

商用車プローブデータを用いた物資輸送の実態分析 ～令和 6 年能登半島地震時における珠洲市を事例として～

北脇 敬吾^{*1} 小橋 幸貴^{*2} 坂本 壮^{*1} 伊藤 孝司^{*1}
田中 準二^{*3} 勝亦 崇^{*3} 菅原 清^{*3} 今井 龍一^{*4}
パシフィックコンサルタンツ株式会社 デジタルサービス事業本部 防災事業部^{*1}
パシフィックコンサルタンツ株式会社 デジタルサービス事業本部 情報事業部^{*2}
矢崎総業株式会社 モビリティ事業本部 モビリティ事業企画統括部^{*3}
法政大学 デザイン工学部 都市環境デザイン工学科^{*4}

令和 6 年能登半島地震では、地盤隆起や土砂災害により交通網が深刻な影響を受け、82 日間にわたる過去最大規模の物資輸送（プッシュ型支援）が実施された。本研究では、プッシュ型支援の実態を把握し、災害時の計画策定に活かすため、矢崎総業株式会社の商用車プローブデータの走行軌跡や滞留状況、時間情報をもとに珠洲市をケーススタディとして、平常時と災害時を比較分析した。その結果、災害発生直後の道路被害による物流滞留や、道路啓開後の物資輸送の活性化、避難所や医療機関等多様な拠点への支援物資搬入の実態を把握した。これらの知見は、災害時における柔軟かつ迅速な物資輸送計画の策定に資するものである。

Analysis of the actual situation of material transportation using commercial vehicle probe data - Case study of Suzu City during the 2024 Noto Peninsula Earthquake -

Keigo Kitawaki^{*1} Tomoki Kobashi^{*2} Masashi Sakamoto^{*1} Takashi Ito^{*1}
Junji Tanaka^{*3} Takashi Katsumata^{*3} Kiyoshi Sugawara^{*3} Ryuichi Imai^{*4}
Disaster Prevention Department, Digital Services Division, Pacific Consultants Co., Ltd.^{*1}
Information Business Department, Digital Services Division, Pacific Consultants Co., Ltd.^{*2}
Mobility Business Planning and Coordination Division, Mobility Business Headquarters, Yazaki Corporation^{*3}
Department of Urban and Environmental Design Engineering, Faculty of Engineering and Design, Hosei University^{*4}

The 2024 Noto Peninsula Earthquake severely disrupted transportation due to ground uplift and landslides, prompting Japan's largest-ever push-type logistics operation over 82 days. This study analyzes the actual logistics response using commercial vehicle probe data from Yazaki Corporation, focusing on Suzu City. By comparing normal and disaster periods, we identified post-quake road damage-induced delays, logistics recovery after road clearance, and diverse delivery destinations such as shelters and hospitals. These insights reveal the dynamics of emergency logistics and contribute to flexible and rapid planning for future disaster responses.

Keyword: commercial vehicle probe data, supply transport, Noto peninsula earthquake

1 研究背景

大規模災害発生直後、被災自治体は被害状況の把握に時間を要し、民間の供給能力も大きく低下するため、自治体単独で必要物資を迅速に調達するのは極めて困難となる。このため、国は被災都道府県からの要請を待たず、避難所の被災者支援を中心に物資を輸送する「プッシュ型支援」を導入している。プッシュ型支援では、被災者の生命や生活維持に不可欠な基本 8 品目のほか、避難所の環境整備物資や冷暖房機器、感染症対策用品（マスク・消毒液等）を緊急輸送する¹⁾。令和 6 年能登半島地震では、地震翌日から 82 日間にわたり支援が行われ、食料や備品、衛生用品、衣類に加え、冬季の災害であったことから、プッシュ型支援として初めて灯油・ガソリン等の燃料も提供された。支出額は 27 億 4,500 万円に上り、期間・金額とも過去最大規模となった²⁾。

内閣府のヒアリングでは³⁾、広域拠点への車両集中による渋滞や、市町村拠点での搬入出の遅れ、土砂災害による道路寸断と通行可能道路への交通集中が課題として挙げられている。今後予想される南海トラフ地震でもプッシュ型支援が検討されており⁴⁾、今回の能登半島地震における実態分析と知見の蓄積は今後の物資輸送計画策定に極めて重要である。

そこで、本研究の目的は、災害時における効率的な物資輸送計画の事前策定に資する知見を得ることとする。そのため、発災初期から 1 カ月間の商用車プローブデータを分析し、珠洲市の物資輸送（プッシュ型支援）の実態を明らかにする。

