザードを選択すると、そのハザードマップが表示される。

b）避難にかける時間の設定（ステップ 2-2）

避難にかけられる時間を指定する。津波と洪水に関しては、（1）で示された浸水到達時間、避難準備時間、歩き続けられる時間を考慮して設定する。また、何分後までに避難を終了するべきかをわかりやすくするために、地図上には浸水アニメーションを重ねられる。

c）移動方法の指定（ステップ 2-3）

避難場所までの移動方法を、小さい子やお年寄りと一緒に歩く、みんなで一緒に歩く、一人で歩く、一目散に逃げる、自転車で逃げる、車で逃げる、の 6 パターンから選択する。それぞれの選択肢での移動速度を、国土交通省（2012）を参考に 1.6 km/h、2.0 km/h、2.4 km/h、3.6 km/h、6.0 km/h、9.0 km/h とする。

d）たどり着ける範囲の分析（ステップ 2-4）

対象地点から、c) で指定した移動手段で、b) で設定した時間だけ移動した場合に道路ネットワークを通ってたどり着ける範囲（到達圏）を米国 Esri 社による Esri Service Area を使用して解析し、地図上に可視化し、利用可能な避難場所の目星をつけられるようにした。ただし、検索される到達圏は浸水の来襲方向を考慮していないため、その注意を付加するとともに、今後考慮できるようにする必要がある。

e）避難先の選択（ステップ 2-5）

避難場所を地図上に表示し、避難する先を選択する。到達圏を目安に避難場所をクリックし、名称等や浸水のアニメーションを確認しながら、逃げる方向を考え、避難場所を選択する。

f）避難経路検索（ステップ 2-6）

対象地点から e) で指定した避難先までの経路を、Esri Route and Directions を使用して検索し地図上に表示する。Esri Elevation Profile を用いて、ルートの標高断面図を表示することで、標高が低く気をつけるべき場所がわかるようになっている。ただし、ここで検索されるのは距離最短ルートであるため、渋滞や途中の危険箇所は考慮されていない。また、多段階逐次避難のための経由地設定、通りたくない場所などの通行止設定も追加した。検索したルートは、地図表示部の避難経路パネルにリストし、条件を変えて検索したルートの比較ができるようにした。

（4）復旧検討機能

2.（3）で述べたように「費用」は住宅地の選択に大きな影響を及ぼすが、この中に災害に遭った場合にかかる費用は含まれていない。ここでは、復旧費用が可視化された場合の消費者の反応を見ることを念頭に機能を開発した（**図-4**）。

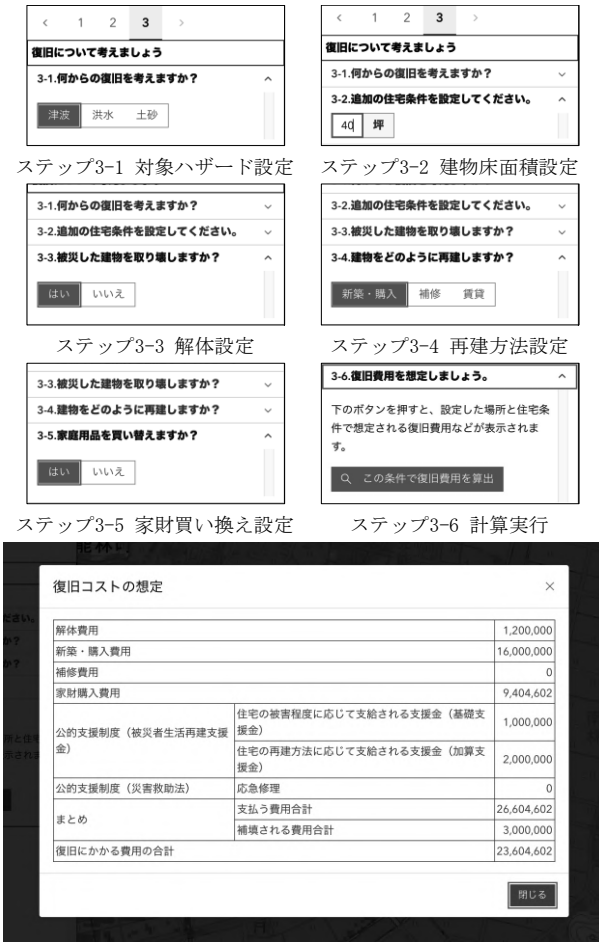
a）復旧費用算定のための設定（ステップ 3-1～3-5）

復旧費用の算定に必要な、対象とするハザード、建築あるいは購入を考えている住宅の延べ床面積（坪）、被災した住宅を解体するかどうか、建物を新築または購入するか、補修するか、賃貸に住み替えるか、家財等を買い換えるかを選択肢から選択する。

b）復旧費用の算定（ステップ 3-6）

本試作では、以下のように復旧費用を算定する。

解体費用は、ステップ 1-2 の住宅構造をもとに木造、非木造をわけ、ステップ 3-2 の坪数に相場を参考にそれぞれ 3 万円、7 万円を、乗じる。



ステップ3-1 対象ハザード設定　ステップ3-2 建物床面積設定

ステップ3-3 解体設定　ステップ3-4 再建方法設定

ステップ3-5 家財買い換え設定　ステップ3-6 計算実行

復旧費用計算結果の表示

図-4 復旧費用算定の実行過程

新築・購入費用は、同じ場所に同様の建物を建てるための費用として、ステップ 3-2 の坪数に、阿南市における注文住宅・新築の土地なし坪単価の相場を参考に、木造では 40 万円、非木造では 80 万円を乗じる。

補修費用は、ここでは、補修費用と家屋資産の被害額がだいたい等しいとの仮定のもと、国土交通省水管理・国土保全局（2020）の方法で想定浸水深より家屋資産の被害額を計算する。なお、浸水別被害率に乗じる家屋資産額は、都道府県別家屋 1m^2 あたりの評価額（国土交通省水管理・国土保全局河川計画課、2021）を使う。

家財購入費用についても簡易的に治水経済調査マニュアルの自動車以外の家庭用品の浸水深別被害率を使用して算出した。ただし、木造については浸水階の階数、非木造については居住階における浸水深を用いるなどの補正を行っている。

公的支援制度で補填される費用については、被災者生活再建支援金として、住宅の被害程度に応じて支給される支援金（基礎支援金）と住宅の再建方法に応じて支給される支援金（加算支援金）、災害救助法に基づく応急修理費用について表示する。これらは、想定される災害がハザードマップに表示されているような被災者生活再建支援法に基づき支援金が支給される災害となることを前提として、世帯人数が複数の場合を想定した。以上のように計算した、各金額を合計して、合計欄に表示した。

なお、これらは相場や、過去の災害の被害率を用いて算出しているのみであり、近年の災害事例等での検証がされているものではない。今後検証を行い精緻化していく必要があるものである。

4．試作したアプリケーションの可能性と課題

本研究では、災害リスクをなくすことはできないが、産業や文化があり利便性の高い地域において、既存のハザードマップに示されていない、被害、避難の可能性、復旧費用といった情報を提供することにより、よりトータルとしてのリスクを低減する、リスクを理解し、受容し、備えながら居住できるようになる可能性を見ることを目的としている。

そこで、前章の内容にてアプリケーションのプロトタイプを作成したものを宅建業者、消費者に実際に見てもらいながら、インタビューにより可能性と課題について調査した。調査方法をインタビューとしたのは、今回作成したプロトタイプが情報内容を優先しており、操作性について十分に検討できていないことから、筆者らが操作し、主に情報内容についての意見を中心に収集したいと考えたからである。

インタビュー調査は 2022 年 12 月から 2023 年 2 月にかけてと、2023 年 5 月に実施した。

（1）宅建業者へのインタビュー調査

2022 年 12 月から 2023 年 2 月の調査では、徳島県内の宅建業者 8 社 9 名に、開発中のアプリケーションのプロトタイプを用い、特定の土地を示しながら、既存のハザードマップに対してアプリケーションがあることにより分かったことを聞き取った。1 名あたりのインタビューにかけた時間は 1 時間程度であった。

この調査では、対象者に対し、初めに阿南市内の特定の 3 物件を示し、その位置の既存のハザードマップを見てもらった後に，試作したアプリケーションを見てもらうという手順で行った。特定の物件とは、いずれも駅前にあり、洪水の被害はないが津波の浸水深は 0.5m 程度の住宅地、洪水の浸水深さ 3.0m 程度で津波の浸水深 5.0m 程度の住宅地、洪水の浸水深 5.0m 程度で津波の被害のない住宅地である。

まず、アプリケーションについて、消費者にとっては有益な情報が提供されているという意見が多数であった。しかしながら，宅建業者の中でも分譲を扱う業者からは住宅地の人気がなくなる恐れがあるとの意見が多かった。

具体的には、（1）被害・避難の必要性等の想定については、全壊や大規模半壊等の結果が出る場合には消費者の購入意欲が失われるため提示したくないという意見や提示するとしても想定最大規模であるため確率は低いという説明を付加してほしいとの意見が多かった。一部に阿南市の大部分で浸水により何らかの被害が生じるとい

表-2 消費者へのインタビュー調査の結果（その 1）

ID	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
A	徳島市	夫婦 40 代、子	あり	あり	なし	行っている
B	徳島市	女性 60 代	あり	あり	無回答	行っている
C	徳島市	夫婦 30 代、子	あり	あり	なし	行っていない
D	徳島市	夫婦 30 代、子 2 名	あり	あり	なし	行っていない
E	徳島市	夫婦 30 代、子 4 名	あり	あり	なし	行っている
F	徳島市	夫婦 30 代、子 2 名	あり	あり	あり	行っている
G	北島町	夫婦 30 代、子 2 名	無回答	漠然とみたことがある	なし	行っていない
H	阿南市	夫婦 30 代、子 3 名	あり	あり	なし	行っていない
I	徳島市	女性 20 代（単身）	なし	あり	なし	行っている
J	南あわじ市	夫婦 40 代、子	無回答	あり	なし	行っていない
K	阿南市	夫婦 40 代、子 1 名	あり	あり	なし	普段備えている
L	上板町	夫婦 40 代、子 2 名	あり	あり	あり	行っている
M	小松島市	夫婦 40 代、子 2 歳	あり	あり	なし	行っていない
N	阿南市	夫婦 40 代、子 3 名	なし	ちらっとみた	なし	行っていない
O	徳島市	夫婦 40 代、子	なし	あり	なし	行っている
P	海陽町	夫婦 30 代、子 2 名	無回答	あり	なし	子どもから聞く
Q	徳島市	夫婦 40 代、子	あり	あり	なし	行っていない
R	阿南市	夫婦 30 代、子 3 名	あり	なし	なし	行っていない
S	美波町	夫婦 50 代	無回答	あり	なし	行っていない
T	徳島市	夫婦 40 代、子 2 名	無回答	あり	なし	行っていない
U	美馬市	夫婦 30 代、子 3 名	なし	あまりみていない	あり	行っていない
V	徳島市	夫婦 40 代、子 2 名	あり	夫が見た	あり	行っていない
W	徳島市	夫婦 40 代、子 1 名	なし	あり	なし	行っている

う前提でより被害の小さい住宅地の販売促進につながるという意見もあった。（2）避難を含めた安全性評価について，住宅地の近傍の避難所を示すよりも実際の避難時間等が分かるため説得力が増すという意見が多数であった。（3）復旧にかかる費用評価については、住宅地を探している消費者の意欲を失わせる感じがするという意見が多数であった。

（2）消費者へのインタビュー調査

そこで、消費者へのインタビュー調査を 2023 年 5 月 27 日・28 日の 2 日間にかけて、徳島市のイオンモール徳島で行われた阿南高専のイベントに合わせて実施した。

本研究では住宅地における災害リスクに対する理解と備えの支援を目的としており、住宅地を購入する人のみならず既に居住している人も対象としており、「被害・避難の必要性等の想定」「避難を含めた安全性」、特に、「復旧にかかる費用」の情報は住宅をすでに購入している消費者にとっても非常に重要な情報である。そこで、防災に興味のある、取り組んでいる人だけではなく、大勢の多様な人が集まる場所で、一般の買い物客や、阿南高専の説明会等のイベントに来場する人を対象に幅広く意見を聴取しようと考え、イオンモール徳島を選定した。

調査は、23 組の対象者に対して実施することができた。インタビューでの質問項目は、次のとおりである。

(1) 居住市町村
(2) 家族構成（世帯・回答者の年齢）
(3) 住宅を建築・購入した経験
(4) 自宅を含む場所のハザードマップを見た経験
(5) 被災経験はあるか
(6) 防災に関する継続的な研鑽は行っているか
(7) 災害時にどのような被害をうけ、どのように避難をするか考えているか
(8) アプリケーションを用いて自宅の被害，避難，復旧費用を見て災害への備えにあたりどのような期待をもつか（可能性）
(9) アプリケーションには災害への備えるためにどのような機能があると良いか（課題）

なお、質問項目(8)と(9)の間で、試作したアプリケーションを筆者らが操作しながら見せ、被害想定、避難経路の検討、復旧費用の算出を行った。1 組のインタビューにかかった時間は 5 分～20 分程度であった。

インタビュー調査の結果として**表-2** に回答者のリストおよび(1)から(6)の回答、**表-3** に(7)と(8)、**表-4** に(9)

