

2024年能登半島地震における石川県内の供給系ライフラインの被害・復旧と災害間比較

能島暢呂¹・加藤宏紀¹

Damage and Restoration of Lifeline Functions in Ishikawa Prefecture due to the 2024 Noto Peninsula Earthquake in Comparative Perspective

Nobuoto NOJIMA¹ and Hiroki KATO¹

Abstract

In the 2024 Noto Peninsula earthquake, lifeline systems suffered significant damage and the restoration process took extremely long time, resulting in hindering daily lives, industries, economic activities, emergency response and recovery works in disaster-stricken areas. In this report, focusing on electric power supply and water supply systems, we compare population exposure to seismic intensity, the damage and restoration of lifeline systems and number of evacuees in Noto Peninsula earthquake with five major earthquake disasters in Japan. Selected earthquakes are two great earthquake disasters of the 1995 Hyogo-ken Nanbu earthquake and the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku earthquake, and three recent major earthquakes of the 2016 Kumamoto earthquake, the 2018 Northern Osaka Prefecture earthquake and the 2018 Hokkaido Eastern Ibari earthquake.

キーワード：2024年能登半島地震，供給系ライフライン，被害・復旧，災害間比較

Key words: 2024 Noto Peninsula earthquake, lifeline functions, damage and restoration, comparison of disasters

1. はじめに

2024年1月1日16時10分に発生した能登半島地震(M7.6)は最大震度7となり、能登半島のほぼ全域で震度6弱以上が観測された。本震による強い揺れと津波は、石川県能登地方を中心に広範囲にわたって住家被害などの甚大な被害をもたらした。

た。石川県内における死者は339人(うち災害関連死110人)、住家被害83,432棟にのぼっている(2024年8月27日14:00現在)¹⁾。ライフライン施設も壊滅的な被害を受け、その復旧には長期間を要した。被災地における生活や産業・経済に多大な影響を及ぼしたばかりでなく、緊急対応や復旧

¹ 岐阜大学工学部
Faculty of Engineering, Gifu University

本稿に対する討議は2025年5月末日まで受け付ける。

活動を阻害する要因となった。能登半島地震は「大震災」と呼ばれるほど大規模災害ではないが、被災地内外にもたらしたインパクトはそれに匹敵するものであり、防災・減災面に限らず、今後の大きな社会変革を迫るものであると言っても過言ではない。

こうした認識のもとで本報告では、供給系ライフライン（電気、水道、都市ガス）の機能的被害と復旧に焦点を絞り、災害間比較の観点から、2024年能登半島地震の実相を明らかにすることを試みる。比較対象としては、平成の2度の大地震としての1995年兵庫県南部地震（M7.3）と2011年東北地方太平洋沖地震（Mw9.0）に加えて、それ以降の主要地震として2016年熊本地震（M7.3）、2018年大阪府北部の地震（M6.1）、2018年北海道胆振東部地震（M6.7）の計5地震をとりあげる。まず2章では、供給系ライフラインの機能的被害の規模（初期停止戸数）に大きく影響する震度曝露人口を6地震で比較し、震度レベルごとに特徴的な傾向を明らかにする。3章では、初期停止戸数と復旧過程（停止戸数の減少過程と復旧率の推移）について、災害間・システム間で比較を行う。4章では、能登半島地震における停電・断水について、被災した市町ごとの状況を比較する。5章では、ライフライン被害・復旧にも深く関連する避難者の発生・解消の状況について比較する。なお、能登半島地震の被災地域は富山県や新潟県などを含めて広範囲にわたるが、本報告では、被害が集中した石川県を対象を限定することとした。

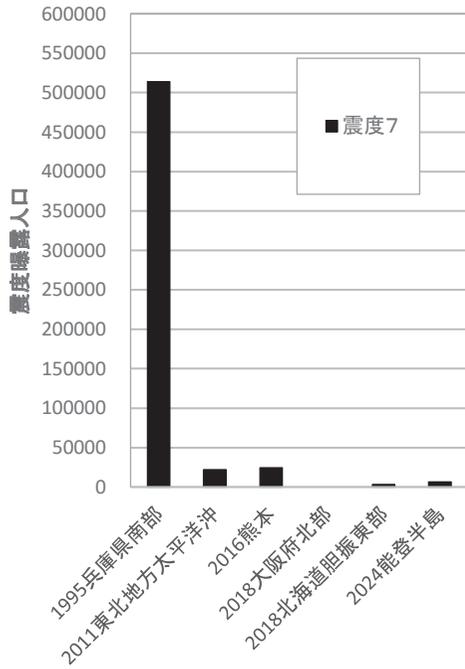
2. 震度曝露人口の災害間比較

自然災害による被害やリスクを規定する三要素は「ハザード・曝露量・脆弱性」である。そのうちハザード（震度）と曝露量（人口）の重ね合わせ効果によって、災害ポテンシャルを表したものが「震度曝露人口」である²⁾。直接的な被害指標ではないため、災害規模そのものを表すわけではないが、複数の地震災害の間で比較を行う上では、客観的な曝露規模指標として有用である^{3,4)}。本報告では、震度曝露人口を用いて能登半島地震と既往の5地震との比較を行う。本報告で評価するに

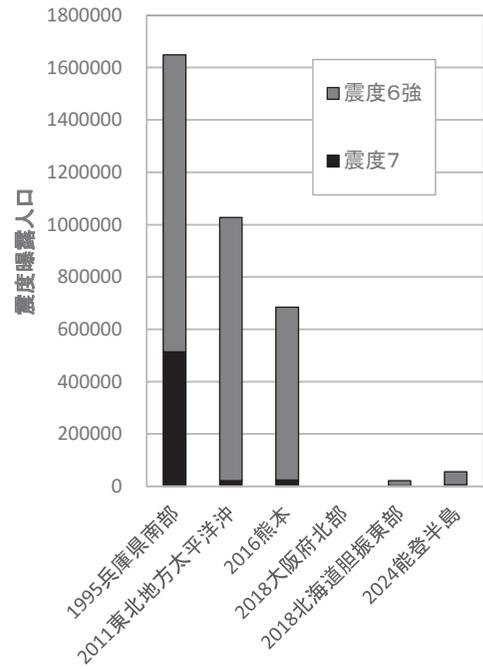
あたって、兵庫県南部地震²⁾を除く5地震については評価条件を統一した。震度分布としてはJ-RISQ（防災科学技術研究所）⁵⁾による空間補間震度分布の提供を受けて用い、人口分布としては、各地震の直近の過去の国勢調査による夜間人口のメッシュデータ⁶⁾を用いた。既報⁷⁾に示された2011～2018年の4地震の評価結果については、震度分布および人口分布に関する評価条件が統一されていなかったが、本報告ではこれらを統一して修正した評価結果を示す。

震度曝露人口の比較を図1に示す。大阪府北部の地震（最大震度6弱）を除く5地震の最大震度はいずれも震度7であるが、着目する震度レベルによって、震度曝露人口は顕著に異なる様相を示す。震度7の曝露人口は、兵庫県南部地震が51.4万人となっており、熊本地震の2.5万人、東北地方太平洋沖地震の2.2万人の20倍程度と圧倒的多数となっている（注：今回対象外とした2004年新潟県中越地震（M6.8）では2.7万人）。その他の地震では震度7の曝露人口はかなり少数である。震度6強以上では兵庫県南部地震が165万人で、次いで東北地方太平洋沖地震の103万人、熊本地震は69万人となっており、その他をかなり引き離している。しかし震度6弱以上のレベルになると、東北地方太平洋沖地震が540万人と兵庫県南部地震の355万人を大きく上回る。熊本地震では114万人、大阪府北部の地震も77万人とかなり多い。さらに震度5強以上では、東北地方太平洋沖地震の1,576万人は、兵庫県南部地震の538万人の3倍程度となっている。また、大阪府北部の地震が324万人で、熊本地震の160万人の2倍以上となっているのが特徴的である。

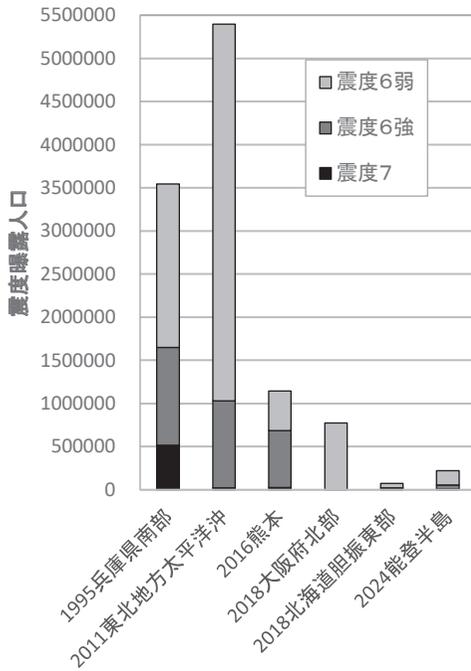
能登半島地震の震度曝露人口は、震度7が約6,600人、震度6強以上が5.6万人、震度6弱以上が22.2万人となっている。震度6弱以上はごく一部（新潟県上越地方）を除き石川県であるが、震度5強は新潟県・富山県・福井県にも広がったため、124万人と多くなっている。北海道胆振東部地震と比べると、いずれの震度レベルにおいても能登半島地震の方が上回っているものの、その他の地震と比較すると、曝露規模は相対的に小さ



