

地震災害時における地域の脆弱性を考慮した 災害時要援護者に対する被災評価 —羽咋市のKDBデータを活用して—

森崎 裕磨¹・藤生 慎²・高山 純一³・中山 晶一朗⁴
柳原 清子⁵・西野 辰哉⁶・寒河江 雅彦⁷・平子 紘平⁸

¹学生会員 金沢大学大学院 自然科学研究科環境デザイン学専攻 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: yki20@stu.kanazawa-u.ac.jp

²正会員 金沢大学助教 理工研究域環境デザイン学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: fujju@se.kanazawa-u.ac.jp

³フェロー 金沢大学教授 理工研究域環境デザイン学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: takayama@staff.kanazawa-u.ac.jp

⁴正会員 金沢大学教授 理工研究域環境デザイン学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: nakayama@staff.kanazawa-u.ac.jp

⁵非会員 金沢大学准教授 医薬保健研究域保健学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: kyana@mhs.mp.kanazawa-u.ac.jp

⁶正会員 金沢大学准教授 理工研究域環境デザイン学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: tan378@se.kanazawa-u.ac.jp

⁷非会員 金沢大学教授 人間社会研究域経済学経営学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: sagae.masahiko@gmail.com

⁸正会員 金沢大学特任助教 先端科学・イノベーション推進機構 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: hirako@staff.kanazawa-u.ac.jp

平成 25 の災害対策基本法の一部改正により、災害時要援護者の名簿の作成義務化が規定され、さらなる避難支援の発展が期待されている。本研究では、現実的かつ効率的な避難支援計画を目指し、国民健康保険データベースの活用より、分析対象地域に住む災害時要援護者に対して町字単位の詳細な人数把握を行う。その後、地域が持つ地震災害に対する「脆弱性」を考慮した上で、主成分分析の活用から被災状況の定量評価を行うことにより、分析対象地をさらに詳細に分けた町字単位の地域に何人の災害時要援護者が存在し、どの程度の被災状況に陥るのかといった詳細な把握を行うことを目的とした。分析の結果、地域の脆弱性を考慮した上での被災評価を行うことにより、628 人の災害時要援護者が被災評価の値が比較的高い地域に居住していることが明らかとなった。

Key Words : KDB, vulnerable people, earthquake, disaster evaluation, principal component analysis

1. 本研究の背景と目的

(1) 災害時要援護者の現状

平成23年3月11日に発生した東日本大震災において、60歳以上である者の死亡率は、被災地での死亡者の約6割、障がい者の死亡率は被災地での死亡者の約2割であり、避難支援が必要であった者が特に大きな被害にあった¹⁾。また、被災地における医療・介護—東日本大震災

後の現状と課題—²⁾によると、慢性疾患への対応が喫緊の課題となったとある。さらに、同報告書より医療施設の被災や、水道や電気の途絶により、被災地で透析治療を提供できなくなったとあることから、人工透析を必要とした者、生活習慣病などの慢性的な疾患を持つ者に関しても、医療供給の不足などといった被害にあったことがわかる。こうした東日本大震災での教訓を踏まえ平成25年6月の災害対策基本法に一部改正が加わり、高齢者、

障がい者、傷病者、乳幼児、妊婦、外国人といった、発災時、自らを守るために安全な場所に避難するなどの一連の行動に支援を要する者の名簿作成を義務付けることが規定された³⁾。要介護状態区分、障害支援区分などの状況を考慮し、災害時要援護者名簿を作成することで、発災時にその要援護者についての情報を支援等関係者間でスムーズに共有することが可能となり、安否確認、避難支援で大いに活用可能であると期待されている。災害時の避難支援をさらに効率的かつ実効的なものにするためには、災害時要援護者の名簿作成に加えて、実際の大規模地震を想定した際に、地域が見舞われる震度と、どの程度の被災状況に陥るのかといった詳細な被災把握が不可欠であると言える。

(2) 本研究の目的

本研究では、地震災害時において早急に対応すべき災害時要援護者に焦点を当て、分析を行う。また、近年の防災計画の流れを汲み、町字単位という非常に詳細な地域単位を設定し、分析対象地の町字地域には何人の災害時要援護者が存在し、町字地域がどの程度の状況に見舞われるのかといった、被災しやすい人間の詳細な人数把握と、実際に被災する可能性のある市民の定量評価を行う。分析手法、及び分析手順は以下に示す通りである。

- i. 町字単位の災害時要援護者の把握には医療ビッグデータである国民健康保険データベース（以下、KDBデータ）を活用する。また、分析対象疾患は、前章において東日本大震災で喫緊の課題となった慢性疾患患者の中で、特に緊急性の高い患者である虚血性心疾患、脳血管疾患、慢性腎疾患などの透析を要する患者を対象とする。
- ii. 被災程度の定量評価に関しては町字を分析単位とし、地震動による「外力」、町字地域が持つ「脆弱性」を定量評価し、被災評価を行うこととする。なお、地震動による「外力」は、J-SHIS地震ハザードステーション⁴⁾内の震源断層を特定した地震動予測地図から計測震度の値を活用し算出を行う。町字地域が持つ地震災害に対する「脆弱性」は、GISの活用と、主成分分析を用いることにより算出を行うこととする。主成分分析を行う際に用いる地震災害時の代理変数としては、「人口密度（人/km²）」、「高齢者人口密度（人/km²）」、「町字地域面積に占める建物面積の割合」、「町字地域内の全道路長さ（km）」の4つとした。
- iii. (i)、(ii)の結果から、町字地域に住む災害時要援護者の詳細な人数と、彼らが被災する可能性のある被災程度を明らかにすることが出来る。