表-3　消費者へのインタビュー調査の結果（その 2）

(7)災害時にどのような被害をうけ、どのように避難をするか考えているか　　()内は回答者の ID
1. 現居住地は吉野川沿いよりましだが、液状化が危険。徳島市内はどこに住んでも津波がくれば終わりで、住宅は全壊する。徒歩 5 分程度の所にあるマンションに避難をする。(A)
2. 津波は地震発生から 40 分以降に川から来ると聞いている。土地が高く堤防があるので洪水は自宅で避難をする。 (B)
3. 津波がくると住宅が完全に流されると思う。避難先を家族で考えているが、自宅に近いケアハウスにするか、川を渡った先にある小学校にするか迷う。(C)
4. ハザードマップに浸水深は書かれていたが家がどんな被害をうけるかはわからない。とりあえず近いところに逃げる。(H)
5. 山間部に住んでいるため津波等の被害はないが、土砂災害やため池等がどのような影響があるのかよくわからない。(N)
6. 最近、想定にとらわれず逃げて下さいと言われているがそもそも想定のイメージがついていない。(P)
7. 津波が何十 cm か予測されているが、住宅の被害はよくわからない。(Q)
8. 住みたい地区が 2m位の津波と予想されているので、2 階以上の家（賃貸住宅）を探した。(I)
9. 東日本の後、原発避難のため徳島へ、津波のないところを前提で探した。(K)
10. 川の近くで被害を考え土地を嵩上た。どこも浸水するので避難先が決まらずまあいいかという状況。(M)
11. 津波は大丈夫だが高潮の浸水域のため家を建てる前に基礎を上げるか、予算との調整を行った。(J)
12. 紙でみたハザードマップの地図が細かくなく、自宅の場所や着いている色が大体しかわからない。(G)
13. 想定は最大で見積もっているので実際にはそれほどの被害はないと思っている。(Q)
(8)アプリケーションを見て災害対策にあたりどのような期待をもつか（可能性）　　()内は回答者の ID
＜被害・避難の必要性等の想定＞
1. 内容的には近いものをみたことがあるので、驚きはなかった。(A)
2. 既存ハザードマップはおおざっぱで本当にあっているのか信じられなかったが詳しくて信頼できる。(I)
＜避難を含めた安全性評価＞
3. どれくらいの時間で浸水が拡がっていくのかがイメージが湧きやすい。(P)
4. 浸水時間が示されたことで、浸水が遅い方の高い建物に避難することとした。(M)
5. 自分の命をまもることに使える。徒歩の限界が分かり自転車等の他の方法を検討することができる。(D)
6. 役所の HP のハザードマップではない、経路等の表示や、こっちが近いとか低いとかがわかる。(A)
7. 自分が避難した際に高さがどのように変わるのかがわかりやすかった。(C)
8. 避難経路の想定に、倒壊等により通れる、通れないを踏まえて考えることができる。(F)
9. 子どもと一緒にみて、小学校からならこう逃げるが、自宅からならどう逃げるとか、一緒に学べる。(A)
10. 学童での説明に使用したい。逃げなさいとはいうが、どこが危ないとか何も説明がないので。(R)
11. 家族で避難を考える時に統一認識をもつ。こういう時はここに逃げようとか。 (G)
＜復旧にかかる費用評価＞
12. 復旧の際、生活を続けるために使用をすると思う。どのくらいのお金がいるのかを知っておきたい。(N)
13. 再建費用等も見ておけば保険に入る人も増えると思う。(U)
＜居住地を選択するときに利用する可能性＞
14. 住宅を建てる前には気にする。避難場所が近いかどうかを確認する。(H)
15. 子どもが家を建てる時の参考材料になる。 (L)
16. 引っ越しの時にみると思う。普通のものよりも調べやすく、被害が分かるのは参考にはなる。(J)
17. この情報をしっていれば家を建てていなかったかもしれない。(M)
18. わかることで危機感を持てたので、万一の災害時に初動が異なってくると思う。(M)
19. 一人ではなかなかみても分からないので、今回のインタビューのようにどの道が安全かを相談したい。(S)

に対する代表的な回答を示す。(1) 対象者の居住地は徳島県内では徳島市、阿南市をはじめ 7 市町、県外では兵庫県南あわじ市であった。美馬市以外は南海トラフによる津波が想定されており、いずれにおいても災害リスクがある。(2) 家族構成について、世帯数は単身の世帯 1 組、夫婦のみの世帯 1 組、夫婦と子どもからなる世帯 21 組であった。回答者は世帯毎に 1 名とし、その年齢は 40 歳代 11 組、30 歳代 9 組、20 歳代、50 歳代、60 歳代がそれぞれ 1 組ずつであった。(3) 住宅の建築、購入の経験については半数以上があると答え、そのうち 4 組は建築中であった。(4) ハザードマップを見たことがあるかどうかという問いに対しては、4 分の 3 があると答えた。また、問いに対して、すぐにはハザードマップがどのようなものか思い浮かばなかったが、筆者らがハザードマップを見せると、見たことがあると回答した者もみられ、ないと答えたのは 2 組にとどまった。(5) 被災経験があるかどうかを聞いたところ、2 割に当たる 4 組があると答えた。(6) 日頃継続的に防災に関する取り組みや学習などの研鑽を行っているかと聞いたところ、3 分の 1 以上が行っているという結果となった。このような対象者についてインタビューした結果をもとにアプリケーションの可能性や課題を議論する。

a）紙のハザードマップとの比較

まず、市町村が配布している紙のハザードマップと比較しながら、本研究のアプリケーションを考察する。

表-3 中の(7)-1 から(7)-3 の意見は、市町村が出してい

表-4 消費者へのインタビュー調査の結果（その 3）

(9)アプリケーションを見て今後どのような機能あると良いか（課題）　　()内は回答者の ID
＜リスク情報の情報内容＞
1. 土砂災害についても知りたい。津波が怖いので山側に家を建てたのだが、どちらが安全だったのか。(T)
＜避難先や経路の情報内容＞
2. 周りにどういう高さのもの（建物や高台）があるのか、一目で分かるようにしてほしい。(C)
3. 自宅の前の道がよく混むので、災害時の道路の交通量等を配慮したマップがみたい。(C)
4. 災害時に通行止めになる可能性のある道を自動で示してほしい。(S)
5. ローカルな住民しかわからない、ここは浸かる、崩れるという情報を取り込めば、もっとよくなる。(F)
6. 地区の防災活動をしている人につながるような仕組みがあるとうれしい。(B)
＜被災後の状況に関する情報内容＞
7. 住宅の補償が気になる。自身が掛けている保険のデータを入力できるようにしてほしい。(Q)
8. ライフラインの停止状況についても予測してほしい。(W)
＜ノウハウに関する情報内容＞
9. 安全性が高いルートや、早いルートなど、それぞれの地域での複数のルートをカーナビのように表示してほしい。加えて防災研究者の視点から、最も標準的な避難の方法を示してほしい。(K)
10. 大型犬がいるのでどうしたらよいのだろうか。ペットと避難するケースも教えてほしい。(Q)
11. 被災後にどうしたらよいかを示してほしい。(Q)
＜情報の提供方法＞
12. パッとみて、あ、そうなんやで終わってしまうのが課題。面白さを加えてほしい。(A)
13. パッとみて分かるようにしてほしい。ChatGPT のように質問に対してマップが自動で回答してくれるのが一番分かりやすい。(C)
14. もっと手軽に。ポップがでてくれて、どうしますかという選択をできるようにしてほしい。(G)
＜情報の利用場面＞
15. 家を建てる前しかみないと思う。(H)
16. 学校教育用にして親子等に届くようにしてほしい。(I)
17. GPS と連携して、災害時に避難方向を教えてくれるとよい。(L)
18. アプリに入れられたらよい。旅先だと災害がよくわからないので検索できたらよい。(L)
19. ハザードマップはお店とかで張っているものを見る。紙でもこういう情報が分かるとよい。(G)

たハザードマップを見ていた人であり、ハザードマップを読み取って避難場所を考えている。また、(7)-4 は、避難場所は考えているが、具体的な自宅の被害はイメージできていない。また、(7)-5 から(7)-7 の意見も同じく、ハザードを読み取ることができるが、自宅がどのような被害を受けるかはイメージできないと答えている。(7)-8 から(7)-11 の回答はハザードマップを読み取り、住宅に関して何らかの対策をとったケースである。(7)-8 のように家屋の流出もありうる場所で 2 階以上の家を探した危険なケースも見受けられた。また(7)-10 のようにどこも浸水するので同じというような意見は(7)-1 でも述べられているように、想定の巨大化等によってほぼ全域が浸水する市町に見られた。(7)-12 はハザードマップから浸水深が読み取れない、(7)-13 は正常化の偏見とも言えるものであると考えられる。

b）可能性

これらの既存のハザードマップに対して、試作したアプリケーションを見た結果、どのように改善される可能性があるかを(8)の質問の結果をもとに考察する。

被害・避難の必要性等の想定について(8)-1 の結果は、近年公開されつつある、ウェブでのハザードマップ情報の閲覧サイトと変わりがないという意見である。表示の仕方自体が同一であるため、今後改良の余地があると考えられる。(8)-2 の意見は３．（１）の被害想定を見ての感想である。従来のマップと比較して情報量が増えたことによって信頼感を生み出したと考えられる。

(8)-3 から(8)-8 については３．（２）で述べた避難を含めた安全性評価に関する意見で、イメージが沸きやすくなった、ダイナミックにどこから津波が来るのか、自分がどのように避難したらどこまで行けるのか、どのような高低差があるのか、通れなかったらどうするのかなど、さまざまなことを考えられ、避難の検討の参考になるなどの意見だった。

(8)-9 から(8)-11 までの意見は、夫婦と子どもからなる世帯が答えた意見で、逃げなさいというのみではなく、子供と一緒に考え、万が一災害時に一緒にいなかったら、どうするのかを共有したいというものである。これも、静的なハザードマップよりも情報量が増えている、自ら考えられるようになっていることの表れと考えられる。

(8)-12、(8)-13 は３．（３）で述べた復旧にかかる費用評価に関する意見である。生活を続けるための費用などを考え、また、保険に入ったりすることを考えられるのではないかという可能性である。

(8)-14 から(8)-18 は居住地を選択するときに利用する可能性を示している。(8)-14 は避難場所に近いところを選ぶ、(8)-15 は子の居住地を気にする、(8)-16 は引っ越す際にみる、 (8)-17 はこの情報があれば建てなかった、(8)-18 は今の居住地での初動に備える、など、ハザードマッ

プでは一様に塗られていた地域においても、その中で住む場所を選択する、備えながら住む際にアプリケーションの情報が使えうることを示している。(8)-19 の通り相談しながら検討したいという意見もあり、より一層の災害リスクを考慮した居住地選択や備えながら住むノウハウの提供が必要だと考えられた。

以上はインタビュー調査を行った 23 組から得られた意見であり、有効性を示すには詳細な調査が今後必要となるところではあるが以下のような意見が得られた。(1) 被害・避難の必要性等の想定については、宅建業者らが考えたような消費者の購入意欲が失われるという回答はなかった。これは、すでに住宅を所有しているも現在検討中の方でも同様の傾向にあった。それよりもハザードマップへの信頼性を高めるという傾向があった。(2) 避難を含めた安全性評価については、宅建業者が考えたように説得力が増すという考えを消費者の側も持つことが示唆された。(3) 復旧にかかる費用評価については、これを提示することによって住宅地を変更するといった可能性は示されなかったものの、宅建業者らが考えたような消費者の意欲を失わせることはなく、復旧後の生活を真剣に考える傾向がみられた。

c) 課題

次に、問い(9)の結果をもとに、試作したアプリケーションの今後の課題を検討する。**表-4** 中の(9)-1 から(9)-7 はアプリケーションが提供する情報の内容に関する意見であった。(9)-1 は津波も洪水も来ないところに住んでいるが、土砂災害に関する安全性を知りたいというものであり、土砂災害についての情報整理・提供が今後必要である。

(9)-2 から(9)-4 については避難先や経路の検討材料の不足を示しており、今後地域の情報を充実させる必要性を示している。(9)-5 は、より地域の情報を集めて共有したら良くなるのではないかという提案、(9)-6 は回答者が身体障がい者であり、災害時に地域と繋がりたいというニーズであり、このような情報の提供が地域での防災活動を促進すると考えられた。

また、(9)-7 と(9)-8 については被災後の状況に関する情報を充実してほしいという意見であった。一方、(9)-9 から(9)-11 のようにデータや機能のみではなく、ノウハウをもっと示してほしいという意見もあった。これらは、具体的な地域の被災状況を示すと同時に、災害のリスクを回避するノウハウや被災後に生活を早期に再建させる方法等の情報を関連付け、充実させる必要がという意見であると考えられる。

(9)-12 から(9)-14 については、情報の提供方法に関する意見であった。(9)-12 のように、そうなんだで終わるものではなく、面白くしてほしいという意見もあった。単なる情報では居住地選択の変化や備えの促進につながらないということと考えられる。(9)-13、(9)-14 のようにもっと手軽に、質問と回答という対話型で進められる良いという意見があった。表現方法に関するさらなる改善が必要であると考えられる。

(9)-15 から(9)-19 は利用場面についての意見であった。(9)-15 は事前の住宅地の検討でしか使わないというのではなく備えについてもより利用できるようにというもの、(9)-16 は学校教育で、(9)-17 は災害時にリアルタイムで、(9)-18 は旅先で（全国使えるように）、(9)-19 は折に触れて見る紙でも表現できないかという意見であった。