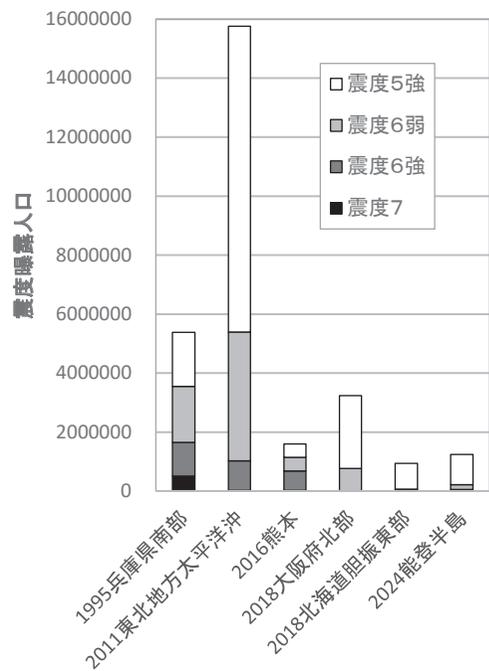
(a) 震度 7



(b) 震度 6 強以上



(c) 震度 6 弱以上



(d) 震度 5 強以上

図 1 震度曝露人口の比較

かったといえる。

3. 供給系ライフラインの被害・復旧の災害間比較

3.1 初期停止戸数

供給系ライフライン（電気・水道・都市ガス）の初期停止戸数の比較を図2に示す。システム間で比較すると、全般的な傾向としては、電気、水道、都市ガスの順に停止規模が大きい。

災害間で比較すると、断水規模については、図1(c)の震度6弱以上の震度曝露人口と相似的な傾向を示し、それぞれの大小関係の序列が完全に整合している。停電規模についてもほぼ同様の傾向を示すが、北海道胆振東部地震のみこの傾向から外れて極端に多くなっている。これは全道ブラックアウト⁸⁾により低震度地域まで停電が波及したことが原因である。都市ガスについては、兵庫県南部地震が東北地方太平洋沖地震を上回って最大規模となっていることや、大阪府北部の地震が熊本地震を上回ることなど、やや変則的である。北海道胆振東部地震ではブロック遮断が行われず、能登半島地震では石川県内の強震域に供給エリアがなかったため、ゼロとなっている。都市ガスの

停止規模は、供給エリアの有無、普及率の違い、供給ブロック整備状況、ブロック供給遮断の基準値の設定状況などに依存して、停電・断水とは異なった特徴的な傾向を示す。

能登半島地震に関しては、震度6弱以上の震度曝露人口の規模に対応する形で、ライフライン停止規模は比較的小さいといえる。初期停止戸数において、断水戸数(11.3万戸)が停電戸数(3.5万戸)の3倍以上と大きく上回っている。他の5地震ではいずれも停電戸数の方が多く、能登半島地震は異例といえる。

3.2 復旧過程

図2に示した電気・水道・都市ガスの停止戸数の解消過程を図3に示し、復旧率(=(最大停止戸数-停止戸数)/最大停止戸数)の推移を図4に示す。災害間で比較しやすいように、横軸は1日単位で等間隔に揃えている。さらに兵庫県南部地震・東北地方太平洋沖地震・能登半島地震の3地震については3ヵ月間で横幅を揃えているが、その他の3地震については表示期間を短くした。都市ガスについては、ブロック供給遮断が行われなかった北海道胆振東部地震と能登半島地震の2

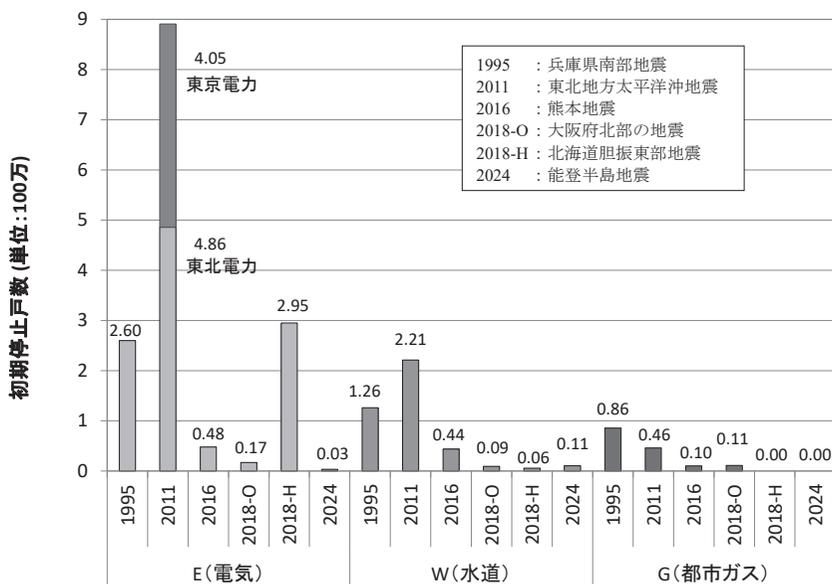
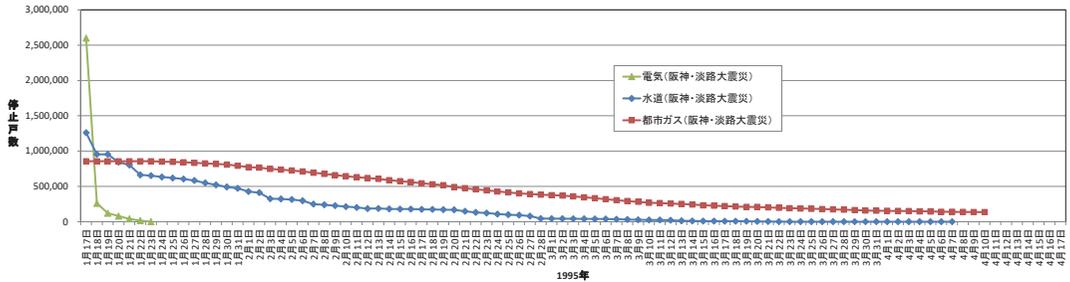


図2 電気・水道・都市ガスの停止戸数(単位:100万戸)

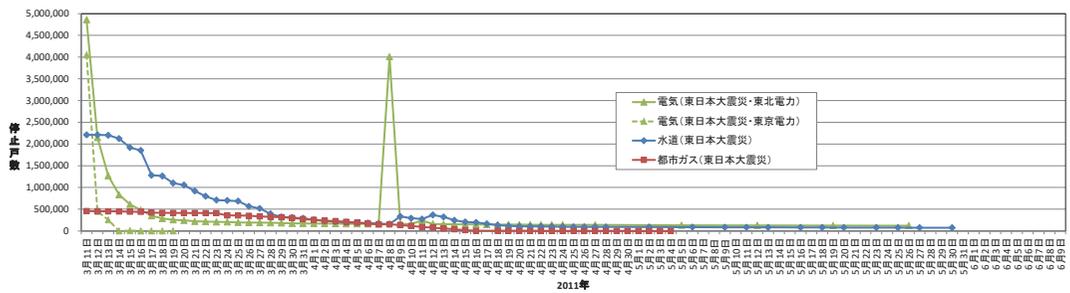
地震については表示していない。

いずれの地震災害においても一貫して、初期停止戸数が多い電気・水道・都市ガスの順に復旧が

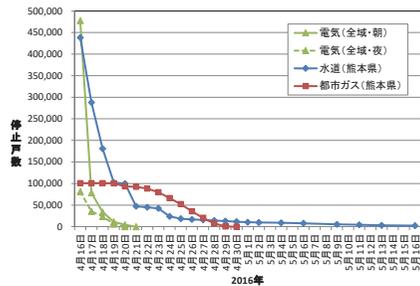
速い。兵庫県南部地震と東北地方太平洋沖地震の2つの大震災に関しては、震度曝露人口および初期停止戸数が多いことから理解できるように復



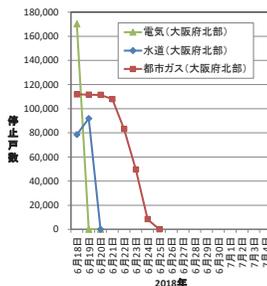
(a) 1995年兵庫県南部地震



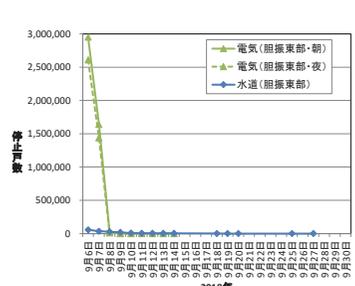
(b) 2011年東北地方太平洋沖地震 (電気は東北電力と東京電力を分離)



