

事後対策型防災杖「用心棒」の開発

和歌山工業高等専門学校環境都市工学科 准教授 横田恭平

1. はじめに

日本は地理的・地質的条件から、自然災害の発生リスクが極めて高い国である。四方を海に囲まれ、国土の多くを山岳地帯が占め、河川も急勾配であることから、洪水や土砂災害の危険性が常に存在している。また、日本列島には多数の活断層やプレート境界が分布しており、全国各地で地震が発生する可能性がある。特に、今後 30 年以内に南海トラフ巨大地震や首都直下地震が発生する確率は約 70%とされており、甚大な被害が想定されている。さらに、気候変動の影響により台風や豪雨の激甚化・頻発化が進み、毎年のように全国各地で大規模な水害が発生している¹⁾。これらの状況を踏まえると、防災・減災対策を強化していく必要がある。

このように自然災害の発生頻度が高い国であるにもかかわらず、日本では防災および減災に対する意識が十分に高いとは言えない状況が見受けられる。内閣府が令和 4 年 9 月 1 日から 10 月 9 日に実施した「防災に関する世論調査」によると、防災意識の不足を示す結果が明らかになっている²⁾。調査項目の一つである「自然災害への対処などを家族や身近な人と話し合ったことの有無」については、1,791 人中 36.9% (約 660 人) が「話し合ったことがない」と回答している。その理由としては、「話し合うきっかけがなかったから」が 58.1%、「災害が起きても家族や身近な人とすぐに連絡が取れると思うから」が 20.3%、「話し合う時間がなかったから」が 18.0%と、多くの割合を占めていた (複数回答、割合合計 136.2%)。また、「防災訓練への参加または見学の有無」については、37.5% (約 670 人) が参加・見学をしたことがないと回答している。その理由として、「具体的な日時・場所、申し込み方法がわからないから」が 38.3%、「時間がなかったから」が 29.2%、「特に理由はない」が 21.9%、「関心や興味がなかったから」が 15.6%であった (複数回答、割合合計 129.5%)。これらの結果から、約 4 割の人々が防災に対して十分な意識を持っていないことがうかがえる。

近年、日本国内では日本人観光客および外国人観光客が年々増加している。その一方で、日常生活においても防災意識が十分でない中、観光先で防災について意識してもらうことは非常に困難である³⁾。実際に、観光客を対象としたアンケート調査では、8 割以上の観光客が観光地における避難場所の知識を有していないと回答している (図-1)。また、「観光地で被災するリスクを考えたことがあるか」という質問に対しても、約 7 割の観光客が「考えたことがない」と回答している (図-2)。和歌山県白浜町で実施さ

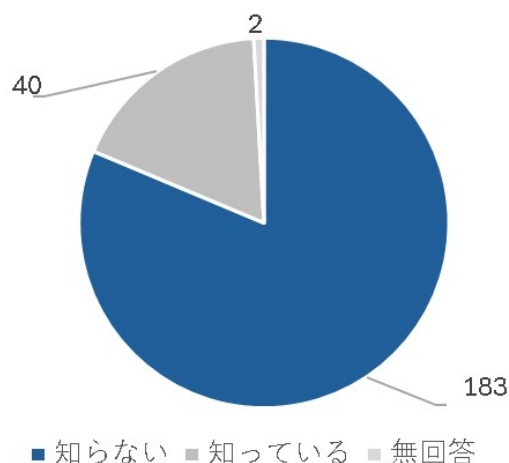


図-1 観光客の避難場所の認識に関する結果[人]

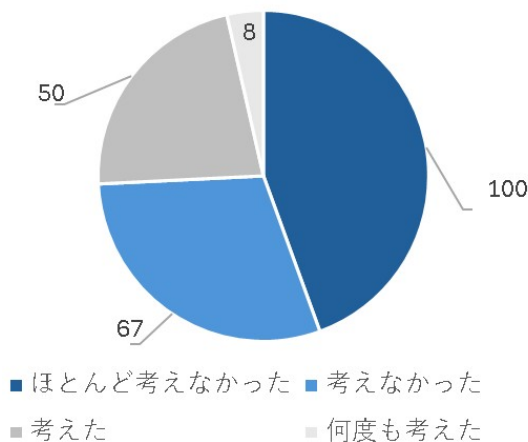


図-2 観光客の被災リスクの認識に関する結果[人]

