

県域間に及ぶような長距離避難における住民の避難手段選択に関する研究

A Study on Citizens' Choices of Means of Transportation for Long Distance Evacuation Extending to the Next Prefecture

梅本 通孝

UMEMOTO Michitaka

In order to obtain basic knowledge to develop a method of demand forecasting by means of transportation for long distance evacuation which may extend to the next prefecture, we conducted two questionnaire surveys- one of which was on the Civilian Protection division of the 47 prefectures of Japan, and the other was targeting the citizens in the four prefectures of Fukushima, Niigata, Fukui and Shizuoka. Based on the obtained data, we grasped the present situation of preparing for the evacuation as a measure of Civilian Protection in the prefectures, and analyzed the influence factors in citizens' choices of means of transportation for the evacuation. Then, we corrected the ratio of the choices by using existing statistical data such as the national census data.

Keywords: evacuation, Civilian Protection, nuclear disaster, questionnaire, multinomial logistic regression model
避難, 国民保護, 原子力災害, アンケート, 多項ロジスティック回帰モデル

1. はじめに

住民避難は、災害による人的被害を軽減する上で最も重要な減災対策の一つである。ハザードからの緊急・逃避的な住民避難に当たっては、対象住民は徒歩で避難し自動車は利用しないことを原則とするのが一般的である。これは自動車の集中によって引き起こされる交通渋滞が円滑な避難を阻害することが懸念されるためである。行政のこの意図とは裏腹に災害時の避難手段として住民が自動車を利用する問題については、これまでもしばしば指摘されてきた(例えば群馬大学片田研究室¹⁾や梅本ら²⁾など)。しかし、逃避的避難に関するこうした従来型の問題意識とは別の視座として、ハザードからの逃避・隔離のために緊急的に長距離の移動を要する場合には、否応なく車両による避難対策の必要性に迫られる。そのような避難の必要性が想定されるケースとしては、原子力災害対策、及び、国民保護対策が挙げられる。

原子力災害対策では、従来から住民避難にバスなどの車両を用いることが計画されており、1999年9月に茨城県東海村で発生したJCO臨界事故時には、小規模ながらわが国で初めて車両による住民避難が実施された³⁾。また、2009年12月に東海村等で行われた茨城県原子力総合防災訓練では、初の試みとして住民の自家用車による避難訓練が実施されている⁴⁾。原子力災害時の防護対策区域は放射性物質の放出等による予測線量を指標として決定されるため一概には言えないが、原子力発電所周辺のEPZ(Emergency Planning Zone: 防災対策を重点的に充実すべき地域の範囲)の目安が半径8-10kmとされている⁵⁾ことなどから、わが国の原子力災害対策においては住民避難の距離として数kmから10数km程度を想定していると理解される。実際、2009年の茨城県の訓練での避難距離は最大約8.5kmであった。

原子力災害対策より長距離の避難が想定されるのが国民保護対策である。2004年成立・施行の「武力攻撃事態等における国民の保護のための措置に関する法律」(以下、「国民保護法」という)による住民避難のスキームは、要避難地域を管轄する都道府県知事が(市町村長を経由して)住民に対し避難の指示を行うと規定される(54条)⁶⁾など、災害対策基本法に基づく避難対策とは様相を異にする点が多い。中でも都道府県の区域を越える避難(以下、「県域間避難」と言う)が想定され、その実施の枠組みが定められている点(58条)⁷⁾は、従来の災害対策の場合と異なる最たる特徴と言える。ところが、県域間に及ぶような長距離の避難に関する実施可能性について検討された例はこれまでのところ乏しい。

県域間避難に関する数少ない検討例としては、2003年に鳥取県が県東部の3町村の住民を兵庫県内に避難させるケースを想定し、避難指示から避難完了までの11日間(うち避難輸送に3日間)が必要と見積もった例がある⁸⁾。ただし、この検討はむしろ国民保護法制整備の前段階における制度や体制面での課題の抽出・把握を目的とした側面が強く、その試算は極めて単純化された仮定に基づくものであった。例えば避難住民は全員が行政の手配するバスで避難するとされたが、避難輸送に3日間もかかるのであればおそらく住民の一部は別の移動手段を選択する可能性が考えられ、その如何によって避難者の動きに変化が生じ避難所要時間等の結果に影響することは想像に難くない。それゆえ、避難住民の移動手段選択の問題は、県域間にも及ぶ長距離避難を考える上で最も基礎的な検討課題の一つと言える。

そこで本稿では、住民避難の中でも県域間に及ぶような長距離における緊急的・逃避的避難の実施可能性の検討に資するべく、県域間避難に関する都道府県における検討状況を把握するとともに、アンケート調査に基づき長距離避