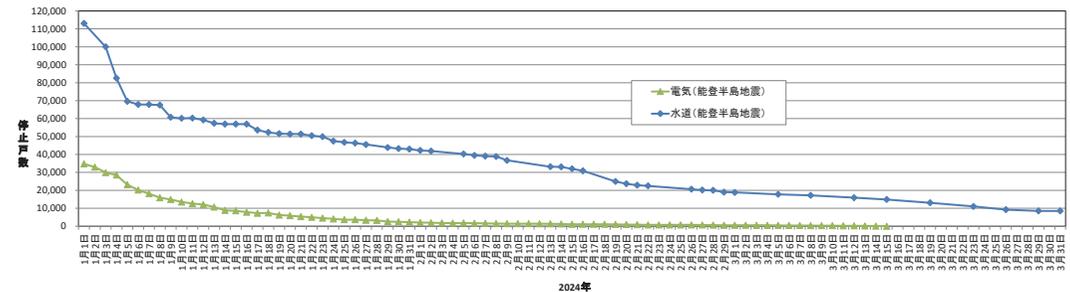
(c) 2016年熊本地震 (熊本県)



(d) 2018年大阪府北部の地震



(e) 2018年北海道胆振東部地震



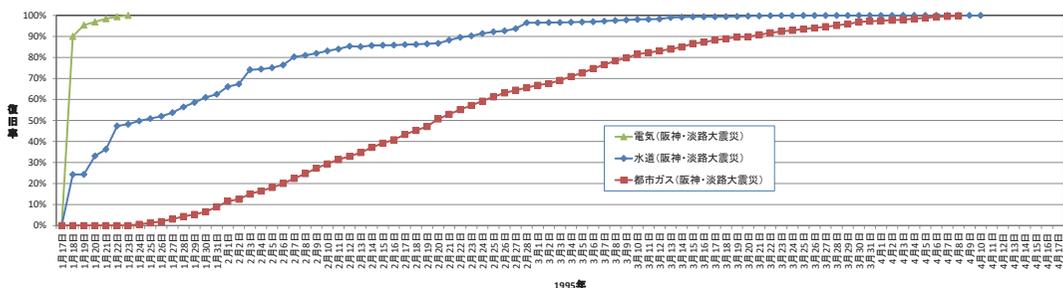
(f) 2024年能登半島地震 (石川県)

図3 電気・水道・都市ガスの停止戸数の解消過程 (文献⁹⁾に加筆修正)

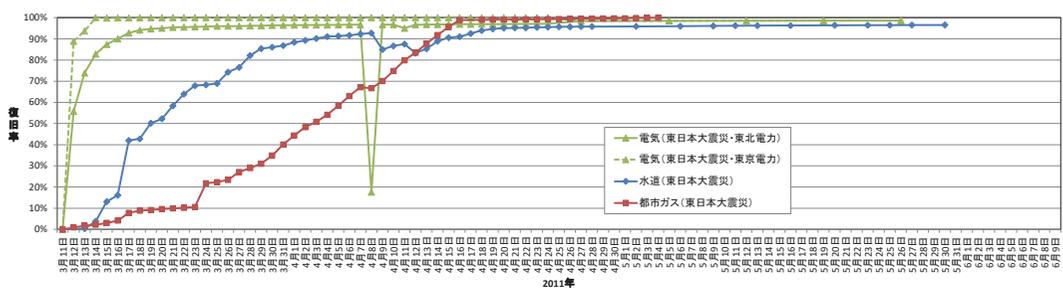
旧に長期間を要しているが、後者の方が若干短縮されている。これらと比較すると、熊本地震・大阪府北部の地震・北海道胆振東部地震については、

復旧期間は相対的に短期間である。

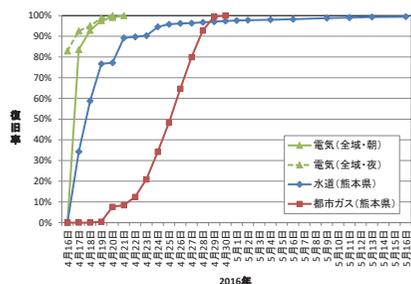
しかしながら能登半島地震においては例外的に、停電・断水ともに最も長い復旧期間となっている。



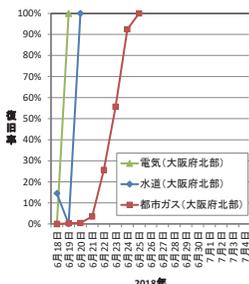
(a) 1995年兵庫県南部地震



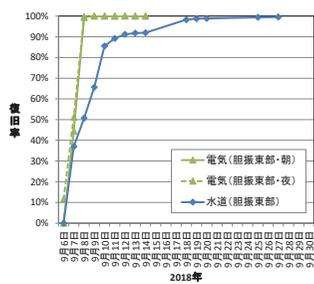
(b) 2011年東北地方太平洋沖地震（電気は東北電力と東京電力を分離）



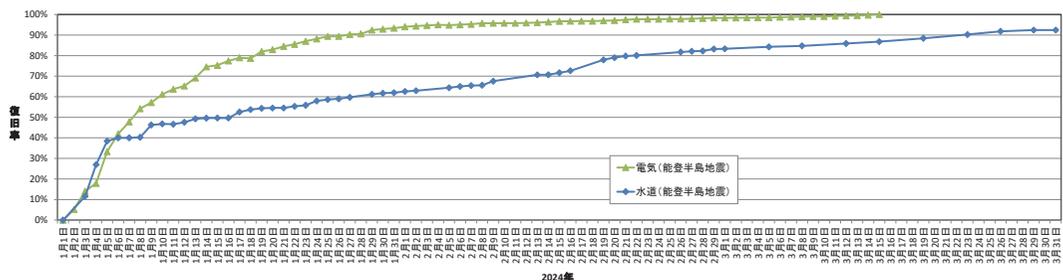
(c) 2016年熊本地震（熊本県）



(d) 2018年大阪府北部の地震



(e) 2018年北海道胆振東部地震



(f) 2024年能登半島地震（石川県）（一部地域を除き5月31日に断水解消）

図4 電気・水道・都市ガスの復旧率の推移（文献⁹⁾に加筆修正）

まず電気については、発災後の短期間のうちに、系統復旧等によって停電が迅速に解消するフェーズが見られないことが特徴的である。回復傾向は非常に緩慢であり、停止規模が約3倍の断水と比較しても、1月5日までの間の復旧ペースがあまり変わらない。その後は、徐々に復旧ペースは鈍化しているが、水道ほどではない。石川県¹⁾は「1月末には立ち入り困難で復旧に時間を要する場所や住民がいない場所などの一部地域を除いて概ね停電が解消する」という見込みを示し、1月31日の時点は復旧率93%となった。この間の1日当たり停電解消戸数は千戸程度である。一方、兵庫県南部地震や東北地方太平洋沖地震では一日当たり平均数十万戸のオーダーであり、電気の復旧ペースには数百倍の開きがあったことになる。経済産業省¹⁰⁾によると、3月15日には「安全確保等の観点から電気の利用ができない家屋等を除き復旧」とされており、全期間で通算すると1日当たりの停電解消戸数はわずか500戸程度となる。

水道については、1月6日以降、急激に復旧ペースが鈍化しており、断水解消は膠着状態に陥っている。図3、図4では3ヶ月間のみを表示しているが、この間の1日当たり断水解消戸数は平均すると数百〜千戸程度であり、停電解消と比べて同程度あるいはそれ以下である。兵庫県南部地震や東北地方太平洋沖地震では一日当たり平均数万戸のオーダーであり、水道の復旧ペースには数十倍の開きがある。4月以降には復旧進捗はさらに停滞し、一部地域を除いて断水が解消したのは5月31日であり、発災から5ヶ月間もの長期間を要した。

このように、既往地震と比較すると、能登半島地震における電気・水道の停止規模は大きくはないにもかかわらず、その復旧過程は特異なまでに遅れている。この点については、市町別のデータに基づいて、4章で考察する。

4. 電気・水道の市町別の復旧過程

本章では、電気および水道の停止戸数の解消過程と復旧率の推移について、石川県内の主な被災市町別にまとめる。本章以降で時系列を示す後出

図(図5、6、8、9、11、13、14、16、17)の横軸の時間軸については、地震発生日時(2024年1月1日16:10)を起点として、情報が集約された時点までの日時からの時間を日単位に換算して、発災後の経過日数とした。加えて、都市ガス供給エリアがあったと仮定し、観測SI値分布に基づいて都市ガス供給遮断の可能性について言及する。

4.1 電気

停電戸数については、北陸電力送配電線のWebサイト「停電情報」¹¹⁾の停電戸数を集計した。停電戸数の時系列は不規則に変動するため、復旧率については、1月1日17:10以降の各市町における最大停電戸数を100%として基準化した。停電戸数の解消過程を図5に示し、復旧率の推移を図6と図7に示す。

石川県内における停電発生は11市8町のうち8市7町に及んだ。最大停電戸数が多いのは、輪島市10,600戸、珠洲市8,100戸、能登町6,300戸、穴水町5,600戸の順で、いずれも最大時で全戸停電となっている。次いで七尾市が4,100戸と多いが、上記3市2町以外については、震度7を観測した志賀町の1,600戸を含めて、停電戸数は比較的少ない。経済産業省の「令和6年能登半島地震に伴う被害について」¹⁰⁾によると、「七尾大田火力発電所(石炭、1号50万kW・2号70万kW)では、地震により稼働中であった1号・2号が停止。ただし、停止による供給力への影響はない(1月1日17:30時点)」「供給力について、関西電力から北陸電力への電力融通を指示しており影響はない(1月1日18:00時点)」とされており、停電の原因に関しては「現在の停電は、送電線や変電所によるものではなく、配電設備の損傷によるもの(1月1日19:00時点〜1月8日10:30時点)」とされている。