2 既往研究と本研究の位置づけ

プッシュ型支援の実態把握には過去災害事例の調査が有効であり、内閣府の防災情報ページや自治体資料、報道記事などが参考となる。しかし、プッシュ型支援は発災初期に実施されるため、国から県までの輸送内容は把握できても、県や市町村等の被災地における詳細な輸送状況を把握することは困難である。そこで本研究では、災害発生直後でも広範囲かつリアルタイムで車両の移動情報を取得可能なプローブデータを用いて、プッシュ型支援の実態把握を試みる。また、荷卸し車両を特定するための閾値設定が可能かどうかを、プローブデータを用いた分析を通じて明らかにする。

平成から令和にかけて、カーナビや ETC、スマ

ートフォン、交通系 IC カード、経路検索ログなど多様な情報源からプローブデータが収集されている。望月らは⁵⁾、令和 6 年能登半島地震においてスマートフォンプローブデータを用いて、地震前後の道路交通状況をリアルタイムで把握・分析されている。プローブデータは高いリアルタイム性と広域カバー力を持ち、被災地全域の交通状況や通行不能区間、避難行動による交通流の変化を的確に捉えられる。このため、災害発生直後の主要な通行ルートや渋滞・通行止めエリアの特定、避難・救助活動計画への活用が期待される。一方、個別車両の動きは直接モニタリングできず、通信インフラの損壊やデータ収集の偏りでデータ精度が低下する可能性、リアルタイムでのサンプルサイズ情報の一般提供がない点が課題である。さらに、スマートフォンのプローブデータは歩行者や自転車、公共交通機関での移動も含み、過去データ分析では 15 分間隔と精度が低いため、速度低下箇所の特定制が困難である。

早川らは⁶⁾、1 秒ごとのプローブデータを用いて災害発生時の道路交通の実態を時系列・空間的に把握する手法を検討した。どの道路がどのタイミングで通行可能となったか、交通量や渋滞の発生状況を可視化でき、現地調査や行政発表だけでは把握しきれないリアルタイムかつ広域な交通実態の把握が可能となった。これにより支援活動や復旧計画の立案に有用な情報が得られることが示されたが、渋滞や通行止めの原因など詳細な被害状況はプローブデータ単体では特定できず、他情報源との組み合わせが必要である。また、豪雨災害時と通常時の交通状況比較では、2 日間とデータ数が少ないため十分な比較分析とは言い難い。

そこで、本研究では、トラックやバスなどの大型車両を対象とし、0.5 秒ごとの高頻度データで取得された 16 万台以上の商用車プローブデータを活用し、プッシュ型支援に使用したトラック等大型車両の動態を分析する。既往研究との差異は、プッシュ型支援を行った 1 カ月間の商用車を対象としており、データの取得頻度が 0.5 秒ごとの高頻度データをもとに分析を行っている点にある。また、一般的に物資輸送にはトラックが多く用いられることから、物資輸送の実態をより広範囲かつ的確に把握することができる。さらに、高頻度データの活用により、物資輸送の流れや拠点での動態を高精度で把握できる。

本研究では、2023 年 1 月を平常時、2024 年 1 月を災害時と位置付け、両期間の比較分析によりプッシュ型支援の実態を明らかにする。また、本研究では、矢崎総業株式会社の商用車プローブデータを使用する。本プローブデータは、車両 ID、日時、走行距離、速度、GPS 位置、エンジン回転数、ブレーキ・ウィンカー操作、ドライブレコーダー画像認識情報など多様な属性を取得可能である。

3 石川県内の走行車両数の比較分析

図 1 は、石川県内を走行した車両数の平常時と災害時の比較分析を示している。比較のため、同週同曜日を対象に 2023 年 1 月 2 日（月）と 2024 年 1 月 1 日（月）等、1 日のずれがあることから、計 31 日ではなく計 30 日間のデータで分析を行った。

分析の結果、災害時には、平常時よりも走行車両数が増加する傾向が見られた。この要因として、平常時の物資輸送に加え、災害発生後には各県から支援物資の輸送が増加したことが車両数の増加につながったと考えられる。一方で、1 週目の月曜日・火曜日のみ平常時の走行車両数が多い傾向が見られた。これは、被災直後に避難行動の必要性が高まったことや、テレビ・SNS 等のソーシャルメディアを通じて石川県内の災害状況が広く認知され、平常時に行われていた物資輸送が一時的に停止せざるを得なかったことが推察される。