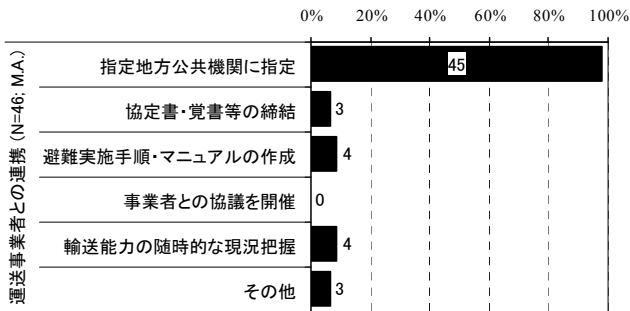


図-1 住民避難に関する運送事業者との連携の形態

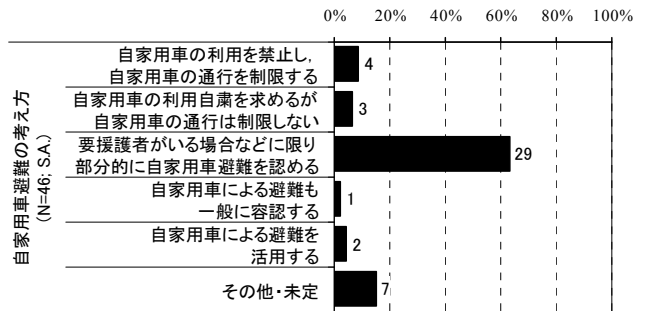


図-3 住民避難時の自家用車利用に関する考え方

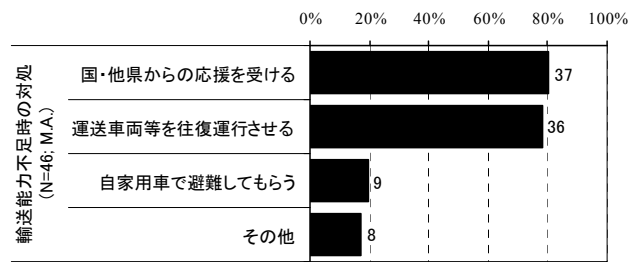


図-2 要避難人口に対し輸送能力不足時の対処

難時の住民の避難手段選択の要因分析を行い、避難手段別の需要予測に向けた基礎的知見を得ることを目的とする。こうした意図から本研究の検討対象とすべきは、従来の自然災害の場合ではなく、武力攻撃事態における国民保護対策や原子力災害対策での住民避難等が想定される。

本稿の構成は次のとおりである。まず、2.で都道府県へのアンケート調査により国民保護住民避難に関する準備・検討状況について概観する。3.では長距離避難に関するアンケート調査の概要を示し、4.では避難距離と避難交通手段選択の関連性を検討した上で、5.では多変量分析により長距離避難時の避難手段選択に関する要因分析を行う。さらに6.では既存統計データを用いて避難手段選択の補正推定を試みる。最後に7.で本稿のまとめを行う。

2. 都道府県における国民保護住民避難対策に関する検討状況

まず、本研究が対象とする長距離避難対策に関する行政の準備・検討状況について検討する。ここでは、原子力災害時の避難に比べより長距離に及ぶ避難も想定される国民保護対策の住民避難に着目する。また、国民保護住民避難は、都道府県知事が住民への避難指示を行うことになっているほか、都道府県の区域を越えて住民に避難させる必要があるときには関係都道府県知事に避難住民の受入に関する事前協議が義務づけられているなど、都道府県の果たすべき役割が大きいことから、都道府県庁の国民保護担当部署を対象にアンケート調査を実施した。これに基づき、各都道府県における国民保護住民避難に関する準備・検討状況について概観する。

2-1 調査の概要

本調査は、全47都道府県の国民保護計画担当部署宛に郵

送または電子メールで調査票を送付し、郵送、ファクスまたは電子メールにより回答票の返送を求めた。2010年1月29日(金)に調査依頼状とともに調査票等を発送し、回答票の返送期限を2月26日(金)として依頼したが、最終的に4月26日(月)まで回答票を受け付けた。47都道府県のうち46道府県から回答を得た。東京都からは本調査には回答しない旨返答があった。

なお、本調査は国民保護対策の住民避難に関するものであるから、当然ながら、以下の結果は風水害・地震・津波等の自然災害対策とは区別して解釈すべきものである。

2-2 国民保護住民避難の手段に関する検討

各道府県における国民保護住民避難の準備・検討状況に関する調査結果のうち、ここでは本研究の目的に沿い、避難手段に関する項目について検討する。

2005年3月に総務省消防庁が提示した「都道府県国民保護モデル計画」では、避難の手段としてバス、鉄道、船舶が例示され、運送事業者の協力を得て住民避難を実施することが想定されており⁹⁾、各都道府県の国民保護計画も基本的にこれを踏襲している。その運送事業者との連携の形態の内訳を図-1に示す。ほぼ全ての県で「運送事業者を指定地方公共機関に指定している」が、それ以上の「協定書・覚書の締結」や「避難実施手順・マニュアルの作成」などを行っている県はごく一部に限られる。

図-2は、避難実施時に要避難人口が自県内の運送事業者の輸送能力を上回ってしまう場合の対処方針を示している。「国・他県からの応援を受ける」との回答と「運送車両等を往復運行させる」との回答が双方とも約8割に及んだ。これに対し、「自家用車で避難してもらう」は2割にとどまる。同様の傾向は住民避難時の自家用車利用に関する考え方にも表れており、自家用車による避難を「容認」または「活用」との回答は合わせて3県にとどまる(図-3)。一方、「要援護者がいる場合などに限り部分的に自家用車避難を認める」と回答した県が6割と大半を占めるが、これは基本的には自家用車は利用しない(させない)ことを原則としている。これらの結果からは、国民保護対策として避難の指示を行う立場の自治体は住民避難時の自家用車利用に対して慎重な姿勢であることが窺える。

2-3 県域間に及ぶ長距離避難に関する検討

次に、国民保護住民避難の中でも、都道府県の区域を越

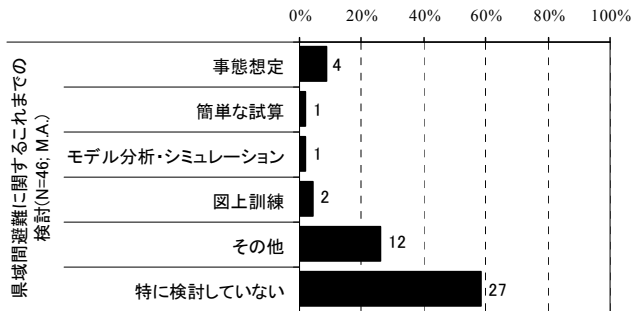


図-4 県域間避難に関するこれまでの検討状況

えるような長距離避難に関する結果について検討する。

県域間避難の実施方法に関するこれまでの検討状況を図-4に示す。およそ6割の県が「特に検討していない」としており、「事態想定」、「図上訓練」などを実施していると回答したのはごく一部の県に限られる。「その他」として多かったのは他県との協議であるが、これには九州・山口9県による相互応援協定の締結や「関係県調整マニュアル」の作成が含まれている。こうした特筆すべき取り組みが一部に見られるものの、全般的には県域間避難に関する検討の動きは低調と言える。