3章でも述べたように、既往地震においては、地震発生から短期間の間に系統復旧による停電解消が迅速に進み、その後も早いペースで復旧する傾向を示した。しかし能登半島地震では、断水解消と同様、初期段階から復旧が難航している様子が伺える。七尾市〜志賀町以南の地域では地震後

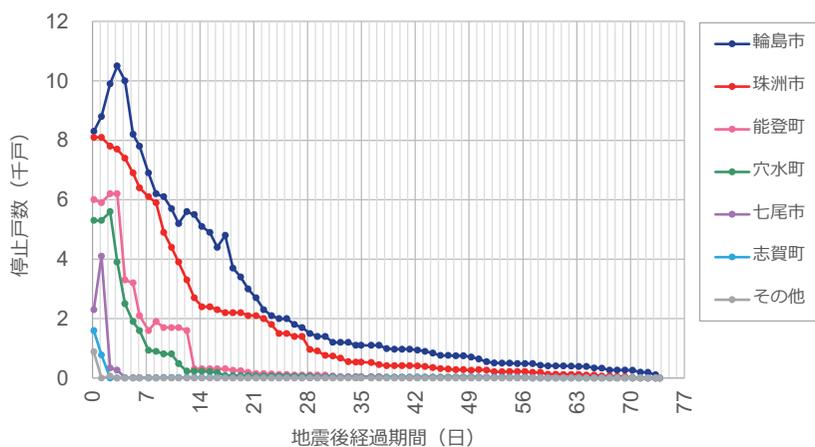


図5 停電戸数の解消過程（石川県内の主な市町別）

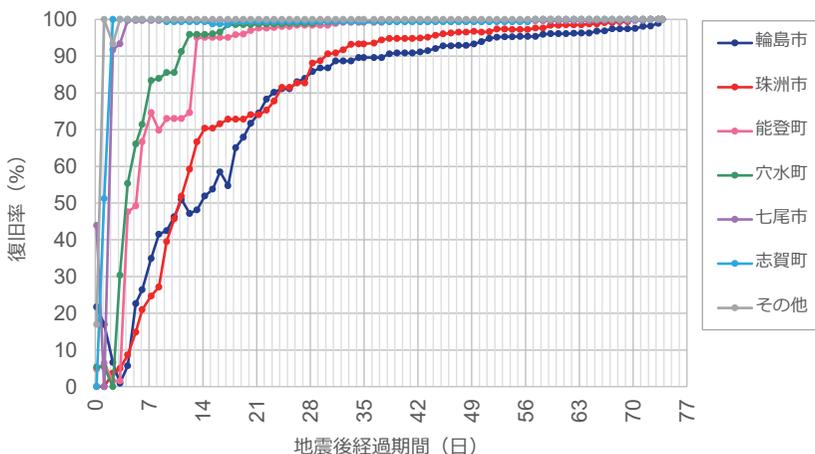


図6 復旧率（＝（最大停電戸数－停電戸数）／最大停電戸数）の推移（石川県内の主な市町別）

3日間で大きな復旧進捗が見られるものの、穴水町と能登町については約2週間を要し、輪島市と珠洲市については1ヶ月を超える復旧期間を要した。北陸電力送配電㈱の「電力系統図」¹²⁾によると、基幹系統（特別高圧：275 kV，500 kV）は七尾市～志賀町以南に展開されていることから、加賀地方～能登半島南部にかけては、震度分布との関係においても、停電しにくい状況にあった。これに対して能登半島中北部は電力系統の末端に位置するためローカル系統の送電線しかない状況で、高震度により被害が多発し、かつ、半島地形で道

路損壊により交通アクセスが悪くなり、復旧が困難な状況となった。結果的に、初期停止戸数は限定的となった反面、被害甚大地域に停電が集中したことが、復旧プロセス全体を通して遅れが目立った理由の一つと考えられる。経済産業省産業保安グループ電力安全課の「令和6年能登半島地震の対応について」¹³⁾によると、配電設備の支持物被害は3,100本であり、配電柱あたり停電戸数は約13戸と極端に少ない。熊本地震では支持物被害が3,200本と同程度であったのに対して、配電柱あたり停電戸数は約150戸であった。また東北

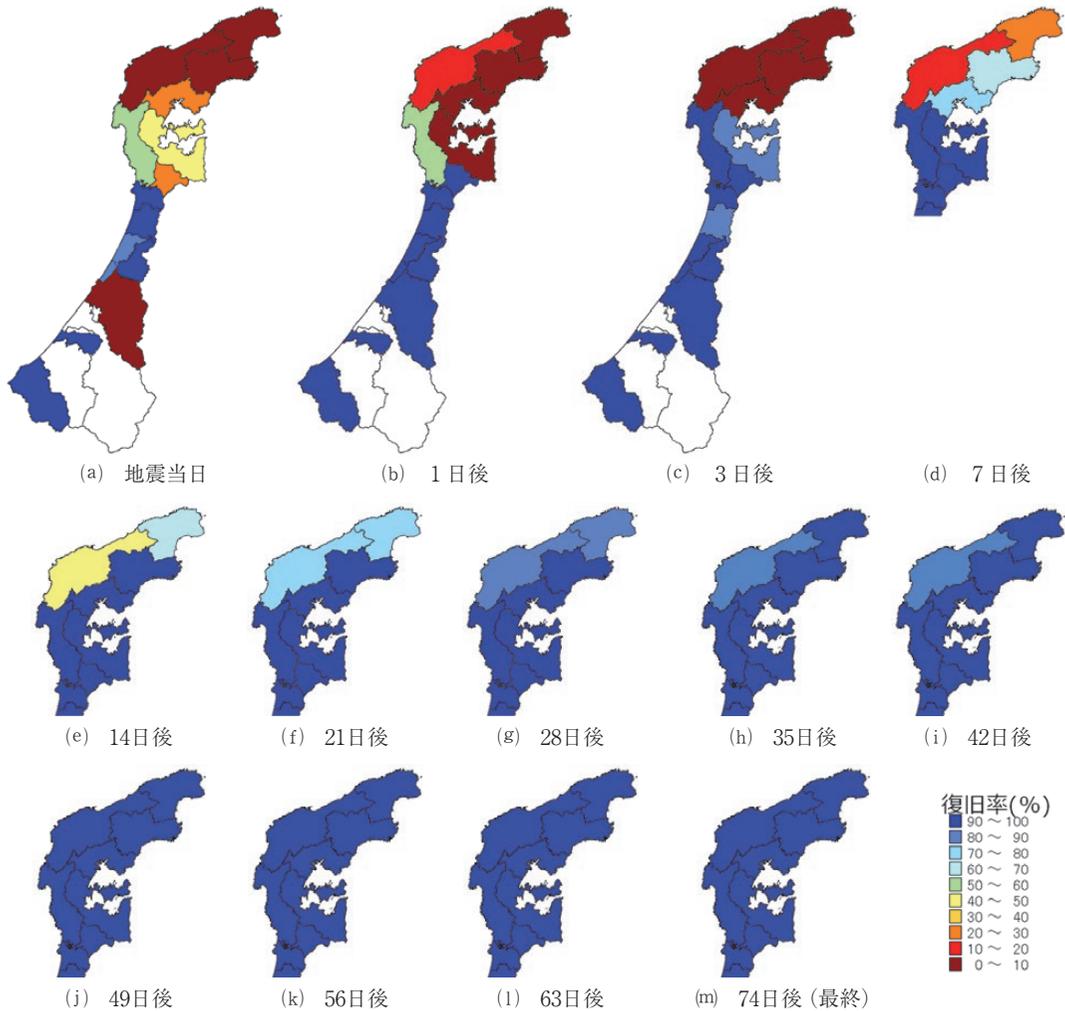


図7 電気の復旧率 (= (最大停電戸数 - 停電戸数) / 最大停電戸数) の推移 (石川県内の市町別)

地方太平洋沖地震では、東北電力管内で約130戸、東京電力管内で約280戸（支持物被害はそれぞれ36,000本、14,300本）となっている。逆算すると、能登半島地震では停電解消1戸あたりに要する配電柱の復旧作業量は他の地震の10~20倍も多かったという結果となる。このことは、停電解消の効率が極端に悪く、長期停電の大きな要因となったことを示唆するものである。

電気事業連合会送配電網協議会の「令和6年能登半島地震に伴う復旧に向けた電力各社による応援派遣の状況について」¹⁴⁾によると、全国の電力会

社10社が保有する高圧発電機車419台のうち4社から31台（7%）が被災地に派遣され、応急給電が行われた（最大34台が稼働）。東日本大震災では当時の保有台数380台のうち220台（58%）が被災地に派遣され、熊本地震では阿蘇地方の停電対応のみのために162台（43%）が派遣された¹⁵⁾ことと比較すると、きわめて限定的な対応となった。配電柱・配電線の被害そのものが甚大であったことや、作業要員の確保や被災地への移動、燃料確保・運搬などが困難であり、十分に対応できなかったためと考えられる。