2. 既往研究

(1) 災害時要援護者に関する既往研究

災害時要援護者に関する研究としては、柳原⁵⁾による、災害時要援護者の避難支援体制に関する一考察がある。東日本大震災において、高齢者や障がい者の死亡率が、一般の健常者に比べ高いことを受けて、南海トラフ大地震に向けて、ヒアリング調査を行い、各地域がどの程度災害時要援護者に対する避難支援を行っているかなどの支援対策の現状について明らかにし、現状の課題や今後の体制の在り方について考察したものである。

難波ら⁶⁾による、災害弱者の現状把握と災害時の避難に関する研究—東広島市中心地域を対象としたケーススタディーがある。広島県東広島市中心地域における避難場所や、災害弱者が危険に見舞われると考えられる箇所の把握を行い、避難圏域に関する分析を行っている。

三木ら⁷⁾による、東日本大震災における地域住民の津波避難行動の実態把握：災害時要援護者を含めた避難者の分析がある。東日本大震災での実際の避難距離や経路から避難行動特性の把握を行い、今後の津波計画策定に寄与することを目的としており、津波発生時の避難行動を生存者への既往アンケート調査結果から、生存者の避難行動特性を数量的に把握している。

伊東ら⁸⁾による、モデル校区の災害時要援護者の心身等の状態と避難施設別分類の分析 A・B市の災害時要援護者の避難施設選定と収容力に関する研究（その1）がある。杉山ら⁹⁾による、避難率に応じた災害時要援護者の避難施設別人数の推計 A・B市の災害時要援護者の避難施設選定と収容力に関する研究（その2）がある。渡邊ら¹⁰⁾による災害時要援護者の避難施設の収容力の分析 A・B市の災害時要援護者の避難施設選定と収容力に関する研究（その3）がある。伊藤ら、杉山ら、渡辺らは、A市、B市の2つの市の災害時要援護者の中でも、障がい者、要介護認定者を対象として、地震の際に想定される、心身状態別の避難施設の選定と、避難施設タイプ別の避難所収容力の分析を行っている。

(2) 医療ビッグデータを活用した災害時要援護者に関する既往研究

KDBデータを活用して、災害時要援護者を対象に分析を行った研究は非常に数が少なく、玉森ら¹¹⁾による、大規模地震時における災害時要援護者の避難シミュレーション～国民健康保険データベースを用いて～がある。石川県小松市のKDBデータを用いて、小松市における要介護者、高額医療を要する者、人工透析患者の分布把握を行い、最寄りの介護施設、医療施設への避難シミュレーションを実施している。また、森崎¹²⁾らによる大規模地震を想定した重大な疾患を持つ災害時要援護者の利

用可能な避難施設に関する考察一鳩山町の国民健康保険データベースを活用して一がある。J-SHIS地震ハザードステーションや、建物の全半壊率曲線等を活用して、大地震の発生を想定した際の建物被害の把握と利用可能避難施設の抽出を行い、災害時要援護者の中でも特に自力での避難が困難である重大な疾患を持つ患者の実態を明らかにしている。

(3) 自然災害を対象とした被災評価に関する既往研究

地震災害、土砂災害等、自然災害を対象とし、被災評価を行った既往研究はほとんど存在せず、池永ら¹³⁾による将来の人口減少を考慮した総合的な自然災害リスクの評価がある。将来の人口減少を考慮した上で、地震災害、洪水災害、土砂災害の総合的な災害リスクの評価を行っており、危険区域人口割合と人口減少率から、都道府県単位での災害リスクを把握している。

(4) 東日本大震災における被災実態

蘇武ら¹⁴⁾の、東日本大震災の被災実態からみた難病患者の防災対策は、東日本大震災において被災した、岩手県内の難病及び慢性疾患患者対象として、アンケート調査を行い、詳細な被災状況を明らかにした研究である。被災時の困りごととしては、「停電」、「断水による水不足」、「ガソリン不足」、「薬なし」が挙げられ、具体的に、停電、断水によって、透析が行えなかったことや、断水によって薬を服用できなかったとの声があった。

また、東日本大震災の概況と政策課題¹⁵⁾によると、東日本大震災では、津波被害が大きかったため、外科的な治療が必要な患者こそ少なかったが、慢性期・慢性疾患への対応が喫緊の課題となった。また医療施設の被災や水道や電気等のライフラインの断絶、物流の混乱による医薬品の不足が著しかったため、人工透析患者や慢性疾患患者の症状悪化を防ぐ目的で、患者の域内搬送、広域搬送がDMATによって行われたとある。

(5) 既往研究・報告書を踏まえた本研究の位置づけ

本章(1)で挙げたような災害時要援護者に焦点を当てた研究は、過去の大規模地震を踏まえて、今後の避難支援計画の在り方について考察を行ったものや、災害時要援護者の避難行動把握、避難圏域把握を行ったものである。また、災害時要援護者の避難収容力に関する研究も行われている一方で、これらの研究は、実際に起こり得る地震を想定した際に災害時要援護者がどのような被災状況に陥るかといった、現実を想定した研究ではない。また、災害時要援護者の中でも高齢者や、介護を必要とする者を分析対象としている研究が多く、本論文の冒頭において問題であると述べた慢性疾患を持った者に焦点を当てていない。さらに、池永らによる研究は、自然災

害のリスク評価をおこなっているものの、都道府県単位のリスク評価にとどまっており、近年の防災計画に求められている町字単位などの詳細な地域での把握を行っていない。

以上を踏まえ、本研究では、町字単位という非常に詳細な地域単位を設定し、KDBデータの活用から分析対象地の町字地域には何人の災害時要援護者が存在し、町字地域がどの程度の状況に見舞われるのかといった、被災しやすい人間の詳細な人数把握と、実際に被災する可能性のある市民の定量評価を行う。