また、平常時・災害時とも、平日と比較して休日の走行車両数が少ないことが確認された。休日は物流需要が減少する傾向があり、特に工場やオフィスの稼働停止による工業製品の生産・流通・配送の抑制、加えて個人消費の減少が主な要因と考えられる。

3-1 珠洲市内の走行車両数の比較分析

図 2 は、珠洲市内における平常時および災害時の走行車両数を比較した結果を示している。

分析の結果、珠洲市内では災害時と比較して平常時の走行車両数が多い傾向が見られた。この要因として、石川県内でも特に輪島市および珠洲市において道路被害が甚大であったことが挙げられ、これが災害時の走行車両数減少に大きく影響したと考えられる。

一方で、2 週目の土曜日以降、災害時における

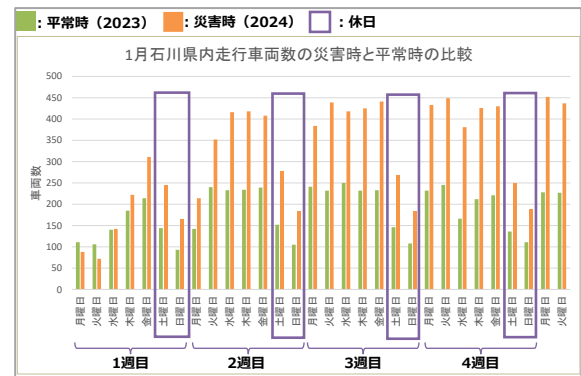


Fig. 1 1月に石川県内を走行した車両数の災害時と平常時の比較

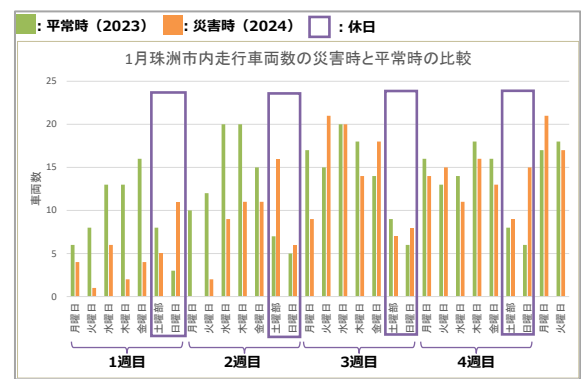


Fig. 2 1月に珠洲市内を走行した車両数の災害時と平常時の比較

走行車両数が平常時と比較して増加する傾向が見られた。この現象は、災害発生後にがれきや放置車両の除去作業が進み、道路の啓開が実施されたことにより、車両の通行が可能となったためと推察される。

3-2 珠洲市内の荷卸し車両数の比較分析

図 3 は、珠洲市内を走行している車両のうち、荷卸し車両数の平常時と災害時の比較分析結果を示している。なお、「荷卸し車両」とは、特定拠点付近において商用車プローブデータが集積している車両とした。そのため、本分析では、休憩等を含めて拠点付近に集積が確認された場合も荷卸し車両として集計した。

分析結果から、平常時に比べて災害時の休日における走行車両数が多いことが明らかとなった。これは、平常時の週後半（水曜日・木曜日）に営業や物流の都合上、業務が集中しやすいこと、および休日には物流需要が減少する傾向があるためと推察される。一方、災害時には平日・休日を

問わず物資輸送が継続的に行われていることが、災害時の休日における車両数増加の要因と考えられる。また、2 週目の土曜日以降、災害時の走行車両数が平常時を上回る傾向が見られたことから、これは災害発生後にがれきや放置車両の除去が進み、道路の啓開がなされたことで車両の通行が可能となったためと推察される。

集計したデータを分析する過程において、拠点敷地内の商用車プローブデータの数をもとに閾値の設定が可能であると考えられる。図 4 は指定避難所のうち荷卸しが行われた正院小学校内の商用車プローブデータを示している。背景の航空写真をもとに正院小学校の建物敷地ポリゴンデータを作成し、建物敷地ポリゴン内に商用車プローブデータがいくつか確認できるかを集計し、一定数以上の場合は荷卸しとみなせば閾値を設定することが可能であると考えられる。しかし、本特定方法も休憩など荷卸し以外の目的による商用車プローブデータも含まれており、荷卸しと休憩等を判別することは困難である。商用車プローブデータ間の時間に基づいて閾値を設定することも考えられるが、閾値以下の短時間で荷卸しが行われた場合、そのデータを抽出することはできない。以上の点を踏まえると、商用車プローブデータのみから荷卸しを特定することは困難であると考えられる。