4.2 水道

断水戸数については、厚生労働省「石川県能登地方を震源とする地震による被害状況等について」¹⁶⁾および国土交通省「令和6年能登半島地震における被害と対応について」¹⁷⁾に基づいて集計した。初期段階のデータ欠損については、その後判明した最大断水戸数により適宜補完し、それを100%として基準化した。断水戸数の解消過程を図8に示し、復旧率の推移を図9と図10に示す。

石川県内の最大断水戸数は約11.3万戸であり、断水発生は11市8町のうち9市7町に及んだ。断水戸数は多い順に、七尾市2.2万戸、津幡町1.5万

戸、内灘町1.2万戸、輪島市1.1万戸、かほく市1万戸、志賀町0.9万戸、羽咋市0.9万戸、中能登町0.7万戸、能登町0.6万戸、珠洲市0.5万戸、宝達志水町0.3万戸、穴水町0.3万戸となっており、これらの市町では断水率がほぼ100%に近い値となっている。

加賀市から七尾市にかけての9市4町は自己水源が不足するため、鶴来浄水場から送水を行う石川県水道用水供給事業から受水している¹⁸⁾。その送水管に生じた被害により金沢調整池から七尾市間の120 kmで送水停止したことがこの地域の断水の主要因である¹⁸⁾。上流側から順に、地震当日

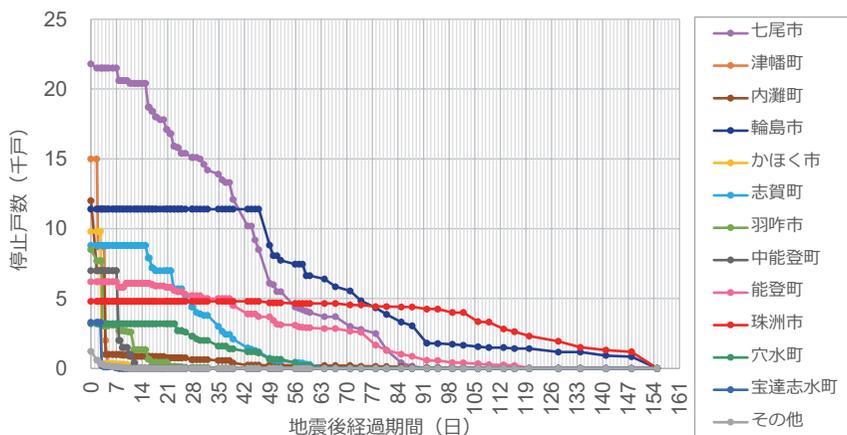


図8 断水戸数の解消過程（石川県の主な市町別）

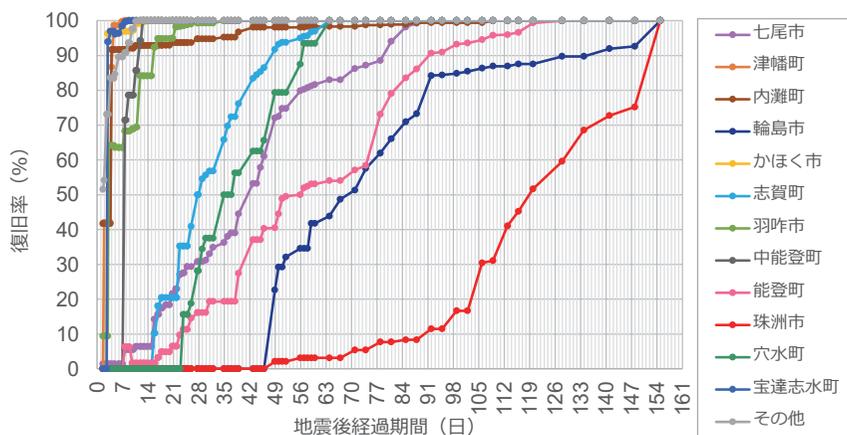


図9 復旧率（＝(最大断水戸数－断水戸数)／最大断水戸数）の推移（石川県内の主な市町別）

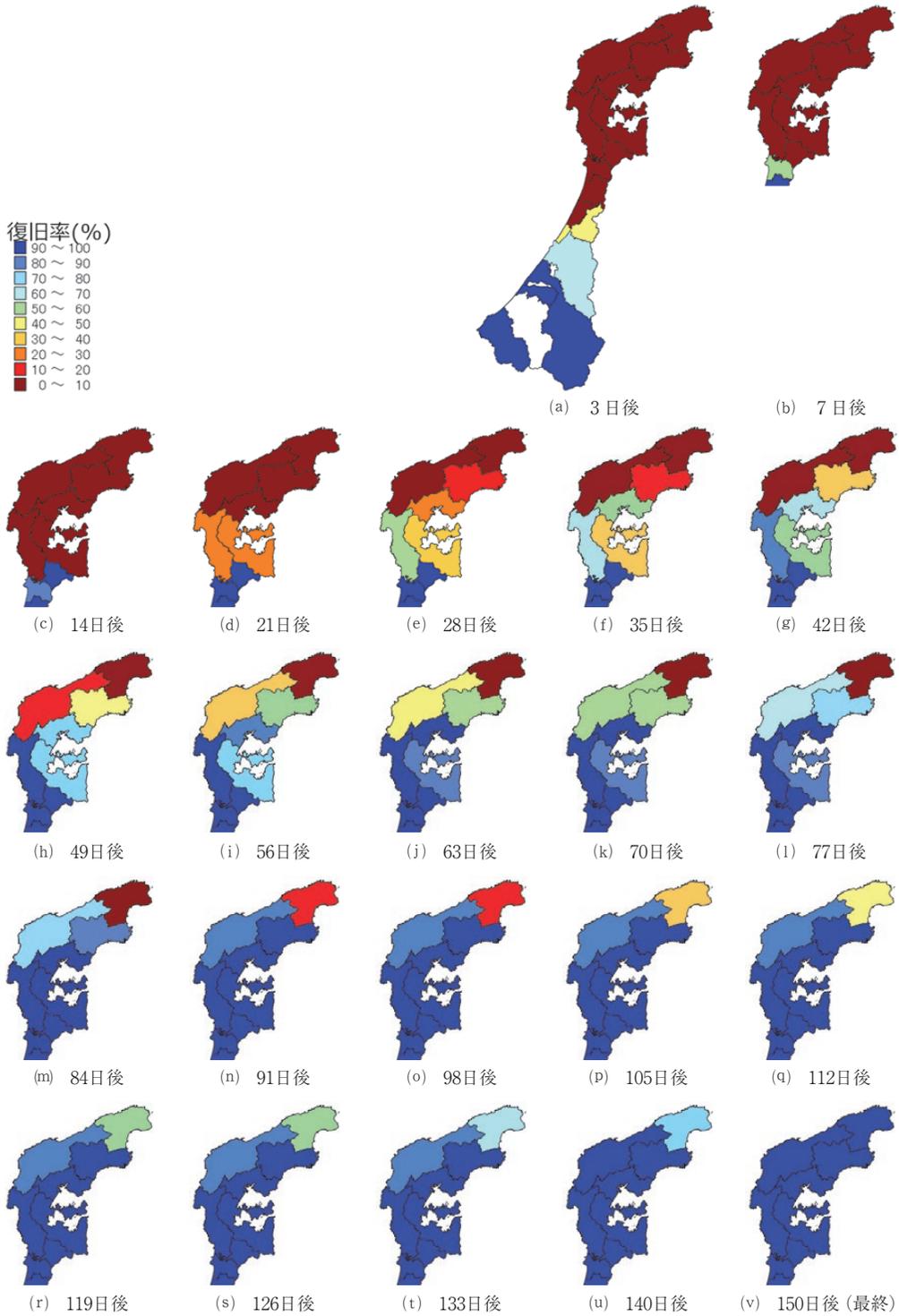


図10 水道の復旧率(=(最大断水戸数-断水戸数)/最大断水戸数)の推移(市町別)

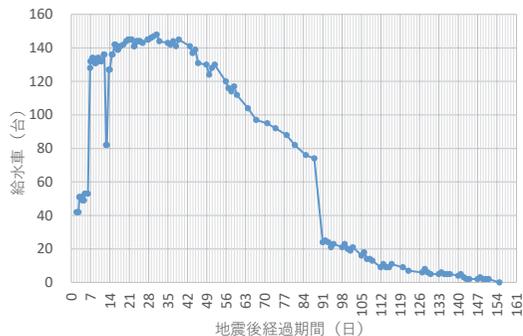
の1月1日には内灘町、2日に津幡町・かほく市・宝達志水町、3日に羽咋市、4日に中能登町で送水が再開された。図3(f)、図4(f)における1月5日までの比較的早い復旧や、図8～図10における各市町の復旧進捗にそのことが反映されている。しかし復旧条件が整った地域の復旧がほぼ完了し、条件の悪い地域に作業が進むにつれて、復旧ペースは急激に鈍化した。中能登町以北の復旧には時間を要し、1月29日に七尾市(藤橋供給点)への送水が完了した。七尾市における断水解消はそれ以降に加速されたが、断水戸数が最も多かったこと、能登島の復旧が遅れたため、断水解消までに3か月程度を要している。