れたテレビの街頭インタビューにおいても、避難場所を知らないという意見が多く見られた。このような観光客は、観光中に被災した場合、土地勘がないため避難すべき場所が分からない、その土地特有の災害特性に関する知識が乏しいなどの理由から、被害が拡大する可能性が高いと考えられる。したがって、観光客にも直感的に理解できる避難方法を提示することが重要である。白浜町では 2015 年から観光客を対象とした防災対策として、観光客も参加可能な避難訓練を実施している⁴⁾。しかし、この避難訓練は毎日実施されるものではなく、日々異なる多くの観光客が訪れる観光地においては、十分な効果を発揮しているとは言い難い。また、避難訓練参加者への調査によると、参加者の約半数が「避難看板から避難場所までのルートがすぐに分からなかった」と回答している。このことから、訓練そのものだけでなく、実際の避難誘導方法にも課題が残されていることが分かる。以上より、観光地には「観光客が避難場所を知らないこと」と「土地勘のない不特定多数の観光客に対する防災対策の難しさ」という二つの大きな課題が存在している。毎日異なる不特定多数の人々が訪れる観光地の特性上、事前にすべての観光客

に避難場所を周知することは極めて困難である。そのため、防災教育などの事前対策も重要である一方で、災害発生時に迅速かつ正確に、分かりやすく観光客を避難場所へ誘導する「事後対策型」の防災設備を整備する方が有用であると考えられる。「事後対策型」とは、避難訓練やハザードマップといった、事前に避難場所を把握させる「事前対策型」とは異なり、災害発生直後に避難場所を提示し、そこまで案内する新しい防災の考え方である。私たちは通学、通勤、旅行などさまざまな理由で日常的に移動しており、その移動中に災害に遭遇する可能性は十分にある。避難場所を把握していない場所で被災した場合、事前対策型のみでは対応が困難である。一方、事後対策型防災は、事前の知識を必要とせず、場所を問わず対応できる点で有効であり、特に観光地において高い効果を発揮すると考えられる。さらに、少子高齢化が進む現代社会においては、高齢者が多く、避難場所を記憶してもらうこと自体が難しい状況にある。避難場所を覚える必要のない事後対策型防災は、こうした社会背景にも適した、新しい防災の形であると言える。

このような課題を踏まえ、災害発生直後に利用者を速やかに避難場所へ案内する「事後対策型」の支援システムが必要であると考えた。そこで本研究では、避難時に携行することが推奨されている杖と防災アプリを融合させた、事後対策型防災杖「用心棒」の開発を目的とする。



図-3 AR ナビ試作品

2. 検証方法の概要

本研究で作成した「用心棒」は、主に 4 つの機能を有しており、そのうちのひとつとして避難場所を示す AR ナビを搭載している。本研究では、この AR ナビの改良を行い、実地検証、防災イベント参加者へのヒアリングおよびアンケート調査を実施した。これらを通じて、改良版 AR ナビを組み込んだ「用心棒」の有効性を検証し、実用性について総合的に評価した。

2-1. AR ナビの改良方法について

試作品では、緑色の矢印を配置し、あらかじめ設定したルートに基づいて避難場所へ使用者を案内する AR ナビ（図-3）を作成した。本試作品は、災害発生時に使用者を安全な場所へ迅速に誘導することを目

的として設計したものである。しかし、白浜町役場の防災担当者などから助言を受ける中で、いくつかの課題が指摘された。具体的には、災害発生時には事前に想定した避難経路が必ずしも安全であるとは限らず、AR ナビが示す経路が常に最適な避難経路になるとは言えない点である。また、災害の発生状況や被害の進行を事前に正確に予測し、それらに完全に対応した避難誘導システムを構築することは極めて困難であるとの指摘も受けた。これらの指摘を踏まえ、当初の研究目的について再検討を行った。その結果、本研究の本質的な目的は、避難経路を厳密に誘導することそのものではなく、土地勘のない観光客に対して、避難場所の存在や位置といった基礎的な避難知識を提供することにあると整理した。すなわち、災害時において「現在地が危険であるかどうか」および「どこに避難すべきか」という最低限の情報を提示するだけでも、避難行動を促す上で一定の効果が期待できると判断した。