図-5は、県域間避難に関する近隣他県との連携・準備状況を示している。「他県との協議・検討」、避難施設や経路に関する「情報の相互提供」、「県域を越える避難・受入の手順協議」を実施との回答は、いずれも一部の県にとどまっており、活発な状況ではない。「その他」として他県との相互応援協定を挙げる回答が多かったが、それは必ずしも国民保護対策のための協定とは限らず、大規模地震対策など消防防災一般の相互応援協定を指している場合も多いようである。

図-4及び図-5からは、国民保護住民避難対策として県域間に及ぶ長距離避難に関する問題は、未だ検討の緒に就いておらず、今後、さらに本格的な検討を要する課題であるという実態が浮き彫りとなっている。

3. 長距離避難に関するWebアンケート調査の概要

前章では、国民保護対策上、住民に避難の指示を行う立場の都道府県における国民保護住民避難対策に関する方針や準備状況について検討したが、住民避難の実施可能性を検討するに当たっては、一方で、避難の指示を受け避難を行う立場となる住民の側の判断や意向も重要な要素のほずである。その点について検討を試みるべく、県域間に及ぶような長距離の避難を想定してアンケート調査を実施した。その調査の概要を以下に示す。

3-1 設問内容

本調査の設問項目は次のとおりである。{ }内に選択肢項目やリッカート尺度の段階数、[]内に回答値の単位等を示すが、自明なものについては省略する。

(1) 日常的に利用可能な交通手段

- a)世帯の自家用車保有台数, b)世帯のオートバイ保有台

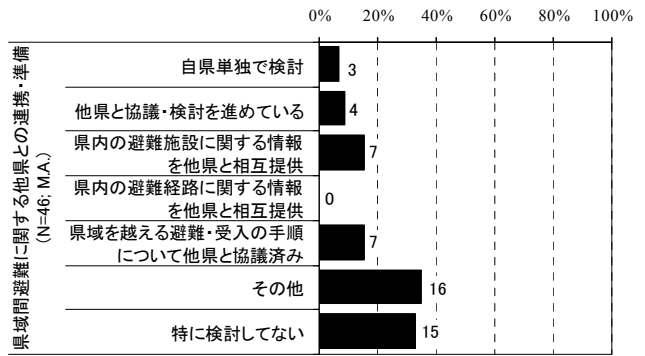


図-5 県域間避難に関する近隣他県との連携・準備状況

- 数, c)自宅から最寄バス亭までの距離[km], d)最寄バス停でのバス運行頻度[便/時間], e)自宅から最寄駅までの距離[km], f)最寄駅での列車運行頻度[便/時間]

(2) 日常生活での交通行動

- a)自家用車の利用頻度 {5日/週以上, 3-4日/週, 1-2日/週, 2-3日/月, 1日/月以下, ほとんど利用しない}, b)路線バスの利用頻度 {同}, c)タクシーの利用頻度 {同}, d)鉄道・電車の利用頻度 {同}, e)通勤通学での利用交通手段 (M.A.) {鉄道・電車, 路線バス, 学校・勤め先のバス, タクシー, 自家用車, オートバイ, 自転車, 徒歩のみ, その他, 通勤通学していない}

(3) 災害時避難の経験

- a)災害が原因での避難経験の有無, b)避難の原因災害 {地震, 津波, 高潮・高波, 水害, 土砂災害, 火山噴火, 大規模火災, 爆発事故, その他}, c)避難先までの移動手段 {鉄道・電車, 路線バス, 行政が手配したバス等, タクシー, 自家用車, オートバイ, 自転車, 徒歩のみ, その他}, d)避難の移動距離[km], e)避難時同行者数

(4) 災害時避難の交通手段の特性の重要度評価

- a)~o)6種類の特性 {迅速に移動できること, 交通事故に遭いにくいこと, 予定通り到着できる確実性が高いこと, 行き先やルート柔軟に変更できること, 荷物をたくさん運べること, 利用費用が安いこと}から2種類を取り出す全てのペアに関して重要度の一対比較 (「Aが極めて重要」から「同じくらい重要」を経て「Bが極めて重要」までの9段階)

(5) 仮想状況における避難手段選択

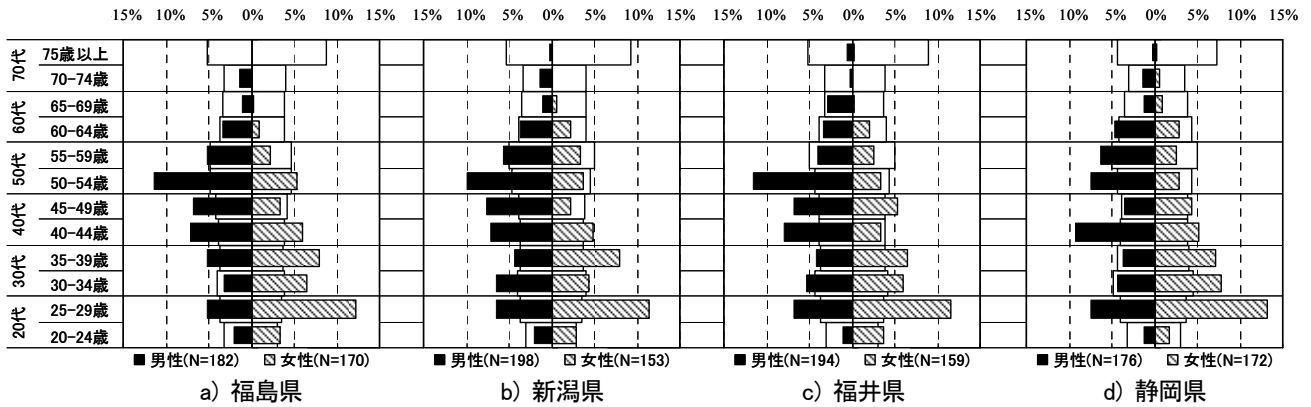
- a)~e)避難が必要となる仮想の状況提示に対し, 選択する避難手段 (詳細は後述)