その他の市町では、復旧が停滞してほぼ横ばいの状況が続いたが、志賀町や穴水町においては徐々に断水解消が進められ、2ヶ月程度でほぼ復旧した。特に復旧が遅れたのが珠洲市、輪島市、能登町であり、適宜発表された復旧見込みよりも大きくずれ込むこととなった。国土交通省上下水道地震対策検討委員会¹⁹⁾によると、これらの市町では、水道システムの上位施設に相当する、取水施設や浄水場などの基幹施設や、導水管・送水管などの基幹管路に壊滅的な被害が生じたことが、長期断水の大きな原因とされている。特に、輪島市内では大規模な斜面崩壊によりダクタイル鋳鉄管(NS形耐震接合)も損傷した。また、配水池、配水本管や配水支管にも大きな被害が発生したことも大きい。国土交通省上下水道地震対策検討委

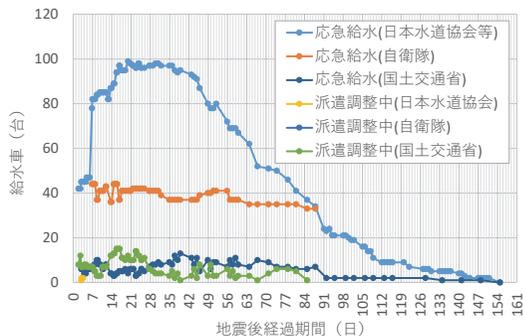
員会²⁰⁾のまとめによると、単位長さ当たりの被害率は、輪島市で1.60箇所/km、珠洲市で1.54箇所/km、七尾市で0.57箇所/km、穴水町で0.54箇所/km、能登町で0.51箇所/kmなど、既往地震と比較しても、きわめて高い値となっている。末端の給水管の破損により、断水解消とされた後でも水が使えず、修繕業者の確保も困難という問題も浮き彫りになった。

ここで、給水人口一人当たりの配水管路延長を、令和3年度水道統計²¹⁾に基づいて算出したところ、全国平均5.7m/人に対して、能登町で26.7m/人、珠洲市で23.4m/人、輪島市で19.4m/人、穴水町で19.3m/人と3～4倍の長さであることがわかった。前節で述べた配電柱1本あたりの戸数との関係と同様に、人口密度が低いためインフラとしての整備効率が悪いことが、復旧効率の悪さに結びついていると考えられる。給水人口一人当たりの配水管路延長が長い場合は、設備投資効果も悪くなることから、管路の脆弱性が高くなるという相関関係があることが明らかにされている²²⁾。この点を含めて、今後、脆弱性と曝露量の相乗効果を考慮した詳細な検討が必要である。

応急給水の実施状況^{16,17,23)}を図11(a)に示す。体制が整うまでに約1週間を要したが、その後100台以上が約2ヶ月間も継続し、ピークは2月1日の148台であった。図11(b)に示す内訳をみると、日本水道協会による水道事業者が大半を占めるが、自衛隊や国土交通省もかなり給水支援を行ってい



(a) 合計台数



(b) 水道事業者・自衛隊・国土交通省による内訳

図11 応急給水のための給水車台数の推移(石川県全体、文献^{16,17,23)}に基づいて作成)

ることがわかる(注: 3ヶ月以降は自衛隊のデータが欠損している)。集計方法が異なるため単純比較はできないが、既往地震における応急給水車台数をピーク時と比較すると、兵庫県南部地震で約750台、東北地方太平洋沖地震で約330台、熊本地震で108台、大阪府北部の地震で47台となっており、能登半島地震では、比較的多くの給水車により応急給水が実施されたといえる。

4.3 都市ガス供給システム

石川県内の都市ガス事業者としては、小松ガス(株)と金沢エナジー(株)がある。経済産業省の「令和6年能登半島地震に伴う被害について」¹⁰⁾によると、「金沢エナジーにおいて、石川県金沢市内で、最大438戸の供給支障」(1月2日17:00時点)とされているが、1月5日6:30時点では供給再開済である。都市ガス供給システムにおいては、ガス保安規程により、SIセンサを用いた地震観測によ

る観測 SI 値が 60, 70, 80, 90 kine のいずれかを上回った際に、第1次緊急停止判断として都市ガス供給を停止することとなっている²⁴⁾。石川県内の K-NET および KiK-net 観測点で観測された本震の水平 2 成分の加速度記録に基づいて SI 値を算出したところ、図12に示すように、ISK011 (K-NET 小松) では27.4 kine、ISK010 (K-NET 金沢) では14.7 kine となった。いずれも上記の停止基準値には達しておらず、ブロック供給遮断に至らなかったことを裏付けている。

強震域が広がった能登地方は都市ガスの供給区域ではなかったが、能登地方中北部で観測記録が得られた12観測点ではいずれも 60 kine を超過しており、うち 8 観測点では100 kine を超過している。仮に都市ガス供給エリアが展開されていたとすると、ほぼ全域で供給停止されていたと想定される。その場合は、被災地におけるライフライン関連の復旧作業量がさらに上乘せされることになり、復旧作業の錯綜など、事態の悪化に拍車をかけた可能性がある。

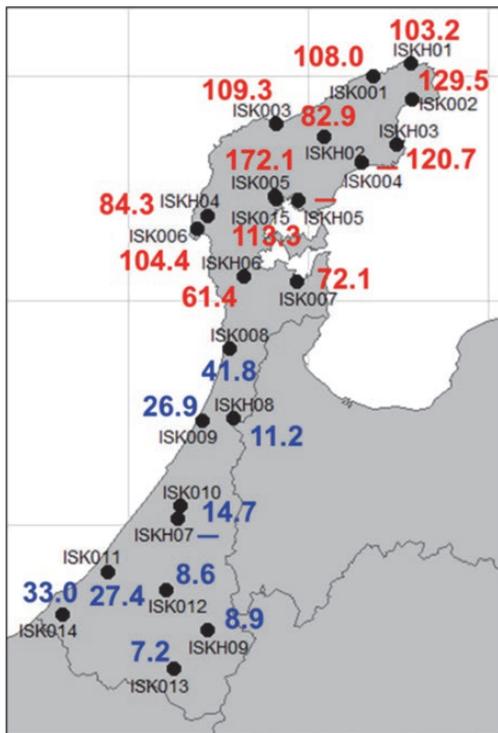


図12 K-NET および KiK-net 観測点における能登半島地震の観測 SI 値 (水平 2 成分合成値)

5. 避難者数の比較

避難者数に関するデータについては、石川県災害対策本部における被害報告資料²⁾として掲載された「避難所数の開設状況」に基づいて集計し、4章と同じ方法でデータをまとめた。石川県内の避難者数の推移を図13に示し、避難率 (= 避難者数 / 人口) の推移を図14, 図15に示す。分母の人口については令和5年12月1日現在の総人口とした。

石川県内の避難者数は最大時34,173人であった(1月4日10:00時点)。特に輪島市と珠洲市においては避難率50~60%という高い水準が5日間を超える事態となっている(ただし正月休みの一時的な滞在者も含まれると考えられ、単純な比較はできない)。発災から2~3週間の間に避難者数はかなり減少したものの、避難者解消のペースは非常に遅く、その後も数千人オーダーの状況が5ヶ月以上継続した。住家損壊が多数発生したこと、ライフライン途絶が長期化したこと、地震活動が活発な状況が継続して自宅に戻りにくいこと、などから避難所に留まらざるを得ない人が多かつ