3-3 珠洲市内の被災前後の荷卸し拠点及び荷卸し車両数に関する比較分析

図 5 は、複数のプローブデータから特定の 1 件を識別するための固有識別子（ユニーク ID）を活用し、被災前後における荷卸し拠点での車両数の変化を分析した結果を示している。本分析では、2023 年 1 月を被災前、2024 年 1 月を被災後と定義し、各荷卸し拠点における車両数の推移を比較した。

分析の結果、被災後のみ荷卸しが行われた拠点が最も多いことが明らかとなった。この現象は、平常時の物流需要よりも災害時の物資輸送需要が増加したことが主な要因と考えられる。一方で、被災前後を通じて荷卸しが継続的に行われていた拠点は最も少なかった。これは、被災後に平常時の荷卸し車両が現地に進入できなかった、あるいは荷卸し拠点自体が被害を受けて機能不全に陥った可能性が示唆される

さらに、図 6 は荷卸し拠点ごとに何台の車両が

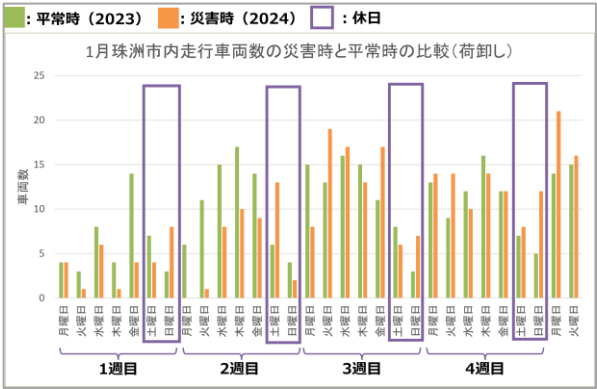


Fig. 3 1 月に珠洲市内の荷卸し車両数の災害時と平常時の比較



Fig. 4 正院小学校内の商用車プローブデータ

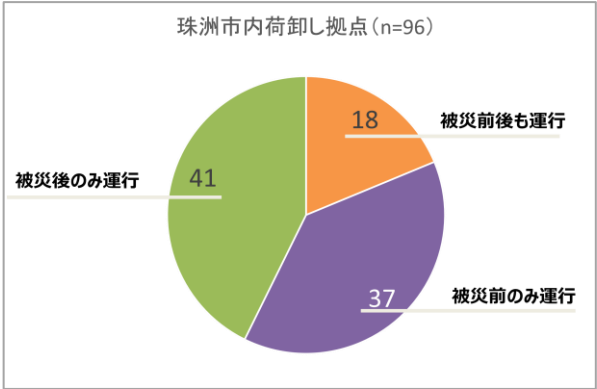


Fig. 5 珠洲市内の被災前後における荷卸し拠点の運行車両数

荷卸しを実施したかを示している。指定避難所は、珠洲市ホームページ⁷⁾の指定避難所情報をもとに拠点ポイントデータを作成し、QGIS レイヤ上にマッピングした上で分析を実施した。