以上のように、本研究の目的の実現のためには表現方法、データ、知見の充実はもとより、防災教育、リアルタイム利用、知らない土地での利用など多様な場面での多様な利用法に応えられる情報支援が必要であるという課題が明らかになった。

5. まとめ

本研究では、災害リスクを考慮した住宅地選択と備えを、多様な災害リスク情報や知見を組み合わせて支援する仕組みを構築することを目的としアプリケーションを試作した。現状の不動産取引における水害リスク情報活用における課題、すなわち、そこに居住した場合の被害や避難の必要性が分からない、避難先やルートが検討できない、災害の復旧費用が分からない、を起点として要件、仕様を定め、プロトタイプを構築した。そして、これが災害リスクを考慮した住宅地選択と備えにつながる可能性と課題を宅建業者、消費者へのインタビュー調査で明らかにした。得られた結果を以下にまとめる。

1) オープンデータや、行政から提供されたデータ、既往研究とウェブ GIS を用いてアプリケーションを試作することができた。使用した各手法やデータはとりあえずのものであり、今後様々な研究成果を活用して精緻化する必要がある。

2) 試作したアプリケーションを宅建業者に見せて意見を伺ったところ、消費者にとっては有益な情報が提供されているという意見が多数であった。消費者がより災害リスクを理解するため、災害リスクの大きい住宅地は人気がなくなり取引に影響が出る恐れがある、一方で災害リスクの小さい住宅地は販売促進につながると考えていることというものであった。復旧にかかる費用評価については、住宅地を探している消費者の意欲を失わせる感じがするという意見が多数であった。

3) 試作したアプリケーションを消費者に見せながら、既存のハザードマップと比較して意見を伺ったところ、住宅を建てた際の被害、避難経路、費用がわかるようになり、家族での避難の検討、引っ越しや子供が家を建てるときの検討、保険に入るときの検討に使えるとの声があり、災害リスクを考慮した住宅地選択と備えにつながる可能性があると考えられた。

4) 多様な情報を入れ精緻化するとともに、ローカルな危険箇所などの知を集約する、そのリスクの回避や被災

後の早期の生活再建につながる専門的なノウハウや考え方を提供する、など災害リスクを考慮して住む、備えるための情報に求められるニーズが明らかになった。

しかしながら、上記は、多数の対象者に対してまとまった調査ではなく、限られた数のインタビュー調査の結果にとどまっており、これをもって本アプリケーションが有効ということはできない。今後の課題として、アプリケーションの内容や操作性を向上させながら、宅建業者、行政、消費者への提示、意見聴取、調査を繰り返し、有効性を確保したものとなるように研究を続けていきたい。

謝辞：本研究の実施にあたって、国土交通省四国地方整備局那賀川河川事務所より浸水ナビデータを提供いただいた、また、徳島県より津波浸水想定結果 30cm 浸水開始時間メッシュデータを提供いただいた。ここに記して謝意を表する。本研究は JSPS 科研費 JP23H01668、防災科学技術研究所「令和 4 年度災害レジリエンス向上のための社会的期待発見研究」の助成を受けたものである。

参照文献

多田豊・加藤研二・塩崎由人・鈴木進吾 (2022), 適切な住宅地選択にむけた水害ハザードマップ等の新しい活用のあり方, 土木学会論文集 F6（安全問題）, No.78, Vol.2, pp.I_105-I_122.

片田敏孝・及川康・渡邉寛 (2011), 洪水リスク統括マップ（気づきマップ）の提案とその作成手法に関する研究, 土木学会論文集 F5（土木技術者実践）, No.67, Vol.2, pp.130-141.

国土交通省国土技術政策総合研究所 (2019), 気候変動下の都市における戦略的水害リスク低減手法の開発，国総研資料第 1080 号.

坂本淳 (2019), 津波ハザードマップ見直し後の宅地開発・居住選択意識の変化分析 高知市を対象として, 都市計画論文集, 54 巻 3 号, pp. 1079-1085.

諫川輝之・泉磨理菜 (2022), 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.

大原美保・徳永良雄・澤野久弥・馬場美智子・中村仁 (2018), 滋賀県における宅地建物取引時の水害リスク情報提供の努力義務に関する実態調査, 地域安全学会論文集, 32, pp.103-111.

鈴木進吾・永松伸吾・李泰榮 (2022), 地域での安全確保行動検討に資する問題解決プロセス支援ツール YOU@RISK の開発, 災害情報, 20(1), pp.87-97.

竹之内健介・藤原宏之 (2020), 想定最大規模の新たな洪水ハザード情報に基づく住民の災害対応の個別性と地域性の分析, 土木学会論文集 F5 (土木技術者実践), Vol.76 No.1, pp.14-25.

小出桂靖・西崎健司・須藤直 (2022), 水害リスクが地価に及ぼす影響, 日本銀行ワーキングペーパーシリーズ, No.22-J-10.

徳島県 (2012), 津波浸水想定の公表について(参照年月日 : 2023.6.23), https://anshin.pref.tokushima.jp/docs/2012121000010/.

内閣府 (2021), 災害に係る住家の被害認定基準運用指針 第2編 水害による被害.

成田裕也・越村俊一・郷右近英臣 (2012), 2011 年東日本大震災の建物被害実態に基づく津波被害関数の構築, 土木学会東北支部技術研究発表会（平成 24 年度）, II-53.

今井健太郎・今村文彦・岩間俊二・サッパシーアナワット (2014), 人的・物的被害軽減に向けた実用的な津波ハザード・被害予測評価手法の提案, 自然災害科学, 33(特別号), pp.1-12.

国土交通省都市局(2012), 津波被災市街地復興手法検討調査(とりまとめ), pp.3-11 - 3-12.

Esri Service areas (参照年月日：2023.6.23), https://developers.arcgis.com/documentation/mapping-apis-and-services/routing/service-areas/.

Esri Route and directions (参照年月日：2023.6.23), https://developers.arcgis.com/documentation/mapping-apis-and-services/routing/route-and-directions/.

Esri Elevation Profile (参照年月日：2023.6.23), https://developers.arcgis.com/javascript/latest/api-reference/esri-widgets-ElevationProfile.html.

国土交通省水管理・国土保全局 (2020), 治水経済調査マニュアル（案）, pp.44-49.

国土交通省水管理・国土保全局河川計画課 (2021), 治水経済調査マニュアル（案）各種資産評価単価及びデフレーター.

被災者生活再建支援法の一部を改正する法律の概要 (参照年月日：2023.6.23), https://www.bousai.go.jp/kohou/oshirase/r2/pdf/1204kaitei.pdf.

災害救助法による救助の程度、方法及び期間並びに実費弁償の基準（平成 25 年 10 月 1 日内閣府告示第 228 号）.

（原稿受付 2023.06.30）
（登載決定 2024.01.26）

Development of Web Application Prototype to Support Housing Site Selection and Preparedness

Shingo SUZUKI[1]・Yutaka TADA[2]・Yuto SHIOZAKI[3]・Kenji KATO[4]

[1] Disaster Resilience Research Division, National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience（shingosuz@bosai.go.jp）
[2] Department of Creative Technology Engineering, National Institute of Technology, Anan College（y_tada@anan-nct.ac.jp）
[3] Disaster Resilience Research Division, National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience（y.shiozaki@bosai.go.jp）
[4] Department of Creative Technology Engineering, National Institute of Technology, Anan College（kato@anan-nct.ac.jp）

ABSTRACT

In this study, a prototype web application was developed to solve the current problem of utilizing disaster risk information in real estate transactions (i.e., not knowing the damage to residential properties and need for evacuation, the evacuation sites and routes, and the cost of disaster recovery), with the aim of establishing a mechanism to support residential property selection and preparedness in consideration of disaster risk.

Using the prototype application, we calculated damage, evacuation needs, evacuation sites and routes, and recovery costs, and showed it to real estate agents and consumers, and conducted interviews. As a result, opinions were obtained that the availability of disaster risk information not found in existing hazard maps may lead to actions such as selecting land with lower disaster risk, considering building damage mitigation and evacuation, and considering post-disaster recovery and insurance coverage. The survey also obtained opinions that future issues require improved clarity, the use of local information, and know-how on how to avoid risks and take action after a disaster.

Keywords *: real-estate transaction, Geographic Information System, damage estimation, evacuation planning, restoration cost*

避難情報に求められる「正確性」と「説得性」
～市町村へのアンケート調査と熊本県人吉下球磨消防組合消防本部への聞き取り調査から～

庄司秀明[1]・永松伸吾[2,3]

[1]関西大学大学院 社会安全研究科博士課程後期課程（k159611@kansai-u.ac.jp）
[2]関西大学社会安全学部・大学院社会安全研究科（nagamatu@kansai-u.ac.jp）
[3]国立研究開発法人防災科学技術研究所 災害過程研究部門（nagamatu@bosai.go.jp）

和文要約

本稿は、避難情報に求められる 2 つの特性を明らかにする。住民は、さまざまな情報源をもとに避難に必要な判断を行っており、避難のきっかけとして、市町村が発表する避難情報だけでなく、「呼びかけ」が有効であることは、これまでの研究から明らかになっている。避難情報の発令主体である市町村と「呼びかけ」を行う主体である消防を対象とし、求められる情報特性について調査したところ、主体によって異なることが示唆された。

第一に、市町村は、避難情報発令のため、科学的・客観的・定量的な情報に基づき、俯瞰的に状況を把握し、網羅的・即時的な情報として「正確性」のある情報が求められていると考えられた。

第二に、「呼びかけ」を行う消防は、経験に基づき判断しながら、個別的・具体的な情報を必要とし、視覚的・比喩的・叙述的な情報として「説得性」のある情報が求められていると考えられた。

第三に、市町村や消防は住民避難という共通目標をもつ。「呼びかけ」を行う消防にとっては活動目標そのものになるが、市町村にとっては避難情報を発令するという目標がその前に存在している。この活動目標の違いが避難情報の特性の差異に関係する要因である可能性が示唆された。

キーワード：正確性、説得性、避難情報、呼びかけ、水害

1．はじめに

災害から身を守る方法として「避難」の重要性は改めて強調するまでもない。

これまで避難率の向上を目的として、災害情報に関するさまざまな取り組みが行われてきた。一例として、観測・予測精度の向上、防災気象情報（避難指示、特別警報等）の運用見直し、観測網の強化、情報伝達手段の開発などである。

しかし、近年をみても平成 30 年 7 月豪雨（西日本豪雨）、令和 2 年 7 月豪雨（熊本豪雨）、令和 3 年 7～8 月大雨災害など多くの死者が発生しており避難の実効性を高める取り組みの余地は依然として残っているといえよう。

西日本豪雨災害をもとに「避難のきっかけ」に関する調査結果が示された（中央防災会議・防災対策実行会議, 2018）。最初に避難するきっかけとして、「周辺状況の悪化（33.5%）」、「消防や警察の呼びかけ（14.8%）」、「近所の人の呼びかけ（9.3%）」、「家族・親族の呼びかけ（7.7%）」という結果であった。約 3 割が「呼びかけ」によって避難を開始していた。つまり、避難情報や防災気象情報の発表により自発的に避難行動が行われる場合がある一方で、「呼びかけ」が避難に結びついている事実が相当程度あると考えられる。

それでは、「呼びかけ」においては、入手できた避難情報をただ右から左に伝達しているだけなのだろうか。本稿が明らかにするように、実際には必ずしもそうではなく、「呼びかけ」を行う人は避難情報も含めた様々な情報を独自に変換しながら活動している。「呼びかけ」が避難行動の促進にとって効果的であるとすれば、それに必要な情報を明らかにすることによって、より効果的な「呼びかけ」が可能となる。そこで本稿では、避難情報の発

令と「呼びかけ」の違いについて、それぞれ発する側が必要としている情報特性の差異を明らかにしたい。

ところで、あえて「呼びかけ」とカギ括弧を付けて表現しているのは次の理由による。避難の呼びかけ自体は、気象庁[1)]による防災気象情報にもその効果が期待されているし、市町村による避難情報もまた当該地域にいる人々に避難を呼びかける行為である。マスメディアも同様である。だが、本稿における「呼びかけ」とはあくまで“直接的・個別的”に行う行為のみを対象とする。したがって、市長や市町村、マスメディアは、「呼びかけ」を行う主体に含まれていない。そのため、呼びかけを行う主体として消防機関を対象とし、避難情報を発する主体の市町村との間で、求められる避難情報の特性を比較する。つまり、「呼びかけ」は「正確性」に裏付けられた「説得性」を必要としている。というのが、本稿の主要な結論である。

本稿は次のように構成される。第2章では、先行研究から「呼びかけ」に関する実態調査をもとにした知見や有効性などを整理し問題意識を述べる。第3章では調査方法、第4章では、避難情報の発令主体「市町村」が使用する情報に基づき情報特性を検証する。第5章では、2020年7月豪雨（熊本豪雨）により球磨川の氾濫において災害対応にあたった熊本県人吉下球磨消防組合消防本部へのインタビュー調査の結果をもとに、「呼びかけ」主体のひとつ「消防機関」が求める情報特性を検証する。そして、第6章では、第4章、第5章の結果により得られた特性をもとに考察を行い、「呼びかけ」にとって有効だと考えられる情報特性の結論を述べる。