以上の考えに基づき、事前に定めた経路を詳細に案内する方式から、避難場所の位置情報を直感的に提示することに重点を置いた新しいARナビゲーションの作製を行った。

2-2. 防災イベント参加者へのヒアリングについて

改良版の「用心棒」について、実際の利用を想定した評価を行うため、イベント参加者へのヒアリングを実施した。ヒアリングは、2025年12月14日に和歌山県御坊市で開催された防災イベントにおいて、来場者に「用心棒」を実際に使用してもらった上で行った。本イベントには、自治体の防災担当者をはじめとする防災関係者が多数参加しており、防災意識の高い参加者から専門的な観点に基づく意見を得ることができた。一方で、本イベントはコンサートと合同で開催されていたため、防災に対して必ずしも高い関心を持たない一般参加者も多く来場していた。このように、防災意識の高低が異なる参加者が混在する環境でヒアリングを行うことにより、防災に関心のある層とそうでない層の双方から意見を収集することができた。これにより、「用心棒」が幅広い利用者にどのように受け取られるか把握した。

2-3. アンケート調査について

観光地における防災意識の実態および、本研究で提案する防災支援機構に対する利用意向を把握するため、アンケート調査を実施した。調査は、オンライン形式および街頭形式の二種類で行った。オンライン形式では、アンケート回答用のフォームを作成し、そのURLをQRコードとして配布した。

表-1 アンケート調査質問内容

Q1	あなたの年代は？
Q2	今何をしていましたか？（通学、通勤、仕事、買い物、観光など）
Q3	これまでに自然災害の被害を経験したことがありますか？
Q4	被災するかもしれないという被災リスクについて考えていますか
Q5	もし、今災害が発生した場合、避難する場所が分かりますか？（出先）
Q6	自宅周辺の避難場所は分かりますか？
Q7	災害に対してなにか備えていることはありますか？
Q8	「レンタルスクーター」などのレンタルサービスを利用したことはありますか？
Q9	レンタルできる折りたたみ椅子があれば使用したいですか？（観光地や通勤中などで、列に並ぶ時や、休憩したい時などに）
Q10	レンタル折りたたみ椅子の利用料金がいくらなら利用しますか？
Q11	レンタルできる椅子がどこにあれば使用したいですか？



図-4 本研究で作成した改良版のARナビの機能について

QRコードはSNSや知人を通じて共有し、回答者がスマートフォンなどの端末から自由に回答できる形式とした。街頭形式では、現地において調査用紙を用い、設問ごとに選択肢ヘシールを貼付する方式で回答を収集した。この方式により、短時間で直感的に回答できるよう配慮した。

アンケートの設問内容は、大きく三つの項目で構成した。第一に、回答者の年代や調査時点での行動内容など、基本的な属性に関する設問を設定した。第二に、過去の自然災害の被災経験の有無、防災や被災リスクに対する意識、災害発生時における避難行動および避難場所の認知状況など、防災意識に関する設問を設定した。具体的な設問内容については、一覧として整理し、表-1に示す。

3. 検証結果

3-1. ARナビの改良・結果

Unityを使用し、Android端末で利用可能な改良版のARナビを作成した。本システムでは、通常モードおよびARモードを備えた避難支援画面を実装した。通常モードでは地図上に避難支援に関する情報を集約して表示し、ARモードではカメラ映像上に避難場所情報を重ねて表示する構成とした(図-4)。地図上には、青色のマーカーを用いて現在位置および端末が向いている方向を表示した。また、避難場所は緑色のピンとして表示し、避難先の位置を直感的に確認できるようにした。画面下部には災害時モード切替ボタンを設け、このボタンを押すことで通常モードから災害時モードへ切り替えられるようにした。災害時モードでは、洪水エリアの表示が有効になる仕様とした(図-5)。洪水エリアは、事前にハザードマップを参考に設定した範囲を赤色で示す方式とし、洪水深の違いは区別せず、一律の危険区域として表示した。現在位置が洪水エリア内にある場合は警告文を表示するとともに警報音を鳴らす仕様とした(図-6)。一方で、洪水エリア外にいる場合は警報音を鳴らさず、「洪水エリア外です」と表示する仕様とした。ARモードでは、画面上部にARカメラ映像、画面下部に地図を表示するレイアウトとした。ARナビのカメラ表示部には、避難場所の方向および距離を示すAR避難場所マーカーを表示することで、スマ