(6) 個人・世帯条件

- a)回答者の職業, b)世帯人数, c)世帯主との間柄, d)同居の災害時要援護者 {未就学児, 小学生, 長期自宅療養者, 要介護・要支援認定者, 身体障害者手帳保持者}

3-2 調査の実施方法

本調査は、(株)マクロミルが提供するネットリサーチサービス “Quick Mill” (クイックミル)を利用して実施した。表-1に本調査の実施状況を示す。対象地域として福島、新潟、静岡、福井の各県を選定し、居住地がこの4県である成



※ グラフの背景は平成17年国勢調査第2次基本集計第1表¹⁰⁾による各県の成人の性別・年齢別構成比。

図-6 Web アンケート調査有効サンプル回答者の性別・年齢分布

表-1 Webアンケート調査の実施状況

調査日程	2010年2月24日(水)～2010年2月25日(木)			
対象県	福島県	新潟県	福井県	静岡県
対象者	対象各県に居住するマクロミル登録モニター(成人)			
調査方法	本調査専用Webページ上での設問表示・回答入力			
回答数	363	363	363	363
うち有効数	352	351	353	348

人のマクロミル登録モニターに調査への協力依頼の電子メールを配信し、本調査用のWebページでのアンケートへの回答を求めた。

ここで、調査の対象県については、前述のように本研究で検討する長距離避難は国民保護対策や原子力災害対策等で想定されるため、結果の解釈に当たっての意義付けを考慮し、太平洋側と日本海側の双方から海岸線を有し原子力発電所が立地する2県ずつを対象地として選定した。

本調査は、2010年2月24日(水)～25日(木)の2日間にわたって実施され、結果的に回答者の総数は1,452人となった。このうち回答に不備が見られた48サンプルを除き、1,404サンプルを本研究の分析対象とした。

3-3 回答者の個人属性

対象各県別に有効サンプル回答者の性別及び年齢の分布を図-6に示す。回答者の性別については、男女の差が最も大きな新潟県でも男性56%、女性44%であり、各県とも男女間で著しい偏りは見られない。年齢分布については、各県とも65歳以上になると回答が極端に減少しているが、この傾向はネットリサーチという手法の特性に起因するものと推察される。4県全てで「女性・20代後半」が、静岡を除く各県で「男性・50代前半」が突出して多くなっているが、インターネットの利用環境や利用頻度の影響が推察される以外には明確な理由は不明である。それでも、60代前半以下の各階級については、回答者が比較的満遍なく分布していると言える。

回答者の職業分類の構成比を図-7に示す。本調査の回答者と平成17年国勢調査(第2次基本集計第4表)¹⁰⁾の集計結果を比較しているが、後者は15歳以上人口での構成比となっており、「その他」には「通学」者が含まれている。国勢調査

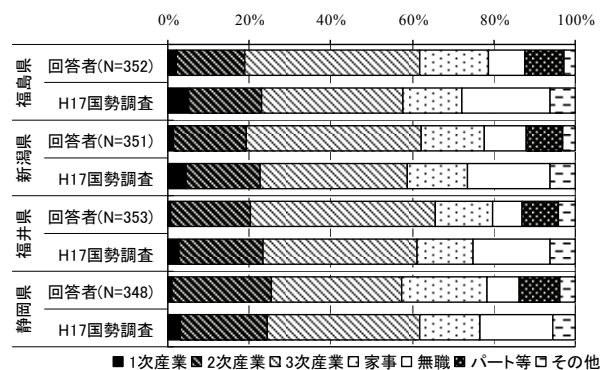


図-7 Webアンケート調査回答者の職業分類

の労働力・産業の分類には「パート等」に対応する項目がないほか、本調査では「第一次産業」や「無職」の構成比が国勢調査に比べて少ないなど部分的な相違は見られるが、全般的な傾向として両者は概ね整合的である。

4. 避難距離要因と避難交通手段選択の関連性

前章で概要を示したアンケート調査は、県域間避難に相当する長距離の避難も含めて想定した場合に、住民はどのような避難手段を選択するのか、ということの検討に主眼を置いて実施したものである。ここでは、避難が必要とされる距離の長距離化に伴う住民の避難手段選択の変動について検討する。

4-1 設問内容

調査結果の検討に入る前に、本分析で使用するデータに関する設問文、及び、回答方法を以下に示す。

本設問では、冒頭で「仮に次のような状況が生じたことを想定して後続の質問にお答えください」と述べた上で、次の形式で回答を求めた。

【状況想定】

人々に深刻な危害を及ぼす可能性のある災害が発生しあなたの住む地域の人々が身の安全をはかるためには緊急にその地域を離れて避難することが必要となり、地元市町村長から避難の指示が発令されました。

行政の広報やテレビ、インターネットなどからの情報

によって、あなたやご家族も避難の必要性を理解しお住まいの地域から避難することを決めました。行政当局は住民の避難のために貸切バスを準備しており、住民に対して、地区ごとに指定された公共施設や公園などに集まってその避難用バスに乗るよう呼びかけています。

今のところ道路の通行規制や公共交通機関の運転見合わせなどの情報は特にありません。

安全を確保するためには、あなたの自宅周辺から直線距離でおおよそ Xkm は離れる必要があるとのこと。

【質問】

上記のような状況であなたとご家族が避難する場合に、利用する可能性が最も高い交通手段は次のうちどれですか？

【選択肢】

- | | |
|--------------|-------|
| 鉄道・電車 | タクシー |
| 路線バス | オートバイ |
| 行政が手配するバス | 自転車 |
| あなた・ご家族の自家用車 | 徒歩のみ |
| 親戚・知人等の自家用車 | その他 |

ここで、状況想定の中での Xkm の箇所は異なる5種類の値 {1km, 3km, 10km, 30km, 100km} を入れ替えて質問を繰り返す、回答者には全ての距離の場合について回答を求めた。ただし、5種類の距離別の質問順序については個別の回答者毎にランダムに変化させた。