２．先行研究

（１）「呼びかけ」の実態把握に基づく研究

河田ほか（2005）は、避難トリガーの研究を行い、近所のひしり声（方言で「叫び声」という意味）・家族の指示によって避難行動をとったという、避難トリガーを明らかにした。「呼びかけ」が避難のきっかけとなっていることを明らかにした点で重要な研究である。

また、「呼びかけ」が避難を後押しした実態を調査した研究は多い（入江 2018; 2020;高木ほか 2019; 村上ほか 2019; 安本ほか 2020; 柿本ほか 2020）。「呼びかけ」という用語が使用されていないものもあるが、「声かけ」「勧められた」「避難勧誘」「連絡」などの用語をもって報告されている。避難行動全体に占める避難のきっかけに与えた割合は研究により異なるものの、「呼びかけ」が消防・消防団・水防団、警察、自治会、家族、近所、知人により行われたことを明らかにしている。また、他者からの勧めや誘導によって、避難所等へ避難した住民が多いことを明らかにした研究（諸岡ほか,2016）や、避難情報だけでは必ずしも避難行動につながらないが、避難情報を前提として、それに加えて、災害の危険性を自らのこととして認識できた場合に、避難行動につながっている（広島市,2018）とするもの、さらには、何らの被害を受ける状況になったり、避難を呼びかけられたりしても避難確率は高くなることがわかる（入江,2020）と結論付けたものもある。田中ほか（2016）は、1982年7月長崎水害以降に発生した大雨災害時の住民避難について取り上げた研究を網羅的に合計128編収集し、大雨災害時の住民避難の阻害要因を体系的に整理した。地域の人や役場の職員による個別での避難の呼びかけや、消防や警察の広報車による呼びかけが、避難を開始する決め手になったという事例も多く存在すると説明している。

これらの研究から、「呼びかけ」が避難のきっかけになっていることが明らかにされ、多くの研究から避難行動を促進することも示されてきた。

（２）住民に着目した研究

住民の災害情報取得に関する実態分析を行い住民の情報ニーズを調査した研究では、広域的な情報はマスメディアが多く、局所的な情報は口頭伝達や電話が多いことを明らかにした。そして、近所からの口伝てで情報を得た住民は、情報の入手時期は遅いが、避難率が高いとしている（淺田ほか，2000）。

住民の情報取得と避難行動に関する研究では、効果的な避難誘導においては、予測される危険な事態を避難情報などで具体的に示すことが重要であることを示した（片田ほか，2001）。また、意思決定の状況依存性に関する研究では、「避難勧誘（「呼びかけ」のこと）」の影響力が大きいことを示し、住民避難の適切な誘導に関しては、住民が避難の意思決定において依存する周辺状況を、最終的に避難の決定がなされる方向に改善していくことが必要であると説明している（片田ほか，2002）。

地域コミュニティと水害時の避難促進要因の研究では、近所の人や消防団等から避難の「呼びかけ」を受けた世帯が、避難が早く、避難の割合が有意に高いことを示すとともに、シミュレーションにより河川状況と「呼びかけ」の両方を受けることができれば、避難率が1.4倍程度改善されることを試算している（柿本ほか，2013）。

これらの研究から、住民や地域コミュニティに着目して、避難行動に対する情報ニーズや情報取得の特徴とともに、情報入手の望ましい方向性などが示されてきた。

（３）住民に向けた情報の有効性に着目した研究

避難情報に着目した研究も行われてきた。防災気象情報に視点をおいた避難スイッチの研究では「一般の人が欲しいのは微に入り細をうがった情報ではなく、『まだ大丈夫なのか、それとも本当にアブナイのか』、次の行動につながるスイッチをオンオフしてくれる単純明快な情報」と指摘し、自分が危険であるか否かといった次の行動につながる情報が有効であることを説明した（矢守ほか，2018）。避難トリガーの研究では「避難情報は、被害の発生に先駆け出される科学技術に基づく情報である。これに対し、住民は実体を伴う身近な情報を重視している。このことから、科学技術情報が住民にとって身近な情報

となっていないと考えられる。」として、身近な情報としていくことが有効であることを指摘した（阪本ほか, 2021）。

マスメディアに着目した研究として、近藤ほか(2011)は、平成 22 年 2 月チリ地震津波をもとに、「緊急特番が東京のスタジオを中心に展開されていた結果、確かに災害の全体像を鳥瞰する立場にとって有用と思われるデータは詳細に伝えられたが、異なる地域性のもとで避難しなければならない地域住民を実際の行動に促すような社会的なリアリティは構築されていなかった。」という課題を指摘し、ローカル（地域）に根差した情報が有効であることを説明した。また、「災害情報のリアリティを分解するとコンテンツ（内容）、コンテクスト（文脈）、テクスチャ（肌ざわり）の 3 つの水準があり、テクスチャとは『本当だ。と心に刺さること』」だという。そして、「コンテンツを前提とし、文脈が伝わり、肌ざわりがあると、リアリティが高まり人は行動を移しやすくなる。」と述べ、性質として“テクスチャ（肌ざわり）”の有効性を示した（近藤, 2023）。

さらに、マスメディアのアナウンスに着目した研究がある。話し方の明瞭性や緊迫性が高いほうが、避難行動を喚起する効果が高く、危険性の認知を高める（小林ほか, 2018）という話し方の検証や、インパクトのある表現（強い口調・キーフレーズの使用）や発表情報・数値への解釈の付加、教訓（リアルな事例）などを盛り込んだ呼びかけに関する検討（福本ほか, 2022）などがある。

これらの研究から、住民に向けて発信される情報に着目しつつ、災害情報やマスメディアを対象とした研究も行われてきた。

以上の(1)〜(3)節をふまえると、「呼びかけ」が重要な役割を担っていると考えられるものの、その主体に注目した研究はこれまで行われていない。

（4）問題意識

図-1 は、本稿における論の展開を整理するため、避難情報に関する住民への情報伝達の流れと先行研究の関係を示したものである。自然災害等の現象をきっかけとして、住民が避難行動に至るまでの流れを示している。本稿は、水害（洪水）をもとに調査を行ったことから現象を水害とする。市町村は、発令主体として避難情報を発令する（災害対策基本法（以下、「法」という。）50 条）。避難情報の発令にあたり、市町村は現象や気象庁（気象業務法 13 条等）などから通知を受ける（法 56 条）。ここで、発見者による通報義務等（法 54 条）があるが、本稿の論点ではないため省略する。避難情報は市町村により直接、あるいは、エリアメールや防災行政無線、マスメディア等によって伝達されていく。その対象は、消防機関・水防団、警察官・海上保安官、自治会・自主防災組織、そして、住民である。対象それぞれにとって、自己等の避難の判断に使用するほか、避難が求められる住民などのために「呼びかけ」などに使用しているといえる。

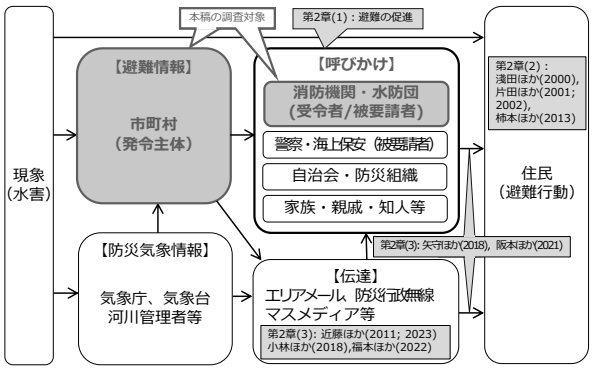


図-1 避難情報に関する住民への情報伝達の流れと先行研究の関係

そこで、これまでの研究から、市町村がどういった基準や判断で避難情報を出し、それを受けて「呼びかけ」を行う主体が、どのような情報を必要としているのかという検証は行われていない。本稿では、「呼びかけ」の主体が避難情報などを何らかの形で「変換」して使用しているという点に問題意識がある。よって、本稿では「呼びかけ」の主体を特に消防機関に着目し、避難情報を発令する市町村との比較をもとに求められる避難情報の特性の差異を明らかにする。

3．調査方法

（1）調査対象

本稿では、調査対象を２つとした。１つ目は、避難情報を発令する市町村である。選定の理由は、市町村は避難情報の発令主体であるほか、「呼びかけ」を行う１つの主体ではあるものの、本稿で扱う“直接的・個別的”に働きかける消防機関と比較するために市町村を選定した。２つ目は、「呼びかけ」の主体である消防機関を選定した。選定理由は、「呼びかけ」には消防機関・水防団、警察官・海上保安官、自治会・防災組織、家族・親戚・知人等やマスメディアが考えられるなかで、「呼びかけ」を行うことが業務として当然に期待されているためである。実際には、災害応急対策として警戒広報により住民への「呼びかけ」を地域住民に対して直接行っており、分析の対象として適当である。

（2）避難情報の発令主体「市町村」へのアンケート調査

避難情報を発令する市町村の調査として、アンケート調査を行った。調査対象は、政令指定都市（20 市）および中核市（62 市）の合計 82 の主要都市とした。調査期間は、2022（令和 4）年 2 月 28 日〜3 月 18 日である。避難情報の発令判断について E メールにより調査を行い、判断に使用する基準や手順、成功事例や困っていること等を問うた。回答状況は 48 市（全体 58.5%、内訳として、政令指定都市 11 市、中核市 37 市）であった。**表-1** は、アンケート調査の概要である。

表-1　市町村アンケートの調査概要

期　間	2022（令和4）年2月28日(月)～3月18日(金)
対　象	政令指定都市（20 市）及び中核市（62 市）
方　法	Eメール
回答状況	全体48市（58.5%）（政令指定都市11市、中核市37市）
質問内容	洪水時の避難情報の判断基準について 【質問１】洪水を対象とする「避難情報の発令判断」について、どのような判断材料をもとに「総合的に判断」していますか？該当番号を選択 1.指定河川洪水予報、2.水位到達情報、 3.洪水の危険度分布（洪水キキクル）、4.防災気象情報、 5.気象警報、6.川の水位情報（河川情報センター）、 7.民間気象情報、8.目視観測・パトロール報告、9.市管理の監視カメラ、 10.市管理の水位観測データ 【質問２】「避難情報の発令判断」は自動的（機械的）な判断ですか？ 【質問３】「自動的な判断ではない」場合、「使用する項目」を記入 【質問４】洪水に係る「避難情報の発令判断」において、「うまくいった例」、「わかりにくいと感じていること」、「困っていること」などはありますか？

（3）「呼びかけ」主体である「消防機関」へのインタビュー調査

消防機関の調査として、インタビュー調査を行った。調査対象として、熊本県人吉下球磨消防組合消防本部[2)]を選定した。調査期間は、2022（令和4）年3月2日～4日である。選定理由は、令和2年7月豪雨において1級河川である球磨川が氾濫し甚大な被害を受け、緊急消防援助隊を要請[3)]するレベルでの災害であり、それらの災害対応経験があったこと、消防本部が活動記録[4)]を詳細に整備していたこと、熊本県においても災害対応の振り返り[5)]とする記録物が詳細に整備されていたことから、聞き取り内容の事実関係の検証が可能なためである。

2020（令和2）年7月豪雨災害の概要は、7月3日から7月31日にかけて、日本付近に停滞した前線の影響で、暖かく湿った空気が継続して流れ込み、日本各地で大雨となった。特に熊本県の被害が甚大であり、人的被害は、死者67人、行方不明者2人（2021年11月26日時点）となった。**表-2**は、氾濫した球磨川流域で最も被害が大きかった人吉市周辺における行政と消防本部の対応および防災気象情報の発表について、時系列でまとめたものである。

水害の中でも球磨川氾濫における経験をもとに「意思決定に必要な情報要素の導出」を目的とするインタビュー調査を行った。対象者は、幹部消防吏員12役職者（役職が重複している者がいるため合計11名）とした。警戒広報は「住民避難」にとって重要であるが、どんな情報を使用し、必要としているのかを問うた。**表-3**は、インタビュー調査の概要である。

4．避難情報の発令主体「市町村」が使用する情報に基づく検証

表-4は、回答を得た48市の内、具体的に検証が可能となる質問3および質問4への回答を行った15市（政令指定都市4市、中核市11市）について、回答内容に基づきその情報特性を検証し整理したものである。ここから、以下のような傾向を指摘できる。

表-2　災害対応クロノロジーの概要

月日(曜日)	時刻	対象	内容
7月3日(金)	17時00分	球磨村	高齢者等避難開始を発令
	17時30分	人吉市	第１回災害対策本部会議
	18時00分	消防本部	警戒広報開始
	21時39分	人吉市	大雨警報
	21時50分	人吉市	土砂災害警戒情報
	22時20分	球磨村	避難勧告
	22時52分	人吉市	大雨・洪水警報
	23時00分	人吉市	矢岳町東間校区、大畑校区に避難勧告
7月4日(土)	02時28分	消防本部	警戒本部を設置
	03時10分	球磨川	氾濫警戒情報
	03時20分	球磨村	記録的短時間大雨情報（1時間110mm）
	03時30分	球磨村	避難指示（緊急）
	03時35分	球磨川	氾濫危険情報
	03時36分	消防本部	警防本部に移行
	04時00分	人吉市	避難勧告（市内全域）
	04時50分	県南	16 市町村に大雨特別警報（県初）
	05時00分	1町3村	避難指示（錦町・山江村・相良村・五木村）
	05時15分	人吉市	避難指示（緊急）（市全域） 市長「 命を守る行動」の呼びかけ
	05時30分頃	球磨川	球磨川右岸 53.4kで越水
	05時55分	気象台	球磨村渡右岸で「球磨川の氾濫発生」を発表
	07時20分	球磨川	球磨川右岸 56.4k で決壊（決壊延長約30m）
	07時40分	胸川	胸川と球磨川合流部周辺で浸水開始
	08時55分	人吉市	市長「 命を守る行動」の呼びかけ
	10時00分	球磨川	球磨橋が越水、西分署が浸水