また、玉森らや森崎らは、KDBデータを活用し、地震災害時における災害時要援護者を対象として医療施設への避難シミュレーション、使用可能医療施設の抽出といった研究を行っているが、本研究は、KDBデータを活用し被災評価を行うものであり、上記の研究とは明らかに差異が見られる。

3. 分析対象地・石川県羽咋市の概要¹⁶⁾

本研究では、石川県羽咋市を分析対象地域とする。

石川県羽咋市は能登半島の基部西側に位置する。北は羽咋郡志賀町、東は富山県氷見、南は羽咋郡宝達志水町と接している。西には日本海と面しており、市内有数の観光地である千里浜が南北に広がっている。人口は22,268人(平成29年4月1日時点)、世帯数は8,530世帯であり、面積は81.85km²である。また、高齢者が人口に占める割合である高齢率は36.2%(平成28年4月1日時点)と非常に高い割合を示している。図-1に、羽咋市とその町字区分を示す。なお、石川県羽咋市は65の町字区分にわけることができ、本研究における以降の分析は、図-1に示す通りの65区分に関して災害時要援護者の算出及び、被災評価を行うこととする。

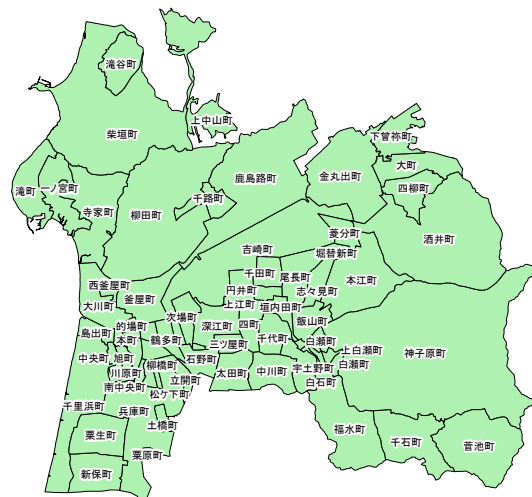


図-1 石川県羽咋市と町字区分

4. KDBデータの概要と災害時要援護者の算出

本章では、被災評価を行う上で不可欠な災害時要援護者の算出に用いるKDBデータの概要と、分析対象疾患の設定、対象疾患を患う患者数の算出結果について示す。

(1) KDBデータの概要

本研究は、被災評価を行う上で不可欠な災害時要援護者の算出において、医療ビッグデータであるKDBデータを活用する。KDBデータ内の帳票の中に「厚生労働省様式(様式1-1)」、「厚生労働省様式(様式2-2)」があり、これらを用いて分析を行う。「厚生労働省様式(様式1-1)」には、使用した医療費が月ごとに個人別に記されており、そのほかに受診時に診断された疾患名、入院外来区分、個人属性を知ることが出来る。「厚生労働省様式(様式2-2)」は、透析が必要である患者がピックアップされたデータであり、月ごとのレセプト決定点数が個人別に記されている。また、厚生労働省様式(様式1-1)と同じく、個人属性、受診時に診断された疾患名、個人属性についても記されている。表-1に厚生労働省様式(様式1-1)の一例を、表-2に厚生労働省様式(様式2-2)の一例を示す。なお、使用したKDBデータの例を示す表-1、表-2において、「性別」、「年齢」、「生年月日(年)」、「生年月日(月)」、「住所」の項目については、個人を特定する可能性があるため、空欄とした。

(2) 分析対象疾患の設定と算出結果

KDBデータより算出可能である疾患は、「厚生労働省様式(様式1-1)」からは、高血圧症、糖尿病、虚血性心疾患、脳血管疾患等の慢性疾患である。また、「厚生労働省様式(様式2-2)」からは、透析を必要とする慢性腎疾患等である。1章(1)にて述べたように、東日本大震災において、慢性疾患患者への対応が喫緊の課題

となった背景を鑑みて、本研究で扱う災害時要援護者は、KDBデータより算出可能であり、かつ慢性疾患の中でも緊急性を持ち、命を落とすリスクの高い、「虚血性心疾患患者」、「脳血管疾患患者」、「透析を必要とする患者」の3疾患を患う者とする。分析対象期間は、平成27年度の1年とし、40歳以上の者を対象とし、サンプル数は13,467人とした。

KDBデータより得られる、羽咋市全体における虚血性心疾患患者数、脳血管疾患患者数、透析を必要とする患者数の算出結果を表-3に示す。厚生労働省様式(様式1-1)より虚血性心疾患と診断された者は1,276名、脳血管疾患と診断された者は1,036名、透析が必要であると診断された者は56名であった。また、3疾患のうち、少なくとも1疾患を患う者は1,985名であった。ここで、上記3疾患のうち、少なくとも1疾患を患っていれば、災害時には、十分緊急性がある者であるとみなして、1,985名を本研究における「災害時要援護者」とした。なお、町字別の災害時要援護者数は、表-5の分析結果にて示すこととする。

本研究において、KDBデータの持つ問題点としては、KDBデータは国民健康保険に加入している者のみを対象としているため、算出された患者数が過小算出となっている可能性が考えられる。一方、本研究において、KDBデータを使用する理由としてはKDBデータが町字単位の疾患別の患者数の把握に非常に適しているといった大きな利点が存在するためである。羽咋市における虚血性心疾患患者数、脳血管疾患患者数、透析を必要とす