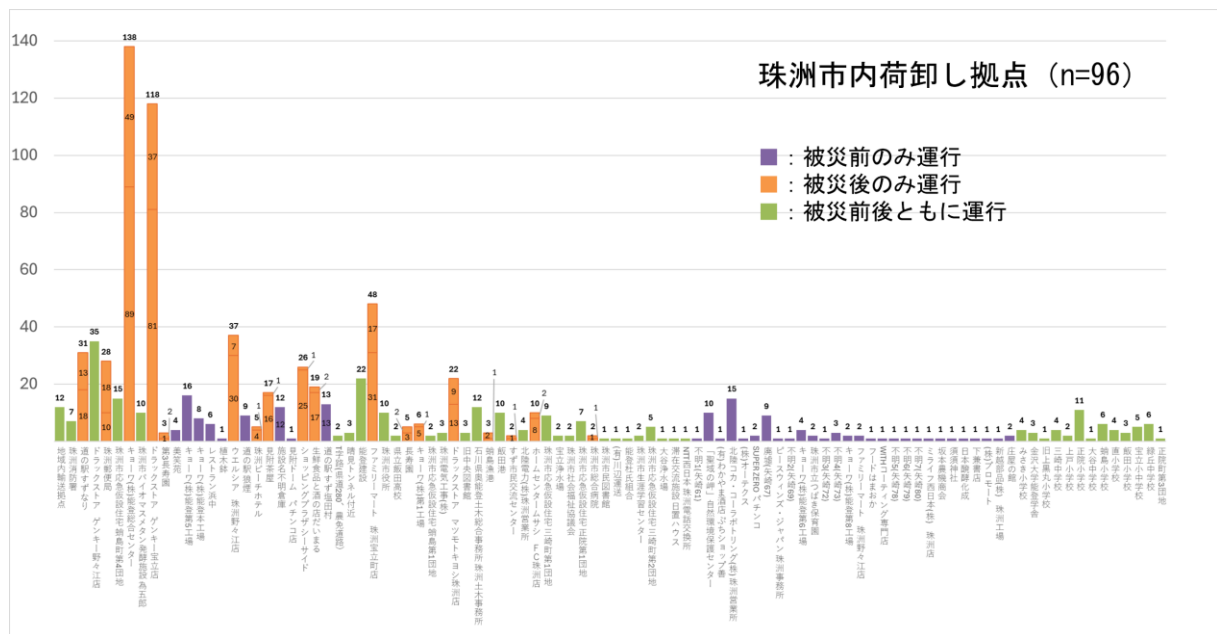


Fig. 6 珠洲市内の荷卸し拠点における荷卸し実施数

被災後のみ荷卸しが行われた拠点は、指定避難所、医療機関、仮設住宅団地、浄水場、港湾、消防署、地域内輸送拠点、建設会社、電力会社営業所等多岐にわたる。これらの拠点では、物資の輸送に加え、インフラ復旧に必要な資材や機材の搬入も行われていたことが推察される。また、指定避難所での荷卸しは、支援物資の輸送が主な目的であった可能性が高い。

一方、被災前後を通じて荷卸しが継続している拠点としては、道の駅、ドラッグストア、ショッピングモール、コンビニエンスストア等が挙げられる。これらの拠点は被害が比較的軽微で、被災後も平常時同様に物資輸送が維持されたケースや、支援物資の集積・配布拠点として新たに活用されたケースが考えられる。

また、今後、リアルタイムの分析が可能となれば、被災後のみ運行が確認された拠点のうち、指定避難所以外の施設は、突発的に発生した自主避難所や未指定避難所である可能性が高く、これらも物資輸送の対象拠点として把握することが可能であると考えられる。

3-4 珠洲市内の走行車両の軌跡に関する分析

図7および図8は、珠洲市内を走行する商用車のプローブデータの軌跡、走行速度および国土地理院が公開する災害現況図⁸⁾を重ね合わせた結果

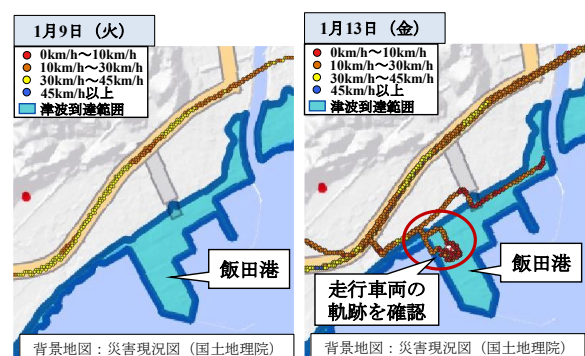


Fig. 7 飯田港付近における走行車両の軌跡

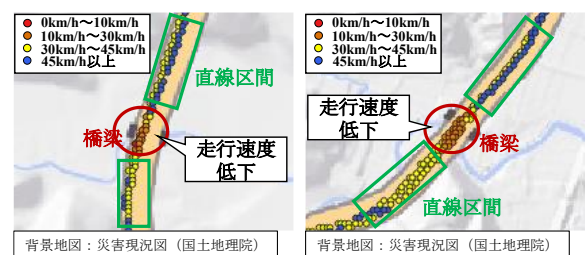


Fig. 8 橋梁の上を走行する車両の軌跡

を示している。

図7より、1月9日(火)は飯田港内を走行する車両が確認されなかった一方、1月13日(金)には同港内で車両の走行が認められた。国土交通省北陸地方整備局⁹⁾によれば、飯田港は1月1日