表-3　大規模洪水災害対応に係るインタビュー調査概要
（人吉下球磨消防組合消防本部）

期　間	2022（令和4）年3月2日(水)～4日(金)
場　所	人吉下球磨消防組合消防本部２階会議室
方　法	対面による聞き取り
対象者	1 消防長 2 現消防長（令和４年１月現在） 3 消防次長兼総務課長 4 消防次長兼危機管理監 5 中央消防署長 6 人事教養課長兼総務課審議員 7 警防課長 8 通信情報課通信情報課長補佐 9 中央消防署消防第１課長 10 中央消防署消防第２課長 11 中央消防署消防第３課長 12 中央消防署西分署長 （職名は２を除き2020年7月時点のもの）

（1）科学的・客観的な情報が必要

一般に防災気象情報がもつ、科学的で客観的な情報という特性に基づいて判断しているという事実を指摘できる。質問1から、市町村はすべてこれらの情報のうち複数を使用して避難情報の発令判断を行っていること、そして、質問2から自動的な判断の有無によらず、科学的で客観的な情報を使用しているということが指摘できる。また、個別の回答内容をみると、A市「『令和元年東日本台風』の際に初めて河川氾濫に係る避難情報を発令しましたが、基準水位のみの設定で、今後の雨量の増加見込み等の設定がなかったため、避難情報の発令の判断にあたり苦慮しました。そこで、…河川の種類ごとにマニュアルに整理することで、誰であっても避難情報発令の判断をしやすくするための工夫をしています。」、C市「計画規模降雨による洪水浸水想定区域（L1）に避難情報を発令することを基本としている。」、D市「地域防災計画

表-4　アンケート調査結果にもとづく市町村が活用する情報特性の検証

番号	市	質問１	質問２	質問３	質問４	情報の性質				
						科学的客観的	演繹的叙事的	定量的	即時的	俯瞰的網羅的
1	A市	1,2,3,4,5,6,7,9,10	自動ではない	・水位到達情報を基に、その後の雨量や上流の状況等も鑑み、災害対策本部が都度判断するという手順にしている。	・本市では令和元年10月12日の「令和元年東日本台風」の際に初めて河川氾濫に係る避難情報を発令しましたが、基準水位のみの設定で、今後の雨量の増加見込み等の設定がなかったため、避難情報の発令の判断にあたり苦慮しました。 そこで、河川の種類ごとにマニュアルに整理することで、誰であっても避難情報発令の判断をしやすくするための工夫をしています。	●		●		
2	B市	1,2,3,4,5,6,8	自動ではない	判断を支援する情報項目No.1～8に加え、今後の降雨量や地域の特性などを考慮し、職員がその都度判断するという手順にしている。	・洪水特別警報がない ・水防警報と洪水警報の違いがわかりにくい ・洪水危険度分布と水位計の情報が異なることがありわかりにくい ・高潮注意報･警報に対応する警戒レベルが複数ありわかりにくい ・これまで、氾濫発生情報で機械的に警戒レベル５「災害発生情報」を発表することとしていたが、「緊急安全確保」は切迫状態で発表可能となったため、判断が困難になった。	●			●	
3	C市	1,2,3,4,5,7,8,9,10	自動ではない	判断を支援する情報項目はNo.1～6のとおりだが、それに加えて、今後の雨の降り方等その他の情報を勘案し避難情報等の発令を検討している。 また、消防局によるパトロールなどの情報により、消防署長から個別の世帯に対して避難情報を発令する判断もしている。	・平成30年台風第21号が接近した際に「全市の洪水浸水想定区域」に対して避難勧告を発令しているが、その際に避難情報の発令については特に混乱はなかったと認識している。 ・避難情報の発令については、想定最大規模降雨による洪水浸水想定区域（L2）を想定することにより、避難情報等により避難行動をとっていただく対象者が大幅に増加した。そのため、当市においては、計画規模降雨による洪水浸水想定区域（L1）に避難情報を発令することを基本としている。 ・警戒レベル５「緊急安全確保」については、河川氾濫の恐れが切迫または河川氾濫が発生し、浸水がL1を超え、L2にまで浸水が想定される場合に発令範囲を判断し、L1及びL2の洪水浸水想定区域に対して発令することにしている	●				●
4	D市	2,8,9,10	自動	－	・地域防災計画に基づき、避難情報の発令を適切に行っているため、特に問題はなし	●				
5	E市	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	自動ではない	判断を支援する情報項目はNo.1～10のとおりだが、それに加え、その後の降雨量予測や河川水位の上昇スピードなどを基にその都度職員がその都度判断する手順となっている。	・福祉施設などで定めている避難確保計画では、洪水警報を避難行動開始のトリガーとしているため、「この程度の雨で洪水警報なのか、避難について判断に迷う」との問い合わせがあった。	●	●			
6	F市	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	自動ではない	河川の水位の状況を基本に、今後の水位上昇予測等について、判断を支援する情報項目はNo.1～No.10の情報等を踏まえ、総合的に判断するという手順。	・最大想定浸水深及び想定浸水エリアの拡大（県による周知河川の追加等）が段階的になされており、避難情報の発令エリアに変動が生じている状況が続いており、避難情報発令を判断する際の水位情報観測地点と対象エリアが大きく離れているものの、他に客観的に判断する手段がない箇所がある。	●	●			
7	G市	2,3,4,5,6,8	自動ではない	気象予報や河川水位等の情報、河川巡視等からの報告を含めて、総合的に判断する。	・その他河川における避難情報の発令実績はないが、すべてのその他河川において水位計の整備がされていないことから、発令判断に苦慮することが想定される。	●				●
8	H市	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	自動ではない	判断を支援する情報項目はNo.1～6のとおりだが、それに加えて職員がその都度判断するという手順にしている。（例：No.8による河川監視カメラ等により水位上昇を受けて判断するなど）	・台風など事前に接近及び被害が想定されるような事象では避難判断を順序立てて発令がしやすいが、ゲリラ豪雨など突発的な事象の場合には対応が難しい。（高齢者等避難の発令は、突発的な事象の場合では特に困難とされる。） 例として、本市の「○○川」（水位周知河川・県管理）ではゲリラ豪雨等の場合、降雨の状況次第では約10分で水位が2m近く上昇したり、すぐに水位が減少したりするなど、水位増減が激しく、避難情報の発令判断が難しいことが挙げられる。	●			●	
9	I市	1,2,3,4,5,6,9	自動ではない	判断を支援する情報項目はNo.1～6のとおりだが、それに加えてその都度職員が総合的に判断するようにしている。	・当市は面積も広いため、どの範囲まで避難所開設するといった判断ができればいいが、現状は全ての避難所を同時に開設している。その部分の開設基準が今後の課題であるといえる。	●		●		●
10	J市	1,2,3,4,5,6,7,8	自動ではない	判断を支援する情報項目はNo.1～6のとおりだが、それに加えてその都度職員が総合的に判断するようにしている。	・中小河川で水位計が少ない河川について、判断材料が少なく判断に悩むことがある。 ・予測できない降雨があった場合、避難情報を発令するタイミングが遅れる場合がある。	●			●	
11	K市	1,2,3,4,5,6,8	自動ではない	判断を支援する情報項目はNo.1～6、８のとおりだが、降雨等の状況により、その都度職員が総合的に判断するようにしている。	・その他の河川で洪水危険度分布を活用する場合、すべての河川が対象となっていないため、情報を一元的に把握できない	●				●
12	L市	1,2,3,4,5,6,7,9	自動ではない	判断を支援する情報項目はNo.1～6のとおりだが、それに加えて職員がその都度判断するという手順にしている。	・想定最大規模降雨による浸水想定区域図をベースに、対象地域に避難情報を発令することとしているが、降雨量や河川氾濫の状況によっては、洪水が小規模の場合が想定されること。	●				●
13	M市	1,2,3,4,5,6,7,8	自動ではない	Ａ４ 判断を支援する情報項目はNo.1～6のとおりだが、気象情報や河川の水位情報等から総合考量して、避難情報を発令している。	・避難情報発令の判断基準及び対象地区を予め定めていることで、基準を超える水位となった場合、迅速な情報の発令を行うことができた。一方で、水位情報が周知されていない中小河川、水路等に関する避難情報については、明確な基準がないため、避難情報の発令に関する判断が難しい。	●		●		
14	N市	1,2,3,4,5,6,7,8,9	自動ではない	判断材料を分析して、都度判断	・中小河川や比較的小規模な水位周知河川は急激な水位上昇が見込まれるため避難情報の発令が間に合わない恐れがある。	●			●	
15	O市	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	自動ではない	判断を支援する項目はＱ１のとおりだが，それに加えて職員がその都度判断する。判断材料の例として，呉市は下流域に位置するため，河川の上流域での今後の降雨状況等を考慮している。	・うまくいっている例…ダム管理事務所との日頃からの情報交換 ・困っていること1…その他の河川において，気象庁のキキクルが赤色以上になっていても，水位計がないため実際に目視観測するしかないのだが，普段とほとんど水位が変化していない状況があること。そのため，キキクルのみの情報でしか判断できない河川については，避難情報の判断が難しくなっている。 ・困っていること2…河川に関する情報については，土砂災害に関する情報と比べ，国土交通省や○○県の情報等が一元的に管理されておらず，必要な情報を得るのに時間を要してしまい，結果的に状況判断が遅れるのではないかと懸念している。	●		●		

に基づき、避難情報の発令を適切に行っている」、E 市「福祉施設などで定めている避難確保計画では、洪水警報を避難行動開始のトリガーとしている」、F 市「最大想定浸水深及び想定浸水エリアの拡大（県による周知河川の追加等）が段階的になされており、…避難情報発令を判断する際の水位情報観測地点と対象エリアが大きく離れているものの、他に客観的に判断する手段がない箇所がある。」、G 市「すべてのその他河川における水位計の整備がされていないことから、発令判断に苦慮することが想定される。」、J 市「中小河川で水位計が少ない河川について、判断材料が少なく判断に悩むことがある。」、L 市「想定最大規模降雨による浸水想定区域図をベースに、対象地域に避難情報を発令することとしているが、降雨量や河川氾濫の状況によっては、洪水が小規模の場合が想定されること。」、M 市「避難情報発令の判断基準及び対象地区を予め定めていることで、基準を超える水位となった場合、迅速な情報の発令を行うことができた。一方で、水位情報が周知されていない中小河川、水路等に関する避難情報については、明確な基準がないため、避難情報の発令に関する判断が難しい。」、O 市「その他の河川において，気象庁のキキクルが赤色以上になっていても、水位計がないため実際に目視観測するしかないのだが、普段とほとんど水位が変化していない状況があること。そのため、キキクルのみの情報でしか判断できない河川については、避難情報の判断が難しくなっている。」という記載があったからである。

（２）演繹的・叙事的な情報が必要

E 市や F 市は、科学的・客観的な情報をもとに生成さ

れる防災気象情報等をある種の全体へと適用している。E 市や F 市の実情から、基準設定の精緻化に課題を抱えていることや、観測体制の整備が十分ではないことが背景にあると考えられ、警報や他の地域の観測情報を判断に使用しているという、演繹的、あるいは、起こった事実をもとに判断に使用しているという叙事的な性質も指摘できる。

（3）定量的な情報が必要

定量的な情報をもとに状況を判断しているという事実を指摘できる。具体的には、I 市「当市は面積も広いため、どの範囲まで避難所開設するといった判断ができればいいが、現状は全ての避難所を同時に開設している。」のほか A 市、M 市、O 市という記載があったからである。前節(1)科学的・客観的な特性にも重複する部分は当然あり、明確に区分することが難しいものもあるが、避難情報の発令判断において定量的な基準を設けている、あるいは、設けることを期待していると考えられる。

（4）即時的な情報が必要

即時的な情報を必要としているという事実を指摘できる。具体的には、B 市「洪水危険度分布と水位計の情報が異なることがありわかりにくい」、H 市「ゲリラ豪雨など突発的な事象の場合には対応が難しい。（高齢者等避難の発令は、突発的な事象の場合では特に困難とされる。）本市の『○○川』（水位周知河川・県管理）ではゲリラ豪雨等の場合、降雨の状況次第では約 10 分で水位が 2m近く上昇したり、すぐに水位が減少したりするなど、水位増減が激しく、避難情報の発令判断が難しいことが挙げられる。」、J 市「予測できない降雨があった場合、避難情報を発令するタイミングが遅れる場合がある。」、N 市「中小河川や比較的小規模な水位周知河川は急激な水位上昇が見込まれるため避難情報の発令が間に合わない恐れがある。」という記載があったからである。

（5）俯瞰的・網羅的な情報が必要

俯瞰的な情報を必要としているという事実を指摘できる。具体的には、K 市「その他の河川で洪水危険度分布を活用する場合、すべての河川が対象となっていないため、情報を一元的に把握できない」のほか G 市の記載があったからである。また、C 市、G 市、I 市、K 市、L 市から、網羅的に避難の基準設定を行っている、網羅的にならざるを得ない、あるいは、網羅的に把握したいという要素も確認された。