ートフォンを動かすだけで避難場所の方向を直感的に把握できるようにした。さらに、避難場所の名称および現在地からの距離を表示する情報表示機能を実装した。

3-2. AR ナビの実地検証結果

作成した AR ナビについて、実際の観光地環境における動作確認を目的として、和歌山県白浜町、那智勝浦町、石川県金沢市、輪島市、京都府京都市、舞鶴市において実地テストを行った。本節では、和歌山県①白浜町、②那智勝浦町、③石川県金沢市、そして④全体を通しての結果について述べる。

①白浜町での実地テスト結果

白浜町において実地テストを行った結果、全体として大きな問題なく使用できることを確認した。一方で、道路が上下に交差している地点では、避難場所の方向が分かりにくい場面が見られた。また、現地には避難指示を示す看板が電柱などに複数設置されていることを確認した（図-7）。観光地であるにもかかわらず、これらの看板は日本語表記のみであり、外国人観光客への対応としては十分とは言えない状況であった。このことから、外国語にも対応可能な AR 表示の必要性が現地環境から確認された。さらに、設置されている避難指示看板のうち一部について、案内を示す矢印が後から貼り直されているものを確認した（図-7）。

このことから、地域に精通した行政機関においても、後から避難誘導内容の変更が必要となる場合があることが分かり、災害時の状況を事前に完全に想定することの難しさが現地で確認された。

②那智勝浦町での実地テスト結果

那智勝浦町において AR ナビを起動した結果、現地環境下においても支障なく動作し、現在位置および設定した避難場所が正しく表示されることを確認した。また、津波浸水想定地域内にいる状態で災害時モードへ切り替えた場合には、浸水エリアが適切に表示されるとともに、避難場所の方向が示されることを確認した。一方で、AR モード使用時には、スマートフォンの持ち方によって避難場所の表示方向が大き



図-5 通常モード（左）と災害時モード（右）の切り替え



図-6 浸水エリアにいる場合



図-7 重ね張りされた避難看板

く変動する現象が確認された。特に，端末を縦向きに保持した場合には表示が大きくぶれるのに対し，横向きに保持した場合には比較的安定して表示される傾向が見られた。そのため，AR 表示を確認しながら移動することが困難な場面もあった。また，細い道や入り組んだ地形が多い地域では，避難行動自体が容易ではない場面が確認された。実地テストでは勝浦小学校を避難場所として設定したが，避難場所の出入口が限定されているため，AR ナビが示す方向と実際に進入可能な経路が一致しない状況が発生した。その結果，設定した避難場所とは異なる位置へ誘導される場面が生じた。ただし，周辺に別の避難場所が存在していたため，そちらへ避難する行動を取ることが可能であった。



図-8 Google Map（左）とARナビ（右）のGPS精度の比較

③金沢市での実地テスト結果

金沢市において実地テストを行った結果，ビル群の間や建物に囲まれた環境では GPS 信号が遮断され，AR ナビの使用が困難となる場面が確認された。一方で，ビル群からある程度離れた場所では GPS 信号が安定し，現在位置および避難場所が問題なく表示されることを確認した。

④実地テスト全体を通した確認事項

複数地域において実地テストを実施した結果，現在位置の表示精度については Google Map の GPS 表示と比較しても遜色なく，高い精度で現在位置を示していることを確認した（図-8）。一方で，AR モードでは避難場所の方向を示すことは可能であるものの，高さ方向や立体的な位置関係の把握には制約があり，山道や複雑な地形における避難誘導には限界があることが確認された。また，AR ナビ単体で避難行動を完結させるのではなく，現地に設置されている避難誘導看板などと併用して使用される状況が想定されることが，実地テストを通して明らかとなった。

3-3. 防災イベント参加者へのヒアリング・結果

2025 年 12 月 14 日に和歌山県御坊市で開催された防災イベントでのヒアリングの結果，「使いやすい」「警告音が鳴ることで状況が分かりやすい」「避難場所を確認しながら避難できる点に安心感があ