表-3 KDBデータを用いた災害時要援護者の算出結果

対象疾患	患者数(人)
虚血性心疾患と診断された者	1,276
脳血管疾患と診断された者	1,036
透析が必要であると診断された者	56
3疾患のうちの少なくとも1疾患を患っている者	1,985

表-1 厚生労働省様式(様式1-1)の一例(出典:羽咋市のKDBデータより作成)

性別	年齢	生年月日(年)	生年月日(月)	住所	入院外来区分	費用額	高血圧症	糖尿病	脂質異常症	高尿酸血症	虚血性心疾患	脳血管疾患	個人番号
					外来	29,740		●	●		●		6154
					外来	11,870	●						6407
					入院	535,930							3673
					外来	25,800	●	●					6144
					外来	12,410					●		6772
					外来	7,880							6812
					外来	45,760							4043
					外来	7,320	●					●	5609

表-2 厚生労働省様式(様式2-2)の一例(出典:羽咋市のKDBデータより作成)

性別	年齢	生年月日(年)	生年月日(月)	住所	直近月レセプトの決定点数	糖尿病	糖尿病性	動脈閉塞	高血圧症	高尿酸血症	虚血性心疾患	脳血管疾患	個人番号
					42,751				●		●		107
					37,600			●			●	●	6063
					50,133	●			●		●	●	1764
					35,946		●		●	●	●	●	1764
					●	●			●		●	●	1804
					●				●			●	2031
					●				●			●	2225
					●				●			●	2641

る患者数といった町字単位の傷病別の患者数の把握は、KDBデータ以外のデータでは困難であるため、羽咋市内の、本研究における災害時要援護者数の網羅的な把握はできないという問題点はあるものの、本研究においては災害時要援護者数の詳細な把握にはKDBデータを活用することとする。

5. 地域の脆弱性を考慮した被災評価

本章では、震源断層を特定した際の羽咋市が見舞われる震度の把握と、各町字地域が持つ脆弱性の定量評価を行い、その後、羽咋市における地域の脆弱性を考慮した被災評価を行う。はじめに、被災評価を行う際の基本的な考えについて述べる。

本研究では、石川県羽咋市を対象として、震源断層を特定し、羽咋市の各町字がどの程度の震度に見舞われるかといった、地震動の「外力」と、羽咋市の町字地域が持つ地震災害に対する「脆弱性」から被災評価を行う。以下に、本研究において被災評価を行う際に用いる、「被災評価」と「外力」と「脆弱性」の関係式を示す。また、本節の(1)、(2)において、詳細な分析手順と分析結果を示す。

$$D = H \cdot V(X_i) \quad (1)$$

D : 被災評価 (Disaster)

H : 外力 (Hazard)

V (X_i) : 脆弱性 (Vulnerability)

(1) 地震動による「外力」の算出

町字単位の地震動による外力の算出には、J-SHIS地震ハザードステーションを活用する。J-SHISが提供しているサービスに、震源断層を特定した地震動予測地図があり、羽咋市で大きな震度が観測されると想定される震源断層を特定することが出来る。また、その断層で地震が発生した場合の震度分布も把握できる。羽咋市で大きな揺れが観測されると予想される断層は、石川県中部に分布する邑知潟断層帯や、砺波平野の北西縁及び南東縁に位置する砺波平野断層などがある。J-SHISは、二つの断層で同時に地震が発生した際の地震動の予測はできないため、本研究では、羽咋市において、より大きな揺れが起こると予想される邑知潟断層帯で大規模地震が発生した場合を考慮することとする。図-2に邑知潟断層帯と震源位置を示す。構成されている関東平野北西縁断層帯である。羽咋市がどの程度の揺れに見舞われるのかの把握を目的とし、邑知潟断層帯の震源位置において地震が発生した時の羽咋市が見舞われる震度の程度についてGISを

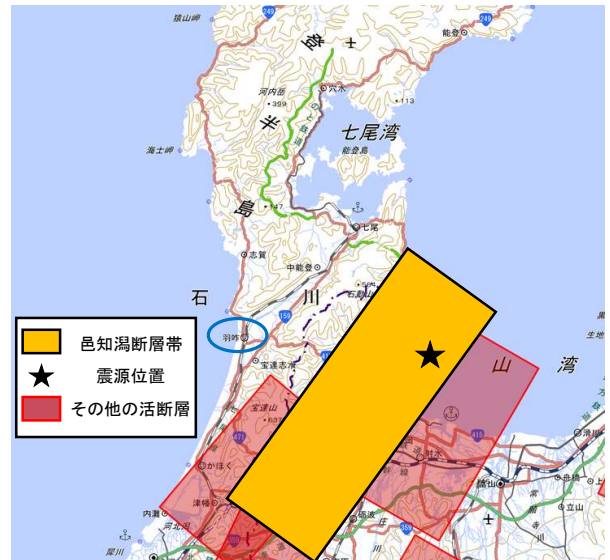


図-2 邑知潟断層帯と震源位置

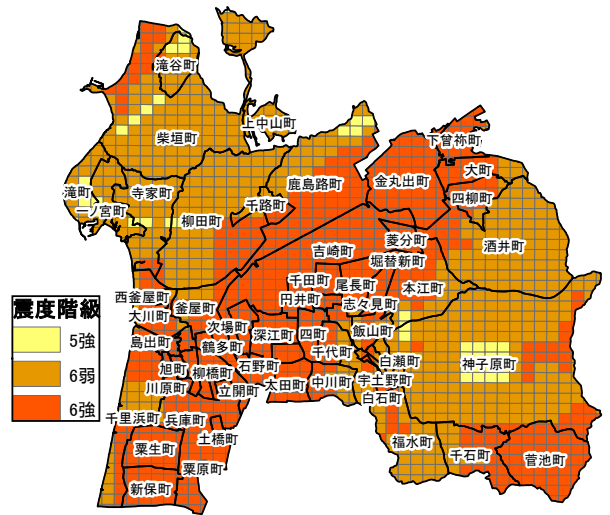


図-3 邑知潟断層帯で地震が起こった際の震度階級の見える化

用いて見える化を行う。図-3に見える化を行った結果を示す。図-3から羽咋市全域において6弱から6強の揺れに見舞われている。羽咋市の西部、東部で6弱を観測する箇所が多く、羽咋市役所のある旭町は6強の揺れに見舞われることがわかる。