5.「呼びかけ」主体のひとつ「消防機関」が求める情報の検証

インタビュー調査から、全部で 12 役職（役職が重複している者がいるため合計 11 名）に聞き取りを行い、10 名から分析が可能となる発言を抽出することができた。

表-5 は、具体的に検証が可能となる発言に基づきその情報特性を検証し整理したものである。

（1）経験的・主観的な判断や情報

過去に起こった出来事や経験に基づく活動を行っているという事実を指摘できる。C 氏「これまでにない速さ」や「今まで経験したことがないような（水位の）上昇」や、G 氏「洪水になっていて浸かるところはいつも大体決まっています。」という発言があったからである。また、災害を引き起こす現象の捉え方として、C 氏「これまでにない速さ」や「どうなるか予想がつかない状況」という発言から、主観的な判断尺度が含まれている可能性を指摘できる。そしてこれらは、災害に進む前段階において、経験則に基づいて状況を判断しているという見方も指摘できるだろう。

（2）個別的・具体的な情報が必要

個別的で具体的な情報を求めているという事実を指摘できる。一例として、B 氏「どこにどういう被害がどの程度で起こっているか」、E 氏「どこで越水するのかというその予測も欲しい。」という発言があったからである。他にも、C 氏、D 氏、F 氏、G 氏、H 氏、I 氏および J 氏の発言から、地域や地点といった場所、時間、状況・被害の程度、予測に関して、個別的で具体的な情報を確認している、あるいは、求めているといえる。

（3）叙述的・視覚的・帰納的な情報が必要

個別的・具体的な情報を積み上げることで現状を把握していることも指摘できる。一例として、G 氏「河川の水位状況をパソコンで見ていまして、見たのは水位です。水位の 10 分ごとに発表されるデータを見ていました。」などの発言があったからである。管内で起こっている状況を、現状で使用できる手段を駆使して、具体的な変化として追いながら現状把握に努めているといえる。加えて、E 氏「台風の予測進路とかは 1 日前とか半日前とかやがて上陸しますよという流れの中で、我々も構えますし住民の方々も早期避難を早め早めにされるんです。線状降水帯が台風の予想のようにいち早くできたら我々もありがたいです。」という発言があった。つまり、G 氏や E 氏の発言から、現状把握だけでなく予測も含めて時系列的で段階的な情報や、迫りくる危機の展開に関連する情報を求めているという見方ができ、順を追って状況の変化をとらえたいとする叙述的な特性をあらわしていると考えられる。

さらに、現状把握には、視覚的な情報を重要視していることも指摘できる。H 氏「（カメラ画像による）結局目でみないとわからない。本来は目で見て確認したい。」、I 氏「災害時に防犯カメラのような状況把握ができるようなシステムになれば助かるんです。災害用モニター的なもの。」という事実からあるからである。個別的・具体的な情報の中には、視覚的に重要な情報も含まれていることが考えられる。この事実を補強する発言として、F 氏「球磨川のライブカメラで水位が上がっていくのを見れるのですが、ある時間から見れなくなるという事案が発生しているんです。」がある。現状として、時間帯や危機

表-5　インタビュー調査結果にもとづく情報特性の検証

回答者	性別	階級	年齢	発言内容	情報の性質			
					経験的主観的	個別的具体的	叙述的視覚的帰納的	比喩的
A氏	男性	消防監	60歳代前半	気象情報の先取り、紙ベースだけではなくて、気象庁の実際の見解とか、生の声、そういったものが何か、あの時にあればもっと違っていたのかなと。			●	
				（調査者による資料提供を受けて[3]）そういった情報があれば、そういった情報を逆に市民の方にその情報を与えてやれば、もっと全然違った形になるんですよ。そういうのがあれば、とにかく早くほしい。（これって災害対応機関だけでなく、住民も動かすか。警戒広報はどうか。という質問に）、動きます。行きます。もちろんです。ものすごい情報です。				●
				（水蒸気の場所が多少ずれても、九州の南側だとしても。）全然かまいません。ほしいです。そういった情報がほんと前もって入ってくれば、さきほども言いましたように、私たちの構え方もぜんぜん違うような態勢になっていますし、それをまた地域住民の方にこういう状況になってますからって言ってやれば、地域の方もぜんぜんその構え方が違うと思うんです。				●
				（質問者「受止めの警戒心はあがりますか」）はい。警戒広報でどういうふうに危機感を伝えるか。どういう言葉が良いのだろうか、なかなか見つからないんです。こういう情報はたいへん重要なキーワードになります。				●
				（質問者「このアマゾン川のワードは大きいですか」）大きいです。今私は地域防災官として役所の方にいて、避難情報とか、神経使ってピリピリしてるんですけども、まさにその情報っていうのは市にとってもありがたいし、市もどういうキーワードで防災無線に流そうか、ただ単に「高齢者は避難してください」とか「避難指示を出しましたから避難してください」じゃなくて、そこに、なんで避難しないといけないのかって、「大きいこういうデータが情報がありますから、とにかく危ないですから高齢者は早く避難してください、避難指示を出しました」とか、そういった言い方になってくるのかな。こんな情報があれば。ただ単に今の避難情報で防災無線で「高齢者避難が今かかりました避難してください」「避難指示が出ました。避難してください。」では全然住民には響かないんです、危機感というのが。そこがずっと私も消防にいた時からそれが課題で、どのようにしたら伝わるんだろう。どのようにしたら住民の皆さんとの溝が狭まるんだろうね。埋まるんだろう。ってずっと考えていた。その情報はまさにですよ。最初にその情報が欲しかった。				●
				（質問者「こういうちょっと的外れかなと思うような話でも、こういうことが念頭にあるのとないのとでは構え方は変わる。こういった情報は早くあっていいでしょうか」）私はそう思います。			●	●
B氏	男性	消防司令長	50歳代後半	・どこにどういう被害がどの程度で起こっているかということがリアルタイムにそういう情報があれば、すぐわかれば。なかなかそれが情報収集が難しかった、各市町村にしてもそれが難しかったんだろうと思います。		●	●	
C氏	男性	消防司令長	50歳代後半	・登庁して、2時過ぎ頃からの増水の速さがこれまでにない速さでした。	●		●	
				・当時は、水位の情報は国交省の川の水位情報ですね。それを利用して見ています。		●	●	
				・どうなるか予想がつかない状況で、今まで経験したことがないような（水位の）上昇でした。	●		●	
D氏	男性	消防司令長	50歳代前半	（情報収集のツールは）県内、管内の気象情報がメールで入ってくるようにはしています。		●	●	
E氏	男性	消防司令	40歳代後半	・線状降水帯が発生しましたが、その予測がですね、線状降水帯が発生する3時間とか、5時間前に、もしそれが仮にできたら、結果的に今回は起こってから『線状降水帯でした』ということでしたから、これからは予測ができるような流れになると聞いていますが、線状降水帯をいち早く予測できるシステムを構築していただきたい。それによって、住民の早期避難にもつながると思います。		●	●	
				・例えばですけど、台風の予測進路とかは1日前とか半日前とかやがて上陸しますよという流れの中で、我々も構えますし住民の方々も早期避難を早め早めにされるんです。線状降水帯が台風の予想のようにいち早くできたら我々もありがたいです。			●	
				・今まで時間雨量とか、球磨川にあるポイントの河川水位で参集のタイミングを考えていたんですけども、それだけではなく球磨川がどこで越水するのかというその予測も欲しい。		●		
				・ダムの放流がありましたけど、放流によって越水するスピードも違ってきますので、緊急放流という情報（把握・共有のため）のツールも欲しい。		●	●	
				・普段活用しているのが、インターネット上の水位です。球磨川の水位情報をみています。		●	●	
F氏	男性	消防司令	40歳代後半	（河川や気象情報の収集に役立つ端末はありますか？）球磨川のライブカメラで水位が上がっていくのを見れるのですが、ある時間から見れなくなるという事案が発生しているんです。		●	●	
G氏	男性	消防司令	50歳代前半	・河川の水位状況をパソコンで見ていまして、見たのは水位です。水位の10分ごとに発表されるデータを見ていました。		●	●	
				・インターネットで『川の水位情報』（国土交通省提供）をみて、ライブカメラと水位の情報を見て把握していました。		●	●	
				・入手する手段は、インターネットとテレビです。		●	●	
				・ライブカメラは夜間はほとんど見えないです。ほとんどは水位の情報を見ていました。		●	●	
				・確実にここはどれくらい増水するという予想があると良いです。		●		
				・球磨村あたりは何回も洪水になっていて浸かるところはいつも大体決まっています。ただ人吉で浸かるほどのことはなかったように思います。どこから浸かってくるどこから入ってくるということはわからない。	●			
				・目の前に球磨川があるという家で、水が後ろから来たという話も聞いています。予想もしない方向からきたと。思ったところと違うところから水がきたということがありました。	●			
H氏	男性	消防司令	50歳代前半	（国土交通省『川の防災情報』『川の水位情報』『河川カメラ』をもとに）河川の状況はみることができますが、夜間には暗くてわからない、照明が当たっていてもピンポイントでしか映らない。河川のどこまで（水位が上がってきているの）かがわからないんです。目に見えて上昇しているのが確認できるのであれば。		●	●	
				・何種類か（情報源となるサイトが）あるので、あっち見こっち見しながら、それらをみています。		●	●	
				・私たちの対応策と言いますか招集基準として、市内の水位を基準にしているんです。…（カメラ画像による）結局目でみないとわからない。本来は目で見て確認したい。		●	●	
I氏	男性	消防司令	50歳代前半	・災害時に防犯カメラのような状況把握ができるようなシステムになれば助かるんです。災害用モニター的なもの。		●	●	
J氏	男性	消防司令	40歳代後半	・ピンポイントでの早い段階での天気予報を直接とれるようになると良いのかなと思います。		●	●	

が切迫したときなどにライブカメラが見れなくなることや、機能しなくなることが問題点として指摘されていた。

これらの発言から、個別的で具体的な各種情報を積み上げることによって、消防機関は活動のために使用していることがわかる。つまり、活動の判断のために各種情報を帰納的に使用してという見方も考えられる。

（4）比喩的に伝えるための情報は有効

調査者は、インタビュー対象者に資料提供[6]を行った。これは、たとえそれが現前していなくても迫り来る危機として人々に行動を促すような「社会的なリアリティ」（近藤ほか，2011）を構築する情報として、消防機関の任務である警戒広報においてどのような意味をもってくるのか確認することを目的として提供した。他方でこの資料は、発災後に解析された内容であったことから、事前に情報として入手できない性質のものであったことは調査対象者に説明している。資料の概要は、「発災当時、日本上空にはアマゾン川流域の2倍の水量に相当する水蒸気が入り込んでいた」というものである。これをもとに、比喩的な情報は有効であると認識している事実を指摘できる。A氏「そういうのがあれば、とにかく早くほしい。ものすごい情報です。」などの発言があったからである。比喩的な情報が、実を言うと事態の深刻さを裏付ける情報として、鬼気迫るものを住民に伝えてくれるといった価値がある。そういった可能性が示唆された。

6.「呼びかけ」にとって有効だと考えられる情報特性の考察

（1）主体間による目標の相違

避難情報の伝達過程として、**図-1**「避難情報に関する住民への情報伝達の流れ」を示した。市町村と消防機関には「住民避難」という共通目標が存在するといえる。

ここで、消防機関をみてみる。共通目標「住民避難」が活動目標“そのもの”という位置づけになり、呼びかけ、声かけ、避難勧誘、避難誘導といった住民避難を達

表-6　調査に基づく避難情報の特性別にみる情報の性質と情報源

避難情報の特性	検証に基づく情報の性質	調査で確認された主な情報源
正確性	科学的、客観的、俯瞰的、叙事的 定量的、即時的、演繹的、網羅的	指定河川洪水予報、水位到達情報、洪水の危険度分布（洪水キキクル）、防災気象情報、 気象警報、川の水位情報、流域雨量指数、土壌雨量指数、浸水想定区域、洪水ハザードマップ、 目視観測・パトロール報告、監視カメラ
説得性	経験的、主観的、個別的、叙述的 具体的、視覚的、帰納的、比喩的	避難情報、川の水位情報、水位予測、河川カメラ、目視情報、浸水予測、比喩的表現、 気象官署の見解・生の声

成するための現場活動が直接行われる。

他方で、市町村は、共通目標「住民避難」を達成すべく、その責務として避難情報の発令等を行わなければならない。したがって、市町村にとっては避難情報を発令するという目標がその前に存在している。

つまり、市町村と消防機関では、行政機関として同じ立場にあるものの、異なる目標が存在している。これは、実施主体（法 58，60 条）による違いといえる。したがって、目標に相違があるのだからこそ、厳密には必要とする避難情報には差異が存在していることを次節以降で説明する。

（2）避難情報の発令に求められる情報特性としての「正確性」

第 4 章の避難情報の発令判断における市町村アンケート結果から、主要都市から得られた市町村が求める情報として、「科学的」、「客観的」、「俯瞰的」、「叙事的」、「定量的」、「即時的」、「演繹的」、「網羅的」といったキーワードで特徴づけることができると考えられる。