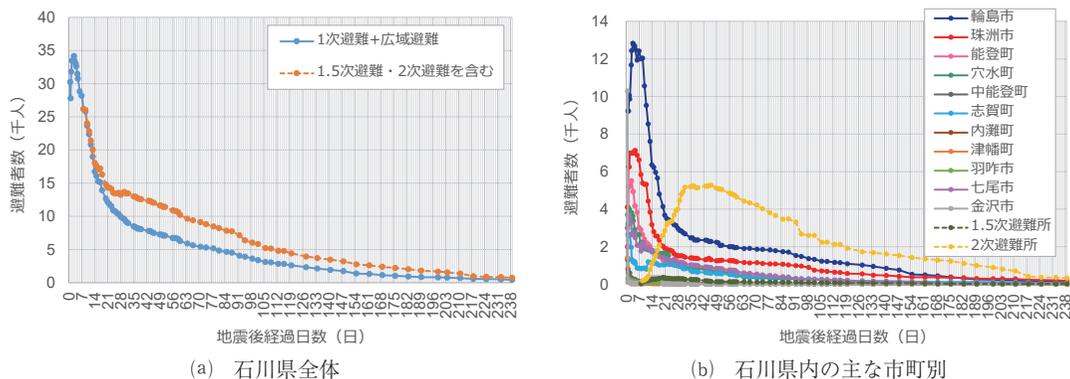


図13 避難者数の推移

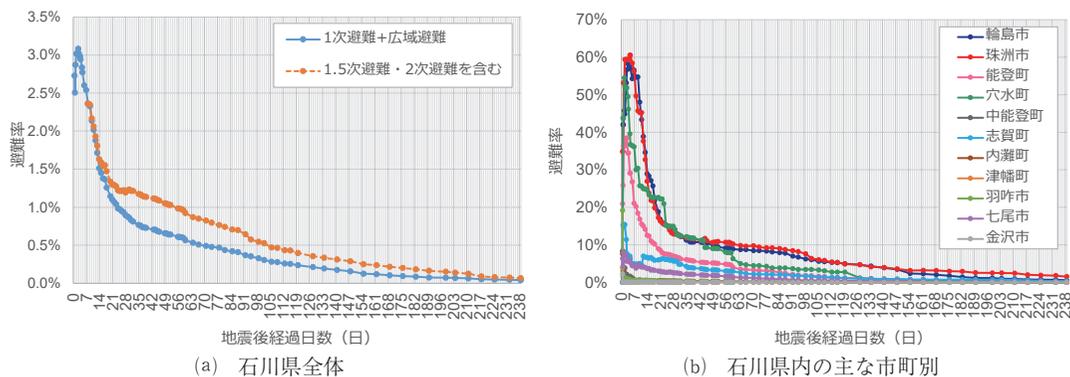


図14 避難率の推移

たとえられる。厳冬期であるのに加えて停電・断水のため避難所は劣悪な環境下にあった。自宅に戻れる人が少なかったことと、各戸へのライフライン供給再開が遅れたことは、悪循環の関係にあったといえる。

石川県では1月8日に「被災地からの避難（2次避難）」の支援を開始した（第21報，1月7日14:00現在¹⁾）。その趣旨は「自宅復旧や仮設住宅等への入居まで」の間、「被災地におけるライフラインの状況等に鑑み、自宅の復旧や仮設住宅等への入居までの間の被災者の生活環境を確保するため、被災地の避難所等から、被災地外の一時的な避難施設（1.5次避難所：いしかわ総合スポーツセンターメインアリーナ）やホテル・旅館等の2次避難所（県内外のホテル・旅館）への被災者の移動を支援」というものである。ライフライ

ン途絶の長期化を見越した措置として、これまでの震災に見られない特徴的な取り組みといえる。2次避難者数はピーク時には5,000人を超えており、その状態は約2週間続いている。

兵庫県南部地震，東北地方太平洋沖地震，熊本地震，能登半島地震における避難者数および避難解消率（＝（最大避難者数－避難者数）／最大避難者数）の推移をそれぞれ図16，図17に示す。最大避難者数は阪神・淡路大震災で約31.7万人，東日本大震災で約46.9万人，熊本地震で約10.3万人であり，能登半島地震の約3.4万人はこれらを大幅に下回っているが，避難解消率の推移は，東日本大震災に近い形状となっており，2ヶ月後以降は阪神・淡路大震災とも近くなっている。熊本地震では40%程度の高い避難率を示す自治体（益城町，西原村）が見られたが²⁷⁾，前述のように輪島市と

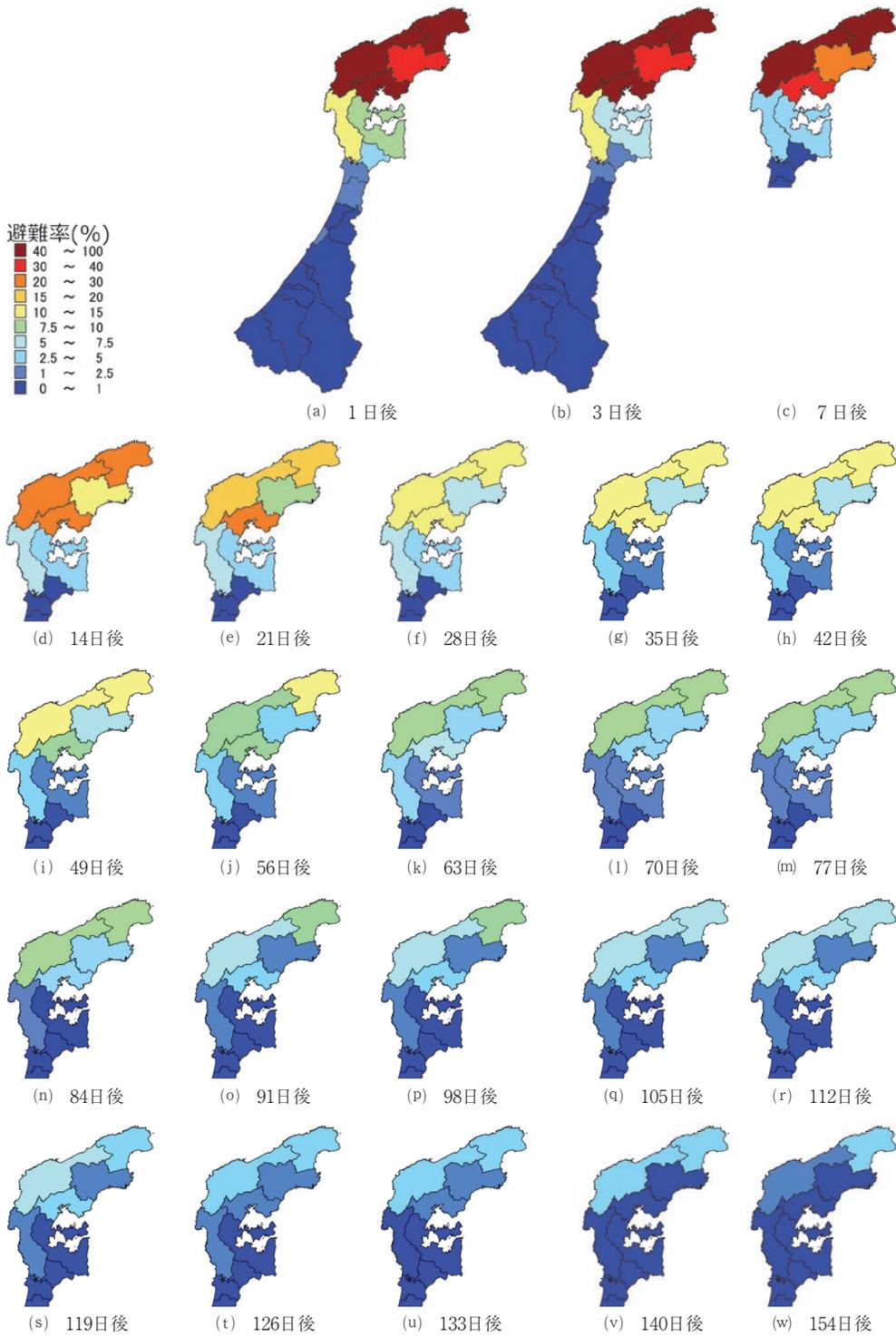


図15 避難率の推移(市町別・1次避難のみ)

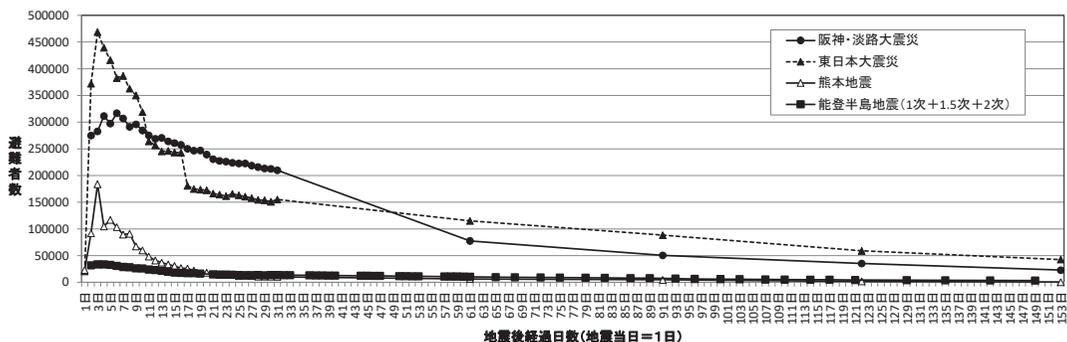


図16 避難者数の推移の比較 (文献²⁵⁻²⁷)に基づいて作成)

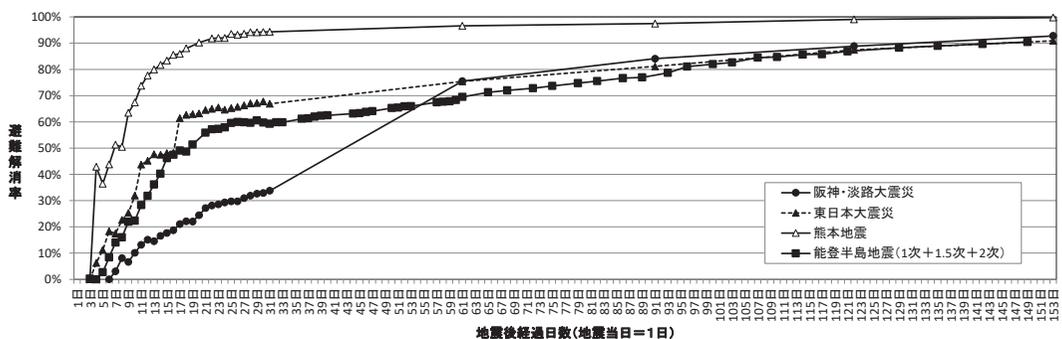


図17 避難解消率の推移の比較 (文献²⁵⁻²⁷)に基づいて作成)