次に、具体的な町字単位の地震動による外力の算出法について述べる。図-3からわかるように、J-SHISから得られる地震動の情報は250mメッシュ単位であり、メッシュ毎に見舞われる計測震度の把握が可能である。本研究では、地震動による「外力」は、各町字地域が持っている地震動に対する代理指標として扱うという考えのもと、各町字地域が見舞われる計測震度の平均値(町字地域に含まれている各メッシュが持っている各計測震度の平均値)として算出することとした。なお、町字別の詳細な地震動による外力は表-5の分析結果にて示す。

(2) 地震による「脆弱性」の定量評価

町字単位の地震による脆弱性の定量評価には、多変量解析である主成分分析を用いる。地震災害による地域の脆弱性を測る際に、本研究では、人間、建物、道路網に着目した3つの脆弱性を考慮し、代理変数としては、①人口密度（人/km²）、②高齢者人口密度（人/km²）、③町字地域面積に占める建物面積の割合、④町字地域内の全道路長さ（km）の4つとした。人口密度（人/km²）と高齢者人口密度（人/km²）については、町字地域が持つ、人間に対する脆弱性を表している。特に、高齢者人口密度は災害時に特に被害を受けるリスクの高い高齢者に焦点を当てた代理変数である。また、町字地域面積に占める建物面積の割合は、建物倒壊や、建物火災といった町字地域が持つ、建物に対する脆弱性を表している。町字地域内の全道路長さ（km）は、道路長が発達しているほど避難の容易性が上昇するため、脆弱性は減少するという考えのもと設定した代理変数である。

上記の4変数を地震災害時の代理変数として主成分分析を行い、4つの変数を総合指標化し、定量評価を行い、町字別の脆弱性を測る。①、②に関しては平成22年度の国勢調査¹⁷⁾の結果より、町字ごとに算出を行った。また、③の建物面積に関する情報は、Arc GIS Data Collection 2014より得られる詳細地図2014より入手し、④の道路長に関する情報は、Arc GIS Data Collection 2014より得られる基本統計2014よりそれぞれ入手し、GISによる地理情報分析から、各変数値を算出した。

(3) 主成分分析による「脆弱性」の定量評価

前節において記述した、GISによる地理情報分析から得られた①～④の各変数を用いて主成分分析を行った結果を示す（表-4）（図-4）。表-4は主成分1～4までの固有値、寄与率、累積寄与率を示している。本研究においては、寄与率が67.77%を示した第1主成分をそのまま各町字の脆弱性として用いることとする。図-4は、第1主成分における各変数の主成分負荷量を示している。人口密度と高齢者人口密度の負荷量が極めて高く、続いて建物面積の割合が0.8807となっている。また、もっとも主成分負荷量低くなったのは、全道路長であり、負荷量は0.3033であった。なお、全道路長の変数に逆数が取られているが、これは各変数の影響の正負の向きを揃えるために行ったものである。なお、脆弱性の総合得点指標である第一主成分得点や、各変数値など、町字ごとの詳細な計算値については、表-5の分析結果にて一括に示してある。

(4) 外力と脆弱性から算出される「被災評価」

本章 (1) , (2) , (3) にて、被災評価を行う事前準備としての、J-SHISの活用から得られた計測震度によ

表-4 主成分1～4の固有値、寄与率、累積寄与率

主成分	固有値	寄与率	累積寄与率
1	2.711	67.77%	67.77%
2	0.941	23.53%	91.30%
3	0.317	7.92%	99.22%
4	0.031	0.78%	100.00%

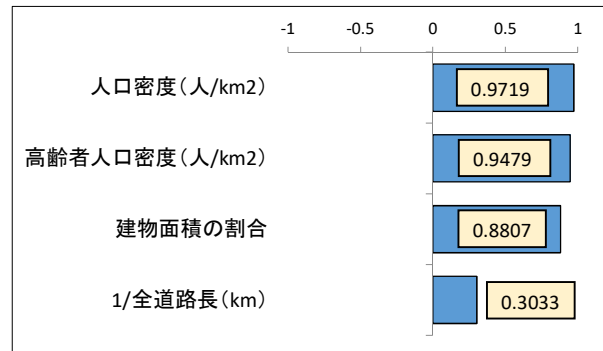


図-4 第1主成分における各変数の主成分負荷量

る「外力」の算出、主成分分析による、町字が持つ地域特性を考慮した「脆弱性」の定量評価を行った。以上の結果と(1)式を用いて、地域の脆弱性を考慮した町字ごとの被災評価を行う。