市町村は、住民を災害から保護するため避難情報の発令を行う。避難情報の発令を適切に行うべく判断基準が設けられてきた。その情報特性は、基準に使用されるという意味において、総じて「正確性」（広辞苑によれば確実さの程度という意）のあるものに一致するのではないだろうか。市町村の情報要求は、いわゆる、社会的要請というかたちで、科学技術の進展に伴うこれまでの避難情報の高度化と軌を一にしてきたと考えられる。

（3）呼びかけに求められる情報特性としての「説得性」

第 5 章の消防本部を対象としたインタビュー調査の結果から、「呼びかけ」の主体のひとつである消防機関が求める情報として、「経験的」、「主観的」、「個別的」、「叙述的」、「具体的」、「視覚的」、「帰納的」、「比喩的」というキーワードで特徴づけることができると考えられる。

消防機関は、住民を災害から直接的に保護することが役割になる。市町村と消防機関が共通目標としている「住民避難」は、消防機関にとって「活動目標」そのものになり、住民には危機感を自分事として受け止めてもらう必要がある。警戒広報において「呼びかけ」を行い住民になんとかして避難行動へとつなげてもらいたい。したがって、消防機関の「呼びかけ」の特性として、総じて「説得性」[7] のあるものに一致すると考えられる。

（4）避難情報に求められる「正確性」と「説得性」の２つの特性

避難情報に求められる特性は、市町村にみられた「正確性」のあるものと、消防機関にみられた「説得性」のあるものという 2 分類が示唆された。**表-6** は、避難情報の特性における検証に基づいた情報の性質と調査で確認された主な情報源をまとめたもので、本稿において仮説的に整理したものである。

「正確性」という情報特性に基づけば、防災気象情報、川の水位情報、浸水想定区域等があり、これらは、市町村が避難情報の発令を適時適切に行うために基準や判断材料として使用されてきたものとして、これまで高度化が行われてきたものと一致しているといえるだろう。

「説得性」という情報特性に基づけば、避難情報、川の水位情報、河川カメラ等があり、消防機関において活用されている情報が該当する。ここで、一見すると、正確性のある情報が求められているという見方もできるが、ここで留意すべきは、高度化が進んだ専門的な内容を含む「正確性」のある情報を、消防機関は住民に態度を変容してもらうために「説得性」を持たせた内容へと変換（A 氏の言う「住民との溝を埋める」作業）させているのではないだろうか。

一例として、「水位予測」をみてみる。市町村は「避難判断基準と照合するため」水位の情報を必要とする。他方で、消防機関は「安全かつ説得性をもって避難を促すため」に必要となる。そのため、市町村は「いつ発令するか」に関心があり、その判断の多くは個別よりも全体を俯瞰し、確度の高い情報を求めている。消防機関は「住民にどう逃げてもらうか」に関心があり、すでに整備された生成情報を主観に落とし込んでいくと考えられる。いわゆる、住民へ説明するために既存の避難情報を説得力あるものへと変換したのちに活用していることになる。

つまり、高度化された情報が避難のきっかけとして直感的に住民へ届かないのは、この説得性ある内容へと変換する部分に要因があると考えられる。阪本ほか(2021)はその点について、「科学技術に基づく避難情報が、身近な情報となっていない人」がいることを指摘し、「情報の理解を深める『場』を行政・専門家と住民とが協働して形成」する方策を提案している。そのため、消防機関は、水位予測を当該箇所に存在している危機の説明用として使用すると考えられる。したがって、「水位予測」という同じ表現だとしても、市町村と消防機関ではまったく異なった情報特性を求めているということが考えられる。

7．まとめ

避難のきっかけとして「呼びかけ」が避難に結びつい

ている事実が相当程度あることがこれまでの研究からわかってきた。避難率を高め、立ち退き避難に有効というものである。他方で、住民へ直接「呼びかけ」を行う主体に着目した研究は行われていなかった。「呼びかけ」を行う者にとって求められる情報の高度化は、現実には進んでこなかったと考えられる。

本稿では、避難情報の発令と「呼びかけ」との間において、判断材料としている情報の特性にみられる差異を明らかにすることを目的に、市町村と消防機関に着目し、求められる避難情報の性質を検証した。避難情報の発令には「正確性」があるもの、そして、「呼びかけ」には「説得性」があるものという 2 つの特性が示唆された。避難情報は、避難行動を促進させるためのコミュニケーションであり、したがってそこには説得コミュニケーションの側面がある（中村，2021）との考えもあり、本研究の結果を支持しているのではないだろうか。

これまでの避難情報の高度化の背景として、“見逃し・空振りを避けたい”という市町村の心理的な背景も絡んでいることは推察できる。避難情報の発令の有無が、後になって問われることがしばしば起こっているからだ。そのため、避難情報を発令することによって、避難の有無の責任を住民に転嫁することができる。その意味においても、社会的な要請という点から正確性のある情報を求めてきたといえるのかもしれない。

その一方で消防機関は、「正確性」のある情報を使用し、「説得性」あるものへと変換する役割を担っている可能性が指摘できた。そして、「正確性」を向上させるために科学技術が発達してきたものの、「説得性」については現場任せになっており、それゆえに「呼びかけ」を行う者にとって変換の必要性がこれまで増大してき可能性がある。

本研究では「呼びかけ」に関してその緒に就いた段階であり、**図-1** で示すように「呼びかけ」を行う主体はさまざまであることから、普遍的な特性にまで踏み込んで論ずるためには今後さらに研究を発展させていく必要がある。本研究では、避難情報と「呼びかけ」に必要な情報にみられる差異を検証したが、どういった情報が説得性のある情報なのか、さらに研究する必要がある。加えて、説得性のある情報をどう提供するかといった研究も重要である。

謝辞：本研究で用いたデータは、国立研究開発法人防災科学技術研究所が公募した「災害レジリエンス向上のための社会的期待発見研究（令和 3 年度）」の採択課題「CPS4D 情報プロダクツを利活用した災害発生切迫時の意思決定支援の検証」（研究代表者・永田尚三（関西大学社会安全学部の教授）共同研究者・花島誠人（防災科学技術研究所災害動態研究室室長）の成果を利用している。アンケート調査では、政令指定都市および中核市の防災・危機管理部局に、インタビュー調査では、熊本県人吉市の深江政友地域防災官、人吉下球磨消防組合消防本部のご協力を賜った。ここに記して謝意を表する次第である。本稿の分析手法や主張は、利用した研究成果から全面的に改定を行ったものであり、その責は筆者らに帰属することを申し添える。

補注

1) 気象庁は、防災気象情報を「『注意報』、『警報』、さらに、『特別警報』を発表して注意や警戒を呼びかけます。」と解説するとともに、「警報や注意報に先立って現象を予告し、注意を呼びかける」役割があると説明している。
2) 人吉下球磨消防組合消防本部は、構成市町村が熊本県人吉市、錦町、相良村、五木村、山江村、球磨村の 1 市 1 町 4 村とする広域消防である。そのため、**表-2** においては、警報等の発令内容に対してその対象に該当する市町村の記載が含まれている。
3) 緊急消防援助隊の応援等の要請等に関する要綱（消防広第 35 号，平成 31 年 3 月 8 日）の別紙 1 によると、被災地の属する都道府県の知事は、大規模災害又は特殊災害が発生し、災害の状況及び当該都道府県内の消防力を考慮して緊急消防援助隊の応援等が必要な非常事態であると判断した場合は、長官に対して、緊急消防援助隊の応援等の要請を行うとしている。
4) 人吉下球磨消防組合消防本部（熊本県）は、令和 2 年 7 月豪雨における災害対応について、「令和 2 年 7 月豪雨活動記録誌～Firefighting Activities Record～」として詳細に取りまとめ発刊した（令和 3 年 4 月発刊）。
5) 熊本県は、「令和 2 年 7 月豪雨における災害対応の振り返り」として活動内容を詳細に整備し、ホームページ上において発表した（2021 年 7 月 9 日確認）。本稿の執筆時には、「コロナ禍に発生した災害対応 令和 2 年 7 月豪雨―熊本県はいかに動いたか」（ぎょうせい，2021 年 12 月）として出版されている。
6) 発災 12 日後、朝日新聞デジタルが報じた。発災当時、「『運ばれた水蒸気を水に換算すると毎秒約 40 万立方メートル。アマゾン川の約 2 倍に相当する大気の川だ』とし、『筑波大の釜江陽一助教（気象学）は気象庁の水蒸気データから、熊本県の球磨川が氾濫（はんらん）した 4 日午前 3 時ごろ、日本上空に長さ 3 千キロ、幅 600 キロにわたる帯状の大気の流れができていたと分析した。』」という内容を質問者はインタビュー対象者に提示した，https://www.asahi.com/articles/ASN7H7F6MN7CULBJ003.html（2020 年 7 月 16 日確認）.
7) 「説得」を土田（1989）は、「特に言語によって他者の態度を特定の方向に変容させようとする試み」と説明している。

参照文献

淺田純作・片田敏孝・及川康（2000），平成 10 年 8 月末郡山水害における住民の災害情報取得に関する実態分析，水工学論文集，44 巻，307-312.
入江さやか（2018），平成 29 年 7 月九州北部豪雨 防災･減災情

報は避難に結びついたか？，被災地住民の防災情報認知と避難行動調査から，放送研究と調査，68(11)，2-27.
入江さやか（2020），令和元年台風 19 号における住民の防災情報認知と避難行動調査報告① 長野･千曲川決壊 住民の「8 割避難」を可能にしたものは何か?，放送研究と調査，70(8)，18-34.
柿本竜治・山田文彦（2013），地域コミュニティと水害時の避難促進要因－平成 24 年 7 月九州北部豪雨時の熊本市龍田地区の避難行動実態調査に基づいて－，都市計画論文集，48 巻 3 号，945-950.
柿本竜治・吉田護（2020），防護動機理論に状況認識の失敗を考慮した豪雨時の避難行動分析の提案，都市計画論文集，55 巻 3 号，843-850.
金井昌信・片田敏孝（2010），住民避難を誘発する社会対応の検討－2010 チリ地震津波の避難実態から－，日本災害情報学会第 12 回研究発表大会予稿集，183-188.
片田敏孝・児玉真・淺田純作（2001），東海豪雨災害における住民の情報取得と避難行動に関する研究，土木学会河川技術論文集，7 巻，155-160.
片田敏孝・児玉真・淺田純作・及川康・荒畑元就（2002），東海豪雨災害を事例にした避難に関わる意思決定の状況依存性に関する研究，土木学会水工学論文集，46 巻，319-324.
河田惠昭・河野哲彦・城下英行・後藤隆一（2005），南海地震津波に対する避難トリガーに特化した地域防災力向上に資する研究，海岸工学会論文集，52 巻，土木学会，1261-1265.
小林まおりほか（2018），避難呼びかけ音声の心理的評価，日本音響学会誌，74 巻 12 号，633-640.
近藤誠司（2023），防災コラム 特別編，住民への効果的な情報発信について考える，関西ラジオワイド，NHK 大阪，（2023 年 6 月 23 日放送）.
近藤誠司・矢守克也・奥村与志弘（2011），メディア・イベントとしての 2010 年チリ地震津波～NHK テレビの災害報道を題材にした一考察～，災害情報，9 巻，67.
阪本真由美・松多信尚・廣井悠・小山真紀（2021），豪雨災害における住民の避難トリガーに関する考察－平成 30 年 7 月西日本豪雨における住民調査より，自然災害科学 39(4)，454，455.
髙木朗義・杉浦聡志・森啓明・岩田秀樹（2019），平成 30 年 7 月豪雨災害における住民避難行動分析-岐阜県を事例に-，日本自然災害科学，Journal of Japan Society for Natural Disaster Science，38 巻 特別号，133-151.
田中皓介・梅本通孝・糸井川栄一（2016），既往研究成果の系統的レビューに基づく大雨災害時の住民避難の阻害要因の体系的整理，地域安全学会論文集，No.29，185-195.
土田昭司（1989），説得の過程，大坊郁夫，安藤清志，池田謙一編，社会心理学パースペクティブ，誠信書房，235-271.
中央防災会議・防災対策実行会議（2018），「平成 30 年 7 月豪雨による水害・土砂災害からの避難に関するワーキンググループ」，平成 30 年 7 月豪雨を踏まえた水害・土砂災害からの避難のあり方について（報告），参考資料 3，https://www.bousai.go.jp/fusuigai/suigai_dosyaworking/pdf/sankosiryo3.pdf（2023 年 5 月 1 日確認）.
中村功（2021），災害情報と避難：その理論と実際，晃洋書房.
広島市（2018），平成 30 年 7 月豪雨災害における避難対策等の検証とその充実に向けた提言，https://www.city.hiroshima.lg.jp/uploaded/attachment/54796.pdf（2023 年 6 月 1 日確認）.
福本晋悟・近藤誠司（2022），東日本大震災以降の津波避難アナウンスメントに関する考察―津波避難経験者のデプスインタビュー調査から―，日本災害情報学会誌，災害情報 No.20-1，197-207.
村上ひとみ・厚朴史桜梨 （2019），2018 年西日本豪雨による倉敷市真備町の洪水避難と地理的要因-川辺・有井地区の住民アンケート分析，地域安全学会論文集，No.35，153-162.
諸岡良優・郷津勝之・寺井しおり・布村明彦・山田正（2016），平成 27 年 9 月関東・東北豪雨災害時における住民の情報取得状況及び避難行動の実態調査，河川技術論文集，22 巻，345-350.
安本真也・横田崇・牛山素行・石黒聡士・関谷直也 （2020），平成 30 年 7 月豪雨における西予市での住民の避難行動と避難の意思決定構造，Journal of Japan Society for Natural Disaster Science，39 巻 特別号，71-85.
矢守克也・竹之内健介・加納靖之（2018），避難のためのマイスイッチ・地域スイッチ，2017 年九州北部豪雨災害調査報告書，京都大学防災研究所，100.