表-2 ヒアリング結果

好評だった点	改善すべき点
使いやすいし、音が鳴るのがいい。	スマホの充電の消費が激しい。
避難場所を知りながら避難できるのは安心する。	杖の高さが合わない
椅子をレンタルできるのは便利で、利用したい。	年配の方には少し重い
椅子としては軽い。	県が出している防災アプリは使ったことがない。

る」といった肯定的な意見が多く得られた。さらに、通信環境に依存せず、オフライン環境でも使用できる点について評価する意見も得られた。一方で、改善点としては、「スマートフォンの充電消費が大きい」「使用者によっては杖の高さが合わない」「高齢者にとってはやや重く感じられる」といった意見が挙げられた。また、防災アプリの利用経験について尋ねたところ、「自治体が配布している防災アプリを使用したことがない」という回答も見られた。これらのヒアリング結果の詳細については、表-2に示す。

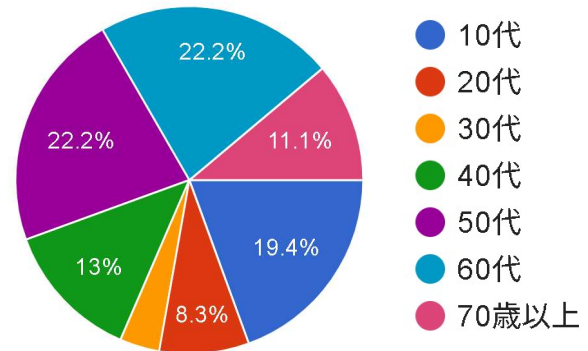


図-9 回答者年齢分布 [%]

3-4. アンケート調査結果

3-4-1. 回答の年齢分布

アンケート調査の回答者は、10代から70代以上まで幅広い年齢層に分布していた（図-9）。特定の年代に偏ることなく、複数の世代から回答を得ることができた。一方で、知人を通じてアンケートを配布した影響により、50代および60代の回答者が比較的多い傾向が見られた。

3-4-2. 自宅周辺と出先での避難場所把握率の差

自宅周辺における避難場所の把握率は74%であったのに対し、出先における避難場所の把握率は52%

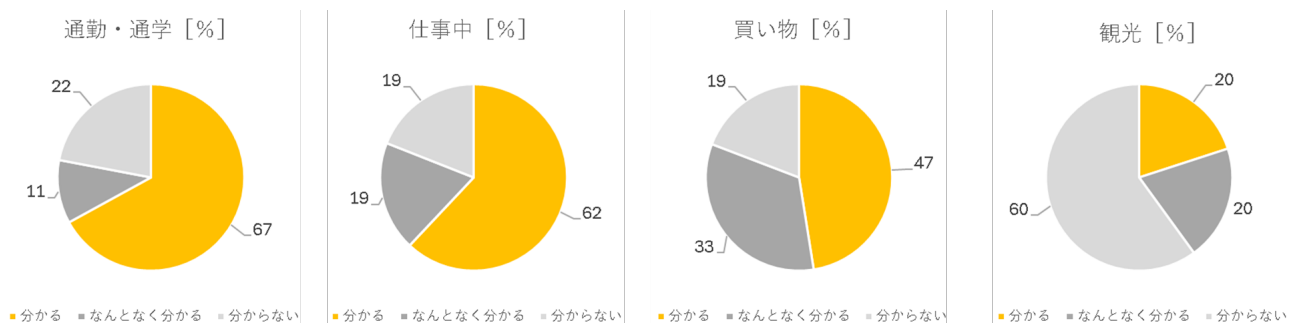
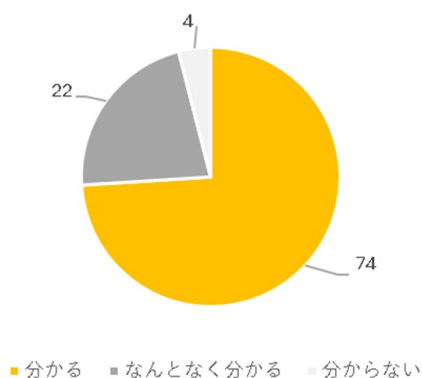