(月)に発生した地震および津波の影響を受けて、複雑に変形し、1月9日(火)に応急復旧したことが報告されている。このことから、応急復旧後の1月13日(金)に初めて飯田港へ車両進入が可能となったと推察される。さらに、図8の結果では、道路の直線区間を走行する車両は、30km/h以上で走行する傾向がみられる一方、橋梁上では30km/h以内で走行する車両が多いことが判明した。国土交通省が公開する令和6年能登半島地震土木施設被害調査等報告¹⁰⁾によると、珠洲市内の河口部に位置する橋梁では地震の影響により取り付け部に段差が生じているとの報告がある。これにより、橋梁が地震による被害を受けており、橋梁が地震による損傷を受けた可能性が高く、橋梁上を走行する際には安全を考慮した低速度での走行が選択されていると考えられる。また、今後リアルタイムでの分析が実現すれば、災害時の物資輸送における最適ルートの検索や、構造物の応急復旧箇所の優先順位付けへの応用が期待できる。

4 結果と考察

本研究では、令和6年能登半島地震におけるプッシュ型支援の実態を、トラックやバスなどの大型車両を対象に、0.5秒ごとの高頻度データで取得された16万台以上の商用車プローブデータを活用して多角的に分析した。従来のスマートフォンや乗用車を対象としたプローブデータでは把握しきれなかった大型車両の動態や、荷卸し拠点の変化を高頻度かつ多属性のデータから可視化できた点は、本研究の大きな成果である。

特に、災害時の物流では、インフラ復旧状況に応じて段階的かつ動的に輸送体制を修正し、最適な輸送体制を維持する必要があることが本分析から明らかとなった。この知見は、今後発生が懸念される南海トラフ地震などの大規模災害時においても、柔軟かつ迅速な物資輸送計画の策定に資するものである。それに加え、自治体やトラック協会など関係機関が計画立案に必要な情報を事前に整備・公開する仕組みの構築が必要不可欠である。一方で、プローブデータ解析には、荷卸しと休憩等の判別が困難であるという課題が残る。今後は、自治体やトラック協会等の資料と照合した分析が必要である。

総じて、本研究はリアルタイムかつ広域な交通・物流データの活用による災害対応の高度化、

効率的な物資輸送体制の構築に向けた基礎的知見を提供するものであり、今後の防災・減災計画の発展に大きく貢献すると考えられる。

参考文献

- 1) 内閣府：内閣府防災情報のページ 物資支援（プッシュ型支援）の状況、<https://www.bousai.go.jp/jishin/kumamoto/kumamoto_shien.html>, (入手 2025.11.5)。
- 2) NHK：気象・災害ニューズ一覧（2024年）、<<https://news.web.nhk/newsweb/na/na-k10014449231000>>, (入手 2025.11.5)。
- 3) 内閣府（防災担当）：令和6年能登半島地震における物資調達・輸送の状況、<https://www.bousai.go.jp/updates/r60101notojishin/pdf/kensho_team4_shiryo01.pdf>, (入手 2025.11.5)。
- 4) 内閣府：南海トラフ地震防災対策推進基本計画、<https://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/pdf/nankaitrough_keikaku_honbun.pdf>, (入手 2025.11.5)。
- 5) 望月祐洋，西田純二，大西正光，水野真由己，丸山佳子，小林潔司：スマートフォンプローブデータによる能登半島地震における交通状況モニタリング，自然災害科学，43巻3号 pp.459-470，2024。
- 6) 早川聡一郎，塩見康博：プローブデータを用いた豪雨災害時の道路交通状況の分析，歴史都市防災論文集，10巻，pp.145-152，2016。
- 7) 珠洲市：珠洲市ホームページ 指定避難所 2022，<<https://www.city.suzu.lg.jp/site/bousaisuzu/1734.html>>, (入手 2025.11.5)。
- 8) 国土地理院：令和6年能登半島地震に伴う災害現況図，<https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/20240101_noto_earthquake.html#1-2>, (入手 2025.11.5)。
- 9) 国土交通省北陸地方整備局：令和6年能登半島地震からの港湾・海岸・空港の復旧・復興方針，<<https://www.hrr.mlit.go.jp/press/2024/12/241223kouwanbu.pdf>>, (入手 2025.11.5)。
- 10) 国土交通省国土技術政策総合研究所：令和6年能登半島地震土木施設被害調査等報告，<<https://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1320.html>>, (入手 2025.11.5)。