（原稿受付 2023.06.30）
（登載決定 2024.01.26）

"Accuracy" and "Persuasiveness" expected of Evacuation Information - Based on a Questionnaire Survey of Municipalities and Interviews with Hitoyoshi Shimokuma Fire Department in Kumamoto Prefecture-

Hideaki SHOJI[1]・Shingo NAGAMATSU[2・3]

[1]Graduate school of Societal Safety Sciences, Kansai University（k159611@kansai-u.ac.jp）
[2]Faculty of Societal Safety Sciences, Kansai University（nagamatu@kansai-u.ac.jp）
[3]Disaster Resilience Research Division, National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience（nagamatu@bosai.go.jp）

ABSTRACT

This paper identifies two characteristics expected of evacuation information. Residents make decisions necessary for evacuation from various information sources. Past studies have shown that not only evacuation information released by municipalities, but also calls for evacuation are very effective in triggering evacuation. We investigated the characteristics of information required by municipalities, which are the entities that issue evacuation information, and fire departments, which are the organizations that call for evacuation. The results suggest that the characteristics of the information required differ depending on the organization.

First, municipalities were considered to require "accurate" information such as comprehensive and immediate information based on scientific, objective, and quantitative information to grasp the situation from a bird's eye view in order to issue evacuation information.

Second, firefighters were considered to be seeking "persuasiveness" information such as individual, specific, visual, figurative, and descriptive information in their "call for action" while also using it to make judgments based on their experience.

Third, municipalities and fire departments have a common goal of evacuating residents. For firefighters who call for evacuation, this is the activity goal itself, but for municipalities, the goal of issuing evacuation information exists before that. It was suggested that this difference in activity goals may be a factor related to differences in the characteristics of evacuation information.

Keywords *: Accuracy , Persuasiveness, Evacuation Information, Call for Evacuation, Floods*

学会誌編集委員会関連規定及び投稿に関する規程

１　学会誌編集委員会運営細則

（通則）

第１条　本運営細則は、日本災害情報学会運営規程（以下、「学会運営規程」という）第１２条（５）及び第13条（５）に規定された学会誌編集委員会の運営について、学会運営規程第22条第１項に基づく運営細則として定められたものである。学会誌編集委員会の運営については、学会運営規程第14条から第16条及び第22条によるほか、この細則によるものとする。

（組織及び構成）

第２条　本委員会には、委員長（１名）、副委員長（１名）および幹事（若干名）を置き、委員長、副委員長及び幹事を含め委員は１５名程度とする。

２　委員長は、正会員より会長が指名し、理事会の承認を得る。

３　副委員長、幹事、委員は、委員長が正会員より指名し、理事会の承認を得る。

４　本委員会に事務局長の出席を求めることができる。

（所掌事務）

第３条　本委員会の所掌事務は、会則第４条の趣旨に則り災害情報に関する論文、調査報告、事例紹介等の発表の場として学会誌「災害情報」を編集・刊行し、災害情報研究の向上と発展に資するとともに、広く災害情報の社会的重要性を喚起することである。

(小委員会の設置)

第４条　学会誌の編集・刊行に関連する事項を協議するために、本委員会に小委員会を設置することができる。

(本運営細則等の改廃)

第５条　本委員会の運営を円滑に行うために定める内規等を除き、本運営細則及び本委員会の所掌事務に係る規則等の改廃は、本委員会の議を経て理事会の承認を得なければならない。

付　則

本運営細則は、平成14年9月1日から施行する。

本運営細則の改正は、平成25年10月27日から施行する。

本運営細則の改正は、平成26年10月26日から施行する。

２　投稿規定

１．論文

論文の内容は、防災・災害情報に新たな貢献が期待できるもので、結論の導出過程が適切であるものとする。なお防災および災害情報に新たな貢献ができるものであれば、従来の学術論文の体裁にとらわれず、下記の内容に該当するものも論文の対象とする。

・災害情報に関する理論的・実証的な研究成果で，対象の開拓，新しい点・手法の導入，従来手法の統合化などによって明確な結論を得たオリジナリティの高いもの。

・災害情報に関する理論的・実証的な研究成果で，有用な結果を得たもの。

・調査報告（災害情報に関わる調査結果を，客観的に報告したもの）

・事例紹介（災害情報に関わる様々な取り組み，事例について紹介したもの）

２．投稿者

投稿は本会会員に限る。ただし，本会の依頼した原稿の場合はその限りではない。

３．投稿

(1)投稿原稿は，原則として他雑誌において未発表でかつ査読中にないものとする．

(2)会員は投稿規定に基づき、投稿原稿（和文および英文の要約を含む）のコピー３部および電子記録媒体（ＣＤ等）に，必要事項を記入した申し込みフォーマットを添えて本会編集委員会宛に提出する。また、メールで学会宛に論文を送付する。

(3)投稿原稿は随時受け付け，学会誌刊行予定日の６ヶ月前に締め切り，編集作業を開始する．

４．投稿原稿の区分

論文は、査読論文、特集論文、報告（調査団報告など）からなる。

５．査読及び編集

(1)投稿原稿は，編集委員会の定める編集規定に従って，掲載の可否を決定する。

(2)初校校正は著者が自らの責任で行う。なお，校正は誤字・脱字等の編集にかかわる修正のみとし，内容にかかわる変更は再査読の対象とする。

(3)カラーページの印刷には対応しない。

(4)掲載著作物の別刷り印刷には対応しない。

６．著作権

本学会はその学会誌の編集著作権を持つ．本学会誌掲載の著作物の著作権は当該著者がもつ．なお著者が自らの用途のために本学会誌掲載論文の掲載論文等を他の著作物（主として書籍など）に転載する場合にはその旨を著作物に明記することとする．

３　編集規程

１．査読

⑴編集委員会は、各投稿原稿について、学会員の中から論文については３名の査読員を選び、別紙書式により査読を依頼する。ただし、必要に応じて学会員以外に査読を依頼することができる。

⑵査読結果は、下記の評価区分で表記する。

Ａ－－－掲載可

Ｂ－－－部分的な修正をすれば掲載可

Ｃ－－－大幅な修正をすれば掲載の可能性がある

Ｄ－－－掲載不可

⑶審査はシングルブラインドで行う。投稿論文の採否は編集委員会で決定する。必要に応じて原稿の一部改正、訂正または削除を求めることもある。

⑷編集委員からの所定回数の督促にもかかわらず、査読員が査読結果を提出しない場合には、編集委員会は査読員を変更することができる。

⑸査読結果が相違した場合については、編集委員会で検討する。また、その措置にあたって、編集委員会は査読員から意見を求めることができる。

２．原稿修正

⑴査読が終了次第、編集委員会は査読結果に基づいて、掲載の可否、査読員のコメントおよび原稿修正期間の指示等を投稿者に通知する。

⑵原稿修正期間については、１ヶ月を標準とする。

⑶修正原稿掲載の可否は、原則として、編集委員会が最終判定する。

⑷編集委員会は最終判定終了次第、前条に従って、投稿者に結果を通知する。

３．依頼原稿等

⑴依頼原稿は本会の編集委員会が依頼した原稿であり，投稿規定に準ずるものとする。

⑵学会大会における会長講演・記念講演等および学会が行うシンポジウム・講演会等の報告は、これを掲載することができる。

⑶依頼原稿，シンポジウム報告等の掲載可否は、編集委員会が判定する。

４．編集委員

編集委員は、編集委員会の会議に出席し、編集および審査に関する事項を審議し、次の編集の実務を行う。

⑴学会誌各号の目次の決定

⑵特集の企画、依頼

⑶学会活動報告の編集

⑷編集後記の執筆

⑸投稿原稿の審査に関する諸措置

⑹編集委員会規程、同施行細則および編集規程・投稿規定・執筆要領の点検と改正

⑺その他

４　執筆要領

１．　言語

投稿原稿は和文に限る。

２．　原稿の形式と分量

論文の分量は 20,000 字以内（10 頁以内）とする。分量計算はすべて文字数を単位とする。文字数には題名、著者名、所属、和文要約、図表、注、参考文献すべてを含む。英文要約は含めない。図表の文字数は面積相当とする。編集委員会が指定した場合はこの限りではない。

３．　所属

所属は原則１箇所のみ記載する。掲載時の所属が投稿時の所属と変わった場合、投稿時の所属のみを記載する。著者の肩書きは記載しない。

４．　要約、キーワード

論文は、題名、著者名、所属、メールアドレス、英文タイトル、英文著者名、所属、英文要約、英文キーワードを添付すること。

⑴ 表題紙には、題名の全文、著者名、所属のみを記す。

⑵ 和文要約は、600 字以内のものを本文の前に添付する。

⑶ 英文要約は、130 ワード以内のものを本文の後に添付する。

⑷ キーワードは日本語・英語各５語以内で、要約の後に各々記載する。

５．　原稿フォーマット

原稿作成にあたっては、学会ホームページにある投稿論文フォーマットを用いること。

MS 明朝 10pt、英数字は Times New Roman10pt、25

文字（字送り 9.25pt）、50 行（行送り 14.25pt）で作成し、余白上 20mm、下 25mm、左 20mm、右 20mm、ヘッダー10mm、フッター10mm、奇数/偶数ページ別指定で作成し、ヘッダーに論文種別を、頁番号をセンタリングで記載する。

6． 原稿の書式

(1) 題名　題名は 20pt、センタリングすること。

(2) 氏名　氏名はスペースを空けない

(3) 本文　本文は MS 明朝 10pt、英数字は Times New Roman10pt を用いてください。「(　)」は原則、全角を用いる。

(4) 章題、節題、表題、図題　原則 MS ゴシック 10pt を用いてください。

(5) 題名　副題の前後には「―（ダッシュ）」をつける「～（波型）」「‐（ハイフン）」「－（マイナス）」は用いないこと

(6) 図表　図表は鮮明なものを用いること。図表はそれぞれ 1 から順に番号を打ち、本文中の該当箇所で引用すること。写真は図として掲載する。著作権者の了解を得ることなく、他者の図版を転用してはならない。

(7) 段組　原稿はA 4 版の用紙を使って、25 字×50 行の 2 段組で印字する。

(8) 注釈　注と文献リストを別々にする。注は、本文中の該当箇所の右肩に上付き文字で1)から順に番号を打ち、注自体は本文の後にまとめて記載すること。文献・資料類は基本、参照文献に記載すること。注釈に記載しても参照文献に記載すること

(9) 挙示　参考文献の本文における挙示は、著者名（発行年）または（著者名，発行年）、もしくは著者名（発行年：ページ数）または、（著者名，発行年：ページ数）とする。

本文中での文献の引用は，以下を参考にする。

（ア）‥‥‥例えば阿部（1991）のように，

（イ）‥‥‥これらの研究（Abe et al., 1987a ; Abe et al., 1987b ; 廣井，1999）によれば、、、。

(10) 文献　参照文献は、著者名（発行年）題名，出版社（欧文の場合はその前に出版社 所在地 都市名を併記）の順に記載すること。性と名の間はあけないこと。論文の引用としての「　」、文献の引用としての『　』は用いないこと。欧文の書名はイタリック体にすること。著者が複数いる場合には、「・（中点）」でつなげる。参照文献において著者名は省略しない（本文ではこの限りではない）。参照文献リストは、アルファベット順もしくは 50 音順で記載。同一著者のものは発表年代順に並べる。

(11) ホームページ　参照したホームページは、原則参考文献に記載し、著者（ホームページの所有者等）、タイトル（参照年月日：〇〇〇〇年〇月〇日）と URL を明記する。URL のハイパーリンク（下線）は外すこと。リンク切れの場合は「入手先 URL（現在参照不可）」と記入する。サイトがリンク切れとなった場合でも，読者・差読者からの質問に対応できるよう，当該画面が保存されているものであること。

(12) オンラインジャーナル、ネット上の論文　原則文献の記述方法を行った後に、URL を記載する。URL の下線は外すこと。参照年月日は不要。

日本災害情報学会誌　災害情報

学会誌編集委員会

委員長	金井　昌信
副委員長	廣井　悠
幹　事	阪本真由美
幹　事	佐藤　翔輔
委　員	青木　元
委　員	板宮　朋基
委　員	牛山　素行
委　員	臼田裕一郎
委　員	及川　康
委　員	越山　健治
委　員	小林　秀行
委　員	小山　真紀
委　員	城下　英行
委　員	関谷　直也
委　員	谷口　綾子
委　員	秦　康範
委　員	本間　基寛

本誌の無断複写を禁じます。
複写される場合は、事前に下記事務局の許諾を得てください。

災害情報　　№22-1　Jan.2023

編集　日本災害情報学会　学会誌編集委員会

発行　日本災害情報学会事務局

〒162-0825　東京都新宿区神楽坂 2-12-1-205

TEL ： 03-3268-2400 / FAX ： 03-5227-6862

E-mail ： tokio@jasdis.gr.jp

２０２４年１月発行