図-10 自宅周辺と出先での避難場所把握率の差

自宅周辺での避難場所の把握率 [%]



出先での避難場所の把握率 [%]

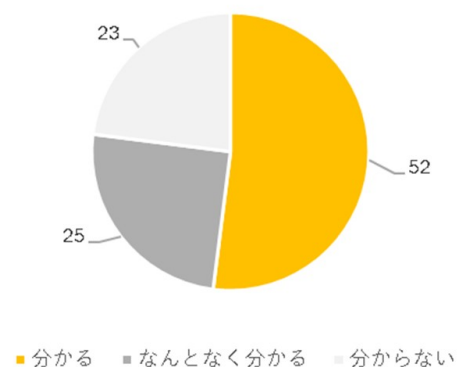


図-11 自行動別の避難場所把握率

となり、18 ポイントの減少が確認された(図-10)。この結果から、出先では避難場所を正確に把握できていない人が約半数にのぼり、災害発生時に避難行動に迷う可能性があることが示唆された。

3-4-3. 行動別の避難場所把握率

行動内容別に避難場所の把握率を比較した結果、通勤・通学中および仕事では、6 割以上の回答者が避難場所を把握していることが明らかとなった(図-11)。一方で、買い物中では「なんとなく分かる」と回答した割合が多く、避難場所を正確に把握できていない層が一定数存在することが示された。特に観光中では、避難場所を把握している割合が著しく低く、行動内容の中でも避難場所把握率が大きく低下する傾向が確認された。

4.まとめ

災害に対する意識が十分に高いとは言えず、観光客も多い現代日本において、従来の防災対策である「事前対策型」の防災のみでは、すべての人に避難場所の知識を事前に周知することは困難である。そこで本研究では、現代社会に適した新しい防災の形として、避難場所の知識を事前に必要としない「事後対策型」の防災対策を提案し、そのモデルケースとして、避難時に携行していくことが推奨されている杖と防災アプリを融合させた事後対策型防災杖「用心棒」の開発を行った。本研究では、特に「用心棒」に付属する AR ナビについて改良を行うとともに、実地検証、防災イベント参加者へのヒアリング、アンケート調査を通じて、その有効性の検証を行った。

アンケート調査の結果から、観光中における避難場所の把握率は、自宅周辺と比較して大きく低下することが明らかとなり、観光客が災害発生時に避難行動で迷う可能性が高いことが確認された。また、実地検証およびヒアリングの結果から、避難場所の方向や距離を直感的に提示する AR ナビは、観光客に対する避難支援として一定の有効性を有することが示された。一方で、地形条件や端末条件によっては使用場面が制限される場合があることも明らかとなった。また、現地調査の結果、観光客にとってハザードマップのみでは避難行動に必要な情報を十分に提供できないことが明らかとなった。事前に観光地のハザードマップを確認して現地を訪れたが、ハザードマップだけでは避難場所の状況や避難経路が分かりにくく、現地に設置されている避難看板についても視認性や理解のしやすさに課題が見られた。このことから、事前知識のない観光客が、災害発生時の混乱した状況下で避難看板のみを頼りに迅速に避難することは困難であると考えられる。

以上の検証結果から、改良版 AR を設置した「用心棒」を用いることにより、災害発生時の避難場所までに誘導に有用である結果となった。

参考文献

- 1) 国土交通省防災減災対策本部. 1. 防災・減災が主流となる社会の必要性. 国土交通省, 2020, <https://www.mlit.go.jp/river/bousai/bousai-gensaihonbu/2kai/pdf/siryou01-2.pdf>, (参照 2026-3-24)
- 2) 内閣府大臣官房政府広報室. 防災に関する世論調査(令和 4 年 9 月調査). 内閣府, 2023, <https://survey.gov-online.go.jp/r04/r04-bousai/>, (参照 2026-3-24)
- 3) 酒井宏平・豊田祐輔・鐘ヶ江秀彦: 観光客の防災意識に影響する要因に関する研究-世界遺産姫路城を事例に-, 歴史都市防災論文集, Vol. 12, 2018.
- 4) 全国町村会 HP, "和歌山県白浜町/災害に強い「観光のまち」を目指して～観光客の生命を守るために～", <https://www.zck.or.jp/site/forum/1328.html>, (参照 2026-3-24)