珠洲市ではそれをかなり上回る規模であった。これまで、避難者の発生とその解消過程は、住家全半壊、停電・断水、余震、仮設住宅の整備等に関する状況と関連性が高いことが分かっている²⁷⁾。能登半島地震における状況についても精査することが求められる。

6. おわりに

本報告では、2024年能登半島地震によって石川県内に発生した停電・断水を対象として、既往の主要5地震における状況を踏まえて、初期停止戸数と復旧過程の災害間・システム間比較を行った。また、ライフラインの被災規模と関連性が深い震度曝露人口や、ライフラインの復旧過程と関連性が深い避難者の発生・解消の状況についても比較を行った。これらの比較検討を通じて、能登半島地震におけるライフライン被害の特徴を明らかにした。

能登半島地震の被災地は、人口減少・過疎化・少子高齢化が進み、耐震化率も低い地方であった。また本報告で示したように、人口密度の低さゆえに、インフラの整備効率も不可避的に悪い状況にあった。また、半島地形で地理的条件が悪い中で道路が寸断し、緊急対応、被災地支援、復旧作業などのすべてが大きく阻害された。こうしたことが複合的にライフライン復旧の遅延に結びついたと考えられる。一方、能登半島地震を、悪条件が重なった「特殊な災害」として捉えるのは短絡的であるといえる。能登地方は、日本の将来を30~40年先取りしているとも言われており、能登地方が直面した課題は、日本全体がリスクとして抱えている課題でもある。

被災地の復興計画に注目が集まる中で、石川県によって2024年6月「石川県創造的復興プラン」²⁸⁾がまとめられた。数ある取り組みの一つに、インフラ維持が困難な地域を「オフグリッド集落」と

して、ライフライン網に頼らず自立分散型の「点でまかなうインフラ」で生活基盤を維持し、持続可能なコミュニティを形成する、という方向性が示されている。その具体策としては、災害に強く持続可能な小規模分散型水循環システムの構築や、エネルギーの自立分散化のための省エネ・創エネ住宅の普及、電気自動車購入への助成、などが挙げられている。復興プランは9か年計画であり、インフラの復旧・復興と新たなインフラ整備をシームレス化する試みとして注目される。被災前の事前復興計画を考えるうえでも、能登半島地震を機に、新たなフェーズに入ったように思われる。

謝辞

本研究を実施するにあたり、防災科学技術研究所の関係者より J-RISQ の震度分布を提供いただいた。また SI 値の算出のため、防災科学技術研究所の K-NET, KiK-net の強震記録を使用した。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 石川県災害対策本部：令和6年(2024年)能登半島地震による被害等の状況について(第1～155報), <https://www.pref.ishikawa.lg.jp/saigai/202401jishin-taisakuhonbu.html#honbu> (2024年9月1日参照)
- 2) 能島暢呂・久世益充・杉戸真太・鈴木康夫：震度曝露人口による震災ポテンシャル評価の試み, 自然災害科学, Vol.23, No.3, 2004, pp.363-380.
- 3) 能島暢呂・久世益充・杉戸真太：2000～2005年の主な地震による震度曝露人口と住家・人的被害との相関に関する考察, 自然災害科学, Vol.25, No.2, 2006, pp.165-182.
- 4) 能島暢呂・藤原広行・森川信之・石川裕・奥村俊彦・宮腰淳一：震度曝露人口による活断層の地震リスク評価, 日本地震工学会論文集, 第10巻, 第2号, 2010, pp.22-40.
- 5) (国研)防災科学技術研究所：リアルタイム地震被害推定システム J-RISQ, <https://www.j-risq.bosai.go.jp/> (2024年3月30日参照)
- 6) 総務省統計局：政府統計の総合窓口 (e-Stat), 国勢調査, 平成17年国勢調査・平成27年国勢調査・令和2年国勢調査, <https://www.e-stat.go.jp>
- 7) 能島暢呂(分担執筆)：「自然災害科学・防災の百科事典」11章 都市災害 2. 都市への曝露量の集中, 丸善出版, 2022, pp.452-453.
- 8) 能島暢呂・湯山安由美・朱牟田善治・梶谷義雄：2018年北海道胆振東部地震被害調査報告書, 第10章 電力の被害と停電の影響, 地震被害調査シリーズ No.2, 土木学会, 2019.9, pp.298-327.
- 9) Nojima, N. and Maruyama, Y., "Comparison of Functional Damage and Restoration Processes of Utility Lifelines in the 2016 Kumamoto Earthquake, Japan with Two Great Earthquake Disasters in 1995 and 2011" JSCE Journal of Disaster FactSheets, 2016, FS2016-L-0005, 9p.
- 10) 経済産業省：「令和6年能登半島地震に伴う被害について」(1月1日17:30時点～3月15日13:00時点), <https://www.meti.go.jp/press/index.html>
- 11) 北陸電力送配電(株)：Web サイト「停電情報」, <https://www.rikuden.co.jp/nw/teiden/otj010.html> (2024年3月15日参照)
- 12) 北陸電力送配電(株)：Web サイト「供給エリア・設備概要 電力系統図」, https://www.rikuden.co.jp/nw_network/keitouzu.html (2024年1月19日参照)
- 13) 経済産業省産業保安グループ電力安全課：令和6年能登半島地震の対応について(令和6年3月21日), 第20回電気設備自然災害等対策 WG 資料, 2024.
- 14) 電気事業連合会送配電網協議会：令和6年能登半島地震に伴う復旧に向けた電力各社による応援派遣の状況について(更新版2024年2月6日), 2024.
- 15) 能島暢呂：熊本地震における供給系ライフラインの被害と復旧～震災から得られた教訓と残された課題～, 一般財団法人 消防防災科学センター, 消防防災の科学, 特集 平成28年熊本地震(2), No.127, 2017冬季号, 2017.1, pp.30-34.
- 16) 厚生労働省：「石川県能登地方を震源とする地震による被害状況等について」(第1～88報), https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_37198.html (2024年3月30日参照)
- 17) 国土交通省：「令和6年能登半島地震における被害と対応について」(第88～100報), https://www.mlit.go.jp/saigai/saigai_240101.html (2024年6月20日参照)
- 18) 石川県土木部水道企業課：県水の断水および復

- 旧状況, <https://www.pref.ishikawa.lg.jp/suido/r060117.html>
- 19) 国土交通省上下水道地震対策検討委員会：第1回(令和6年3月12日)資料4 上下水道施設の被害状況について, 2024.
- 20) 国土交通省上下水道地震対策検討委員会：第3回(令和6年8月27日)資料4-上下水道地震対策検討委員会報告書(案), 2024.
- 21) (公社)日本水道協会：水道統計「令和3年度」(第104号), 2023.
- 22) 能島暢呂・加藤宏紀：水道統計に基づく全国水道事業者の配水管路網の脆弱性評価, 土木学会論文集A1, Vol.70, No.4, 2014.7, pp.I_21-I_32.
- 23) (公社)日本水道協会：令和6年能登半島地震への対応について(4月1日16:00時点~5月31日16:00時点), http://www.jwwa.or.jp/topics/topics_20240125001.html (2024年6月20日参照)
- 24) 経済産業省産業保安グループガス安全室：都市ガス供給第一次緊急停止判断基準の最適化について(平成30年3月6日), 2018.
- 25) 国土交通省：平成22年度国土交通白書, <https://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h22/hakusho/h23/html/k1112000.html> (2024年3月30日参照)
- 26) 復興庁：ウェブサイト掲載資料, <https://www.reconstruction.go.jp/topics/hikaku2.pdf> (2024年3月30日参照)
- 27) 繁田健嗣・能島暢呂・永井小雪里・加藤宏紀：2016年熊本地震における避難者の発生・解消過程に関する基礎的考察, 土木学会論文集A1, Vol.74, No.4, 2018, pp.I_508-I_521.
- 28) 石川県：「石川県創造的復興プラン(令和6年6月)」, 2024.
- (投稿受理：2024年6月29日
訂正稿受理：2024年9月8日)

要 旨

2024年能登半島地震においては、ライフライン施設も壊滅的な被害を受け、その復旧には長期間を要した。このことは、被災地における生活や産業・経済に多大な影響を及ぼしたばかりでなく、緊急対応や復旧活動を阻害する要因となった。本報告では、供給系ライフラインのうち電気・水道に焦点を絞り、災害間比較の観点から、震度曝露人口、供給系ライフラインの被害・復旧、避難者数について、能登半島地震と5つの地震災害を比較して検証を行ったものである。比較対象としては、2度の大地震としての1995年兵庫県南部地震と2011年東北地方太平洋沖地震に加えて、それ以降の主要地震として2016年熊本地震、2018年大阪府北部の地震、2018年北海道胆振東部地震の計5地震をとりあげた。