なお、本設問中では、避難の原因となるハザードについては、敢えて具体的に明示せず抽象的な表現にとどめた。自然災害にしる人為災害にしる、いずれかのハザードを例示した場合、「そのハザードならば通常この程度の距離を避難すれば充分であろう」といった意識が回答者に働いてしまいかねず、避難距離の長距離化に伴って避難手段選択がどう変動していくのか、という分析の狙いが削がれることが懸念されたためである。検討の主眼は、ある避難距離の際に避難を「するかしないか」ではなく、その距離を「避難するとすれば」どの手段を選択するのか、という点にある。対象ハザードを明示しないことによって設問内容が仮想的になり過ぎるきらいもあるが、本研究が取り上げている県域間に及ぶような長距離避難については、大多数の者にとって全く経験のない状況であるという点において、(これまで多くの研究が蓄積されてきている) 日常的な交通手段選択のような課題とは異質な性質のものである。そこで、本研究では上述の意図に基づき、新たな分析アプローチを試行すべく上記のような形で質問を行うこととした。

4-2 避難距離と避難交通手段選択の関連性

図-8は、前節で示した避難手段選択に関する設問への回答結果を、避難距離別・対象県別に示したものである。ここで、前述の設問の選択肢について「親戚・知人等の自家用車」との回答は極めて僅かだったため、「自身・家族の自家用車」と合わせて「自家用車」とした。また、同様に回答が極少であった「路線バス」、「タクシー」、「オートバイ」については「その他」に含めることとした。避難距離が最短の1km

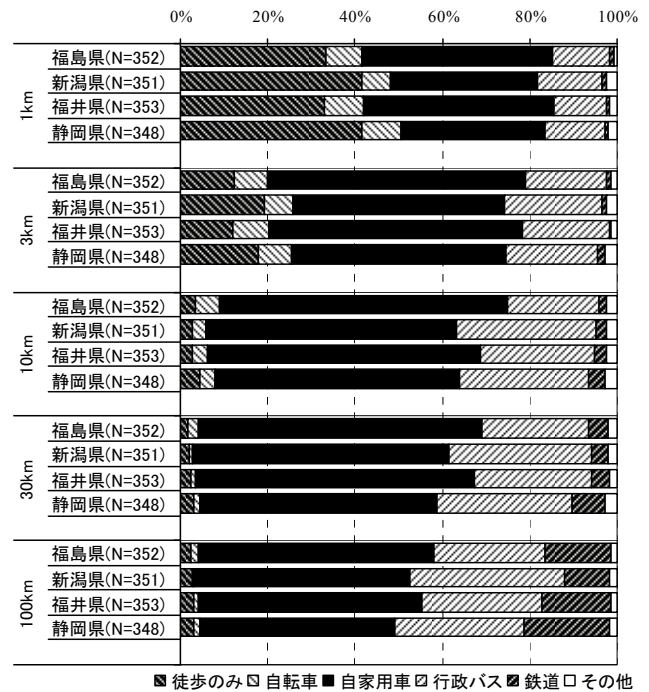


図-8 県別・避難距離別の選択交通手段

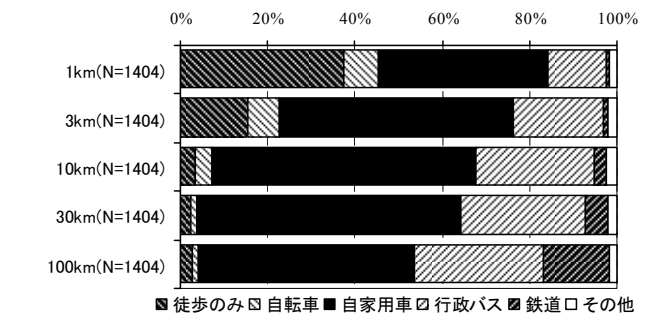


図-9 4県一括での避難距離別の選択交通手段

の場合には、福島・福井両県と他の2県では「自家用車」と「徒歩のみ」の構成比の大小関係が互いに逆転しているものの、それ以外の部分では各県の結果は概ね同様の傾向である。

そこで、対象4県のデータを一括して避難距離別に避難手段選択の結果を示したのが図-9である。避難距離が1kmの時点では回答の多い「徒歩のみ」及び「自転車」は距離の延長に従って減少する一方、「自家用車」と「鉄道・電車」は増加する傾向にある。ただし、避難距離が100kmともなると「鉄道・電車」との回答が30kmの場合の約3倍増となっていることの影響を受け「自家用車」の構成比はむしろ縮小している。それでも、図-9では避難距離がいずれの場合でも「自家用車」を避難手段として選択するとの回答が最多である。この単純集計の結果は、3-3で述べたように(比較的満遍なく分布しているとは言え)母集団に比べサンプルに偏りがあるため、直ちに母集団全体の傾向を代表とするとは言い難いが、それでも2-2で見られた住民避難時の自家用車利用には慎重な都道府県の姿勢とは対照的であることは否めない。なお、サンプルの偏りによる影響については、6.でその補正を試みる。

5. 多項ロジスティック回帰モデルによる長距離避難手段選択に関する要因分析

前章では、想定状況下において、避難距離の長短という単一の要因によって住民の避難手段選択の変動について検討したが、ここでは、その他の条件も含めて多変量解析を適用し、避難手段選択の要因分析を行う。

5-1 多項ロジスティック回帰モデル

前章で示した状況想定下での避難手段の選択結果に対する諸条件の影響を同時並列的に検討すべく、多項ロジスティック回帰分析を行うこととした。多項ロジスティック回帰モデルでは個人*i*が応答変数のカテゴリ(選択肢)*k*を選択する確率 π_{ik} は次式で与えられる¹¹⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾。

$$\pi_{ik} = \frac{\exp\left(b_{k0} + \sum_{j=1}^J b_{kj}x_{ij}\right)}{\sum_{k=1}^K \exp\left(b_{k0} + \sum_{j=1}^J b_{kj}x_{ij}\right)} \quad (1)$$