表-5にKDBによる災害時要援護者数の算出結果、計測震度より算出された「外力」の値、主成分分析を行う際の各変数の値、値主成分分析の第1主成分得点、被災評価の値をそれぞれ示す。表-5より、災害時要援護者数は、最も多い町字は千里浜町で197人、最も少ない町字で柳橋町で0人であった。また、町字に対する災害時要援護者の平均値は30.54人であった。さらに、表-5に示す被災評価の値を見ると、最も被災評価の値が高い地域は若草町で43.06であり、平均値は0.06であることから、若草町震災被害に対する影響を最も受けやすい町字であることがわかる。また、若草町は災害時要援護者を12人有しており、若草町に住む12人は著しく被災しやすいと言える。被災評価の平均値が0.06であり、全65町字地域のうち、被災評価の平均を超える地域は19地域存在する結果となった。さらに被災評価の平均を超える19地域に住む災害時要援護者数の合計は628人であり、本研究で対象とした災害時要援護者数1,985名のうちで、31.64%が被災評価が平均を超える地域に居住していることがわかる。次に、羽咋市における被災評価の位置関係に着目し、GISを用いて見える化を行う。図-5に被災評価の見える化を示す。図-5による見える化を行うことにより、視覚的に被災評価を行うことが出来る。被災評価の値が平均である0.06を超える町字は羽咋市の西部に集中していることがわかる。また、災害時要援護者数が最も多い千里浜町や、羽咋市役所が置かれている旭町周辺に被災評価

表-5 各町字地域に対する各分析結果と被災評価と、災害時要援護者数

町字地域	人口密度(人/km2)	高齢者人口密度(人/km2)	建物面積の割合	1/単位面積当たりの道路長(1/km)	第1主成分得点	平均計測震度	被災評価	災害時要援護者数(人)
若草町	4.35	3.53	4.21	-0.68	7.14	6.03	43.06	12
御坊山町	4.03	3.53	2.61	-0.68	5.83	5.99	34.90	34
的場町	1.88	3.19	1.46	-0.64	3.69	5.98	22.05	54
旭町	1.62	1.98	1.31	-0.53	2.86	6.03	17.28	32
川原町	1.44	1.69	1.48	-0.57	2.61	6.04	15.74	49
中央町	0.96	1.16	2.40	-0.55	2.52	5.97	15.01	36
本町	2.11	2.64	-0.79	-0.62	2.39	6.02	14.37	38
南中央町	0.84	0.45	2.01	-0.46	1.93	5.96	11.47	22
島出町	1.10	1.23	0.21	-0.51	1.42	5.94	8.43	55
東川原町	0.97	0.92	0.59	-0.57	1.38	6.05	8.32	34
西釜屋町	-0.04	-0.08	2.33	-0.41	1.28	5.91	7.57	14
上白瀬町	0.17	0.12	0.01	0.90	1.25	5.81	7.28	19
松ヶ下町	0.79	0.41	0.36	-0.55	0.93	5.99	5.58	19
栗原町	0.11	0.36	0.08	-0.52	0.72	6.02	4.30	10
石野町	0.17	-0.27	0.85	-0.52	0.30	6.02	1.79	24
千路町	0.19	0.37	0.16	-0.53	0.31	5.74	1.77	83
柳橋町	-0.35	-0.49	1.17	-0.35	0.23	6.01	1.36	0
大川町	0.23	0.07	0.20	-0.44	0.16	5.88	0.94	79
立開町	0.54	-0.27	-0.09	-0.53	0.09	5.99	0.55	14
鶴多町	-0.29	-0.53	1.00	-0.48	0.01	6.01	0.05	6
千里浜町	0.17	0.13	-0.12	-0.41	-0.03	5.88	-0.18	197
土橋町	-0.20	0.00	-0.08	-0.53	-0.13	6.01	-0.78	10
飯山町	-0.16	-0.09	-0.07	0.03	-0.19	5.83	-1.12	31
掘替新町	-0.38	-0.29	0.22	-0.28	-0.20	6.23	-1.24	16
東的場町	-0.10	-0.34	-0.03	-0.52	-0.24	6.03	-1.45	7
一ノ宮町	-0.30	-0.31	-0.03	-0.36	-0.49	5.54	-2.71	51
新保町	-0.32	-0.37	-0.06	-0.19	-0.53	5.95	-3.13	40
垣内田町	-0.54	-0.54	-0.47	0.44	-0.54	5.88	-3.19	8
四柳町	-0.34	-0.36	-0.19	-0.02	-0.58	5.88	-3.39	34
大町	-0.34	-0.31	-0.17	-0.37	-0.58	5.93	-3.45	49
滝町	-0.32	-0.23	-0.43	-0.42	-0.68	5.44	-3.68	50
白瀬町	-0.53	-0.45	-0.42	0.34	-0.64	5.80	-3.69	15
千代町	-0.39	-0.45	-0.21	-0.32	-0.67	5.95	-3.98	14
粟生町	-0.41	-0.46	-0.13	-0.28	-0.69	6.01	-4.13	37
白石町	-0.56	-0.54	-0.73	-0.07	-0.71	5.88	-4.19	2
円井町	-0.35	-0.31	-0.47	-0.46	-0.72	6.00	-4.31	13
上江町	-0.40	-0.44	-0.54	-0.47	-0.74	6.04	-4.49	4
三ツ屋町	-0.42	-0.44	-0.60	-0.17	-0.75	6.02	-4.49	6
釜屋町	-0.45	-0.49	-0.21	-0.32	-0.77	5.95	-4.60	26
本江町	-0.47	-0.35	-0.44	1.27	-0.78	5.92	-4.61	46
宇土野町	-0.57	-0.51	-0.64	1.09	-0.80	5.76	-4.63	13
次場町	-0.30	-0.38	-0.53	-0.52	-0.78	5.97	-4.64	12
深江町	-0.42	-0.52	-0.33	-0.27	-0.82	5.97	-4.88	16
下曾祿町	-0.44	-0.44	-0.43	-0.45	-0.86	5.98	-5.14	25
千田町	-0.46	-0.37	-0.56	-0.41	-0.85	6.11	-5.19	18
寺家町	-0.56	-0.53	-0.31	-0.27	-0.94	5.64	-5.27	39
志々見町	-0.53	-0.51	-0.69	0.36	-0.85	6.21	-5.31	11
四町	-0.43	-0.41	-0.63	-0.40	-0.91	5.98	-5.44	21
太田町	-0.49	-0.48	-0.41	-0.49	-0.91	6.03	-5.46	17
菱分町	-0.52	-0.45	-0.74	0.01	-0.89	6.20	-5.54	11
尾長町	-0.51	-0.48	-0.54	0.08	-0.91	6.15	-5.60	24
滝谷町	-0.58	-0.51	-0.57	-0.05	-1.01	5.59	-5.68	17
中川町	-0.53	-0.49	-0.68	-0.29	-1.06	5.84	-6.18	19
兵庫町	-0.52	-0.53	-0.58	-0.44	-1.07	5.99	-6.43	59
千石町	-0.69	-0.65	-0.83	3.62	-1.11	5.91	-6.56	4
上中山町	-0.67	-0.63	-0.81	0.27	-1.16	5.70	-6.63	3
福水町	-0.67	-0.62	-0.77	2.34	-1.18	5.75	-6.76	8
柴垣町	-0.63	-0.59	-0.74	0.38	-1.25	5.62	-7.00	84
酒井町	-0.64	-0.60	-0.78	1.99	-1.25	5.67	-7.10	67
柳田町	-0.63	-0.59	-0.71	-0.27	-1.25	5.71	-7.14	53
鹿島路町	-0.61	-0.56	-0.78	-0.10	-1.25	5.84	-7.31	70
神子原町	-0.69	-0.66	-0.88	5.02	-1.37	5.68	-7.78	29
金丸出町	-0.63	-0.59	-0.79	-0.33	-1.28	6.09	-7.81	22
吉崎町	-0.62	-0.61	-0.80	-0.21	-1.29	6.08	-7.84	42
菅池町	-0.69	-0.65	-0.89	1.64	-1.32	6.03	-7.94	11
平均値							0.06	30.54