ただし、

- x_{ij} : 個人*i*に関する*j*番目の説明変数
- b_{kj} : 応答カテゴリ*k*に関する*j*番目の回帰係数
- K : 応答カテゴリの総数
- J : 説明変数の個数

式(1)中の回帰係数 $b_{k0}, b_{k1}, b_{k2}, \dots, b_{kJ}$ は最尤法によって求められるが、その際、解を一意に定めるべく、応答変数のカテゴリのうちいずれかを「参照カテゴリ」として設定する必要がある。参照カテゴリに関する回帰係数は $b_0 = b_1 = b_2 = \dots = b_J = 0$ とされ、それ以外の*J*-1個のカテゴリに関する回帰係数ベクトルは、参照カテゴリを基準とした相対的なパラメータとしてそれぞれのカテゴリ毎に算出される¹¹⁾。

人々の選択行動モデルとして多項ロジスティック回帰を用いた例は数多く、都市計画関連分野では、居住地などの立地選択¹⁵⁾¹⁶⁾や通勤交通手段選択¹⁷⁾、住宅リフォームの種類選択¹⁸⁾、住宅ローンの借り換え選択¹⁹⁾、観光周遊行動²⁰⁾、オープンスペースの利用先選択²¹⁾などの問題に幅広く適用されている。これらはいずれも平常時における選択行動である。災害時を想定した研究としては、首都直下地震時の帰宅困難者の行動シミュレーションに適用された例²²⁾があるが、そこでは、徒歩移動を前提として「帰宅を開始するか否か」、「休憩をするか否か」、「迂回をするか否か」というそれぞれの局面毎に二項的な選択がモデル化された。これらに対して本研究は、長距離避難時の避難交通手段選択について検討するものであり、災害避難という非日常的な状況の問題を扱い、徒歩以外の選択肢も含めて避難交通手段の選択をモデル化する、という2点においていずれの既存研究とも異なる新規性を有するものである。

表-2に、選択避難手段{徒歩・自転車, 自家用車, 行政バス, 鉄道, その他}を応答変数とし、そのうち「自家用車」を参照カテゴリに設定して行った多項ロジスティック回帰分析の結果を示す。本研究では、SPSS16.0J for Windowsを

表-2 要因分析のための多項ロジスティック回帰モデル

	徒歩・自転車	行政バス	鉄道	その他
(定数)	.104	-1.484 ***	-3.916 ***	-2.292 ***
Log10(避難距離[km])	-1.800 ***	.254 ***	1.730 ***	-.134
福島県	-.350 **	-.364 ***	-.427 **	-.434
新潟県	-.099	.067	-.554 **	-.065
福井県	-.311 **	-.228 **	-.332 *	-.339
静岡県	.000	.000	.000	.000
最寄駅距離[km]	.013	.005	-.061 **	-.020
自家用車保有台数[台]	-.104 **	-.057	-.209 **	.047
未就学児(いる=1)	-.381 ***	.004	-.468 *	-.198
小学生(いる=1)	-.222 *	-.526 ***	-.341	-.681 *
身障者(いる=1)	-.233	.232 *	.530 *	.112
性別(男性=1)	.353 ***	-.114	-.054	.194
年齢[歳]	.000	.011 ***	.011 *	.013
通勤通学に自家用車	-.261 *	-.220 *	-.989 ***	-1.389 ***
通勤通学に自転車	.678 ***	.018	-.062	-.307
通勤通学せず	-.235	-.403 ***	-.771 ***	-2.272 ***
重視特性:安全性	.948 ***	1.485 ***	.582	-.913
重視特性:定時性	1.034 **	1.073 ***	1.623 **	1.056
-2対数尤度	14930	疑似R ²	Cox&Snell	.247
$\chi^2(df)$	1990 (64)***		Nagelkerke	.271
			McFadden	.118

参照カテゴリ:自家用車; *:*p*<.05, **:*p*<.01, ***:*p*<.001 (*p*値はWald統計量による)

使用し同分析を行った。表-2のモデルは、本研究の調査データからステップワイズ法により変数を選択した上で、回帰係数の符号条件が論理的に妥当でない変数を除去する操作を繰り返して導出した。このモデルに採用された各変数のVIFを算出したところ、最大でも2.46(「通勤通学せず」)にとどまったため、多重共線性の懸念には及ばない。モデルの適合度に関しては、-2対数尤度による χ^2 値は0.1%水準で有意となっているが、McFaddenの疑似決定係数(尤度比)は0.118にとどまる。一般的にロジスティック回帰モデルは、同係数が0.2~0.4のときには十分高い適合度をもつと判断してよい²³⁾とされるが、本モデルの当てはまりは若干良くない。これは、本モデルが日常的に繰り返されるような事柄ではなく、回答者にとってはほとんど経験のないような仮想状況を対象としたものであったためかと推察される。この点は元々予想されたことではあったが、モデルの適合度については今後さらに改善が図られるべき課題である。適合度に問題があるためその解釈に当たっては留意が必要であるが、以下では、今後の研究の発展に資するための試行として本モデルによる分析を進めることとする。

5-2 避難交通手段の特性に関する主観的重要度

ここで、表-2中の「重視特性」とは、災害時の避難に用いる交通手段の各種特性の重要度に関する回答者個人毎の主観的な評価値を指している。具体的には、「迅速に移動できること(迅速性)」、「交通事故に遭いにくいこと(安全性)」、「予定通り到着できる確実性が高いこと(定時性)」、「行先やルート柔軟に変更できること(柔軟性)」、「荷物をたくさん運べること(運搬性)」、「利用費用が安いこと(経済性)」という6種類の特性に関するAHP(階層分析法)の重みベクトル²⁴⁾の値である。6種類の特性から2種類ずつを取り出した全ての対について回答者にペア比較を行ってもらい、幾何平均法²⁴⁾により一回答者毎に重みベクトルを算出しその値を多項ロジスティック回帰分析の説明変数として用いた。