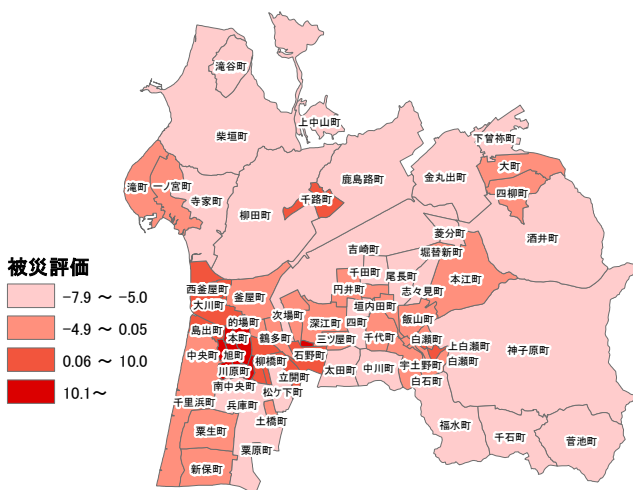


図-5 町字ごとの被災評価の見える化

において、甚大な被災状況に陥る可能性があると言える。

さらに、災害時要援護者数と被災評価の値との関係を視覚的の把握を行う。図-6に町字地域ごとの災害時要援護者数と被災評価の関係を示す。図-6より、多くの点は災害時要援護者数は50人を下回り被災評価についても平均を下回っている結果が見て取れる。また、島出町、旭町、川原町、的場町、中央町エリアは、被災評価値が比較的高く、災害時要援護者数についても、各町字に20~55人程度居住していることがわかる。さらに、羽咋市の北部、東部のは被災評価の値が低い町字地域が集まっている傾向が読み取れるが、その中でも、大町、四柳町、千路町、滝町、一宮町といった周囲は被災評価が低い、1地域のみ被災評価が周囲と比較した時、高いという町字が点在していることもわかる。

が比較的高く密集していることから、邑知潟断層帯における大規模地震が発生した際には羽咋市の人口集中地域

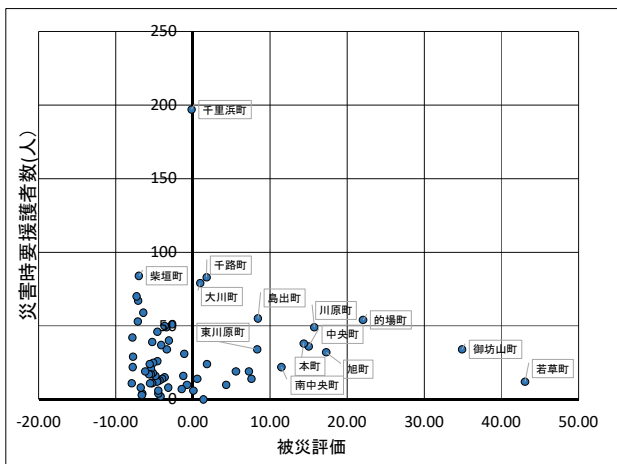


図-6 災害時要援護者数と被災評価の関係

6. まとめと今後の課題

本研究では、地震災害時において早急に対応すべき災害時要援護者の中でも、虚血性心疾患患者、脳血管疾患患者、透析を必要とする患者に焦点を当て、分析を行った。KDBデータの活用により、町字単位の患者数の把握ができた。また、GISによる地理情報分析により、町字の「脆弱性」を主成分分析により定量評価をし、さらに、J-SHISの活用と計測震度の利用から町字単位の、地震動による「外力」の代理指標の算出を行った。