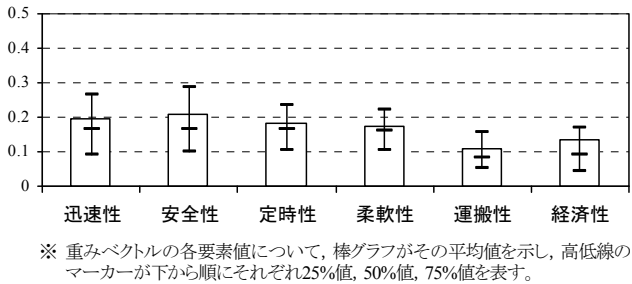


図-10 避難交通手段に関するAHPの重みベクトルの分布

図-10にその重みベクトルの各要素の平均値及び四分位値の分布を示す。平均値で重みが最も大きいのは「安全性」、次いで「迅速性」である。「定時性」及び「柔軟性」はこれに続くが、分布の幅は前の二者より狭い。「経済性」や「運搬性」の重みは他の特性に比べ相対的に小さい。平均値では0.110～0.207と各特性間であまり大きな偏りは見られないが、この重みベクトルは一回答者毎に算出されるため、個人毎にはより変化の大きな内訳となっている場合もある。

5-3 要因分析モデルによる考察

以下に、表-2の各回帰係数及びその有意性に注目してモデルの解釈について述べる。

(1) 避難距離

避難距離と避難手段選択の関係については、参照カテゴリが「自家用車」であるときに「徒歩・自転車」、「行政バス」、「鉄道」の各回帰係数はいずれも有意であり、避難距離の長短がこれら避難手段の選択に影響を及ぼすと言える。ただし、回帰係数の符号条件からその影響には増加・減少の双方があり、回帰係数が負値の「徒歩・自転車」の選択確率は避難距離が長くなるほど相対的に減少傾向であるのに対して、回帰係数が正値の「行政バス」及び「鉄道」は相対的に増加傾向にあると言える。これは図-8、図-9の結果を確認するものである。さらに、「行政バス」と「鉄道」を比較すれば、回帰係数のより大きな「鉄道」のほうが長距離になるほど選択確率が増すことがわかる。

(2) 地域性

地域性の影響については静岡県を基準としてパラメータが出力されているため、ここでの検討は同県をベースとしての相対的な議論となる。静岡県以外の3県に関する表-2中の避難手段については、一部を除きほぼ全ての回帰係数が負値となっていることから、その3県では参照カテゴリの「自家用車」の選択確率が相対的に大きくなっており、逆に、静岡県では「自家用車」が選択されることが相対的に少ないことが窺える。福島県では、表-2に掲げたいずれの避難手段についても選択確率が有意に小さいが、これを裏返せば同県は、参照カテゴリの「自家用車」が選択される傾向が相対的に強いことを示している。この傾向は福井県についても同様である。「徒歩・自転車」の回帰係数については、静岡県以外の3県ではいずれも負値となっているが、特に福島県と福井県については有意性が認められる。これらの県に比べ静岡県は「徒歩・自転車」の選択確率が相対的に大きいこ

とがわかる。「行政バス」については、福島県と福井県の回帰係数はいずれも有意な負値となっているのに対し、新潟県は符号が逆転した正値となっており、「行政バス」は新潟県・静岡県で相対的に選択される傾向が強く、福島県・福井県では逆にそれが弱いことが示されている。「鉄道」に関する回帰係数については、静岡県以外の3県はいずれも有意な負値となっているが、中でも新潟県が最小となっている。静岡県では他の3県よりも「鉄道」が選択される傾向が相対的に強い一方、新潟県では逆にそれが弱いということである。これらの結果は概ね図-8の結果と整合的である。

以上の地域性に関する結果をまとめると、4県を比較した場合、福島県・福井県では「自家用車」を選択する傾向が強いが、これはむしろ以下の静岡県や新潟県のように他の交通手段の選択を強める要因がなかったことによって相対的に表れた結果ではないかと解釈される。静岡県では「自家用車」の選択確率が小さいのに代わり「徒歩・自転車」及び「行政バス」の選択傾向が比較的強いが、これには地震防災対策の先進県であることによる住民の防災意識の高さの影響とも推察される。新潟県では「行政バス」の選択確率が比較的大きい一方、「鉄道」の選択確率は最小であるが、前者については近年、新潟県中越地震及び新潟県中越沖地震という2度の震災経験による住民の防災意識の高さが影響しているかもしれない。後者については新潟県には佐渡島など鉄道がない島嶼部の人口が比較的多いことが影響していると考えられる。なお、今回の調査対象地域はいずれも原発立地県であるため、上記の結果について原発立地の有無という観点からは評価し難い。

(3) 世帯条件

回答者の世帯的な条件としては、最寄駅までの距離に関する回帰係数を見ると、最寄駅までの距離が近いほど「鉄道」の選択確率が有意に大きくなる傾向にあり、これは合理的な結果である。世帯の自家用車保有台数に関する回帰係数は、「徒歩・自転車」及び「鉄道」の場合には有意な負値となっているほか、「行政バス」は有意ではないが負値であることから、保有台数が多いほど避難手段として自家用車が選択されやすくなっている。

世帯内に未就学児がいる場合は「徒歩・自転車」及び「鉄道」、小学生がいる場合は「行政バス」及び「徒歩・自転車」の選択確率がそれぞれ有意に低いことから「自家用車」が選択されやすい傾向にあると言える。これに対して、世帯に身体障害者がいる場合には、「行政バス」や「鉄道」の選択確率が有意に高く、世帯として独自に避難を行うのは難しいとの意識が窺える。なお、「長期自宅療養者」及び「要介護・要支援認定者」の有無に関しては、今回のモデル推定において特別には寄与しなかった。

(4) 個人条件

回答者の個人条件としては、男性は「徒歩・自転車」を選択する確率が有意に大きく、これを裏返せば、女性はそれ以外の何らかの乗り物による避難の指向が強いということになる。年齢が高くなるほど「行政バス」や「鉄道」を選択す