上記の分析に加え、(1)式の利用により、羽咋市における町字単位の被災評価、及び、災害時要援護者数の把握を行い、町字内に何人災害時要援護者が存在しており、どの程度の被災状況に陥るのか、といった本研究における災害時要援護者に関する詳細な被災状況を明らかにした。

また、人口密度 (人/km²)、高齢者人口密度 (人/km²)、町字地域面積に占める建物面積の割合、町字地域内の全道路長さ (km) の4変数を用いた主成分分析から地域における「脆弱性」の評価を行う一つの可能性を見いだすことができた。

また、分析により得られた被災評価と、KDBデータとの活用により、島出町、旭町、川原町、的場町、中央町といった、羽咋市における中心エリアは、被災評価値が比較的高く、災害時要援護者数についても、各町字に20~55人程度居住していることがわかった。また、KDBデータは近年、医療・保健学分野で活躍が始まっているデータであるが、本研究では、KDBデータを町字単位での詳細な防災計画への活用可能性への示唆を得ることが出来た。

今後の研究課題としては、主成分分析にて用いた変数の精緻化、及び、高度化を行う。具体的には工場、公園、避難所といった施設のデータを用いて変数に加えて分析

を行う。また、感度分析を行うことにより、避難所や避難機能を持つ公園の適正配置による、被災評価値の変動の把握を行っていく。

参考文献

- 1) 内閣府：平成 23 年版防災白書 参考資料 6, http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h23/bousai2011/html/honbun/2b_sanko_siryu_06.html, 2017 年 7 月 15 日閲覧。
- 2) 国立国会図書館デジタルコレクション：被災地における医療・介護—東日本大震災後の現状と課題—, <http://www.ndl.go.jp/jp/diet/publication/issue/pdf/0713.pdf>, 2017 年 7 月 15 日閲覧。
- 3) 内閣府：災害対策基本法, <http://www.bousai.go.jp/taisaku/kihonhou/index.html>, 2017 年 7 月 15 日閲覧。
- 4) J-SHIS 地震ハザードステーション, <http://www.j-shis.bosai.go.jp/>, 2017 年 7 月 17 日閲覧。
- 5) 柳原崇男：災害時要援護者の避難支援体制に関する一考察, 福祉のまちづくり研究, 16 巻 1 号, pp.10-pp.17, 2014.
- 6) 難波義郎, 古川雄一：災害弱者の現状把握と災害時の避難に関する研究 - 東広島市中心地域を対象としたケーススタディ -, 近畿大学工学研究報告 No.40, pp.41-46, 2006.
- 7) 三木彩恵子, 堀英祐, 森山修治, 長谷見雄二：東日本大震災における地域住民の津波避難行動に関する研究, 日本建築学会東北支部研究報告集構造系 79 号, pp.149-pp.152, 2016.
- 8) 伊東圭一, 渡邊昭彦, 細田智久, 杉山千晶：モデル校区の災害時要援護者の心身等の状態と避難施設別分類の分析 A・B 市の災害時要援護者の避難施設選定と収容力に関する研究 (その 1), 日本建築学会大会学術講演梗概集 E-1, pp.299-300, 2005.
- 9) 杉山千晶, 渡邊昭彦, 細田智久, 伊東圭一：避難率に応じた災害時要援護者の避難施設別人数の推計 A・B 市の災害時要援護者の避難施設選定と収容力に関する研究 (その 2), 日本建築学会大会学術講演梗概集 E-1, pp.301-302, 2005.
- 10) 渡邊昭彦, 細田智久, 伊東圭一, 杉山千晶：災害時要援護者の避難施設の収容力の分析 A・B 市の災害時要援護者の避難施設選定と収容力に関する研究 (その 3), 日本建築学会大会学術講演梗概集 E-1, pp.303-304, 2005.
- 11) 玉森祐矢, 藤生慎, 中山晶一郎, 高山純一, 西野辰哉, 寒河江雅彦, 柳原清子, 平子紘平：大規模地震災害時における災害時要援護者の避難シミュレーション～国民健康保険データベースを用いて～, 土木学会論文集 F6 (安全問題) 特集号, Vol. 72No. 2.
- 12) 森崎裕磨, 藤生慎, 中山晶一郎, 高山純一, 西野辰哉, 寒河江雅彦, 柳原清子, 平子紘平：大規模地震を想定した重大な疾患を持つ災害時要援護者の利用可能な避難施設に関する考察—鳩山町の国民健康保険データベースを活用して—, 日本地震工学会論文集, 2017.
- 13) 池永知史, 大原美保：将来の人口減少を考慮した総合的な自然災害リスクの評価, 生産研究 Vol66, pp.397-402, 2014.
- 14) 蘇武紗加, 藤村史穂子：東日本大震災の被災実態からみた難病患者の防災対策, 岩手県立大学看護学部紀要 15,

- pp37-48, 2013.
- 15) 羽咋市：平成 27 年度統計書，
<http://www.city.hakui.ishikawa.jp/sypher/www/service/detail.jsp?id=6952>，2017 年 7 月 17 日閲覧。
- 16) e-Stat：平成 27 年度国勢調査，http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020101.do?_toGL08020101_&tstatCode=000001080615&requestSender=search，平成 27 年 7 月 17 日閲覧。

(?????????)

EVALUATION OF DAMAGE LEVEL FOR VULNERABLE PEOPLE
CONSIDERING REGIONAL VULNERABILITY
DURING EARTHQUAKE DISASTER

Yuma MORISAKI, Makoto FUJIU, Junichi TAKAYAMA, Shoichiro NAKAYAMA,
Kiyoko YANAGIHARA, Tatsuya NISHINO, Masahiko SAGAE and Kohei HIRAKO