る傾向が有意に認められるが、本調査では20歳以上の成人を調査対象としたため、その範疇では若年者ほど「自家用車」を選択する傾向にあるということになる。通勤通学の交通手段として自家用車を利用する場合には、表-2に掲げた避難手段に関する回帰係数がいずれも負値で有意となっていることから、避難手段として「自家用車」を選択する傾向が強いと言える。また、通勤通学に自転車を利用する場合には「徒歩・自転車」の選択確率が有意に高くなっている。これらの結果からは、通勤通学という日常において使用頻度の高い交通手段が避難手段としても選択される傾向が見られる。一方、無職または自宅での就業のため通勤通学をしていない場合には、「徒歩・自転車」のみは有意ではないが、表-2のいずれの避難手段についても回帰係数が負値となっていることから「自家用車」を選択する傾向が強いと言える。

(5) 避難交通手段の特性

避難手段に関して重視する特性として、交通事故に対する安全性、及び、予定通り到着できる定時性に関しては、「その他」に関する安全性を除き、表-2中のいずれの避難手段についても回帰係数が正値であることから、参照カテゴリの「自家用車」はこれらの観点では選択されづらくなっていることがわかる。他方、迅速性、柔軟性、運搬性、経済性についてはステップワイズ法により説明変数から除外されており、今回の分析においてAHPで尋ねたこれらの指標はモデルの推定において特別に寄与しなかった。

以上、要因分析によって、各種避難手段の選択結果として図-8・図-9の内訳がもたらされた理由の解釈を試みた。

6. 既存統計データを用いた各種避難手段選択確率の補正推定

ここでは、多項ロジスティック回帰モデルに既存の統計データを入力することにより、対象各県における避難手段選択の内訳について推定を試みる。図-8では、県別・避難距離別の選択交通手段の内訳を示したが、この結果は本研究の調査で得られたデータの集計結果であるため、そのデータのサンプリングによって結果に歪みが生じる可能性がある。そこで、その歪みを補正しようというのがここで言う分析の意図である。

6-1 地域メッシュ統計の使用

本分析では、既存統計データとして、地域メッシュ統計の基準地域データを用いることとした。同データは一区画がおおよそ1km四方のメッシュ単位でデータが整備されており、データ集計の地理的な単位が一定であるとみなせるほか、市町村域よりも集計単位が小規模なことからデータの空間的な分布(例えば最寄駅までの距離など)を表現しやすいためである。

6-2 推定用モデルの導出

本分析を行うに当たっては、前節での要因分析のために構築されたモデルをそのまま用いることは難しい。表-2で示されたモデルの説明変数には、地域メッシュ統計などの

表-3 既存統計による推定用多項ロジスティック回帰モデル

	徒歩・自転車	行政バス	鉄道	その他
(定数)	.128	-1.085 ***	-4.051 ***	-2.394 ***
Log10(避難距離[km])	-1.792 ***	.252 ***	1.722 ***	-.135
福島県	-.352 **	-.362 ***	-.427 **	-.464
新潟県	-.094	.083	-.525 **	-.059
福井県	-.354 **	-.238 **	-.379 *	-.355
静岡県	.000	.000	.000	.000
最寄駅距離[km]	.010	.003	-.066 ***	-.021
性別(男性=1)	.357 ***	-.119	-.021	.199
年齢[歳]	.004	.012 ***	.018 ***	.016 *
通勤通学に自家用車	-.395 ***	-.326 ***	-1.196 ***	-1.386 ***
通勤通学に自転車	.658 ***	.000	-.049	-.307
通勤通学せず	-.382 **	-.482 ***	-.956 ***	-2.303 ***
-2対数尤度	15100	疑似R ²	Cox&Snell	.228
$\chi^2(df)$	1820 (40) ***		Nagelkerke	.251
			McFadden	.108

参照カテゴリ:自家用車; *p<.05, **p<.01, ***p<.001 (p値はWald統計量による)

既存統計では得られない変数も含まれるためである。そこで、既存統計からの入力データの入手可能性に配慮して改めてモデルを構築した上で、長距離避難の避難手段選択の推定に用いることとした。

具体的には、表-2の要因分析用のモデルから、まず、世帯内での「自家用車保有台数」、「未就学児の有無」、「小学生の有無」、「身体障害者の有無」の変数を除いた。地域メッシュ統計には世帯数データは含まれるものの、世帯ベースでの自家用車保有台数の内訳とか未就学児等の有無を直接示すデータは存在せず、他の統計資料から間接的に推定することも困難だったためである。

また、災害時の避難手段の各種特性に関する主観的な重要度を示す「重視特性:安全性」及び「重視特性:定時性」も除外した。これは本研究の調査独自の設問であるため、既存の統計データから得ることは望むべくもないからである。

このように変数の絞り込みを行った推定用モデルを表-3に示す。このモデルに採用された各変数のVIFは最大でも2.39(「通勤通学せず」)であったため、多重共線性の懸念はない。表-3のモデルは、-2対数尤度による χ^2 値は0.1%水準で有意となっているが、要因分析用の表-2のモデルから計6個の変数が除かれ、McFaddenの疑似決定係数が低下していることからモデルとしての当てはまりが悪くなっているが、5.と同様に今後の研究に資するための試行として本モデルによる分析を進める。

表-3のモデルの各変数の回帰係数及び有意性を表-2の場合と比較してみると、表-2では有意でなかったものが表-3では有意となった部分が2箇所で見られるものの、それ以外では回帰係数の符号条件や有意性の有無に変化はない。つまり、表-3のモデルの各変数が避難手段選択に及ぼす作用の解釈は表-2の要因分析モデルの場合と同様である。

6-3 データ準備

この推定用モデルに入力するデータとして、本研究では、(財)統計情報開発センターが提供する「平成17年国勢調査に関する地域メッシュ統計」(以下「メッシュデータ」と言う)を利用した。このメッシュデータは、都道府県別にデータファイルが構成されており、ある県のファイルにおい

ては県境上でメッシュが隣接県にまたがる場合でも、そのメッシュには当該県分のデータのみが収録されている²⁵⁾。そこで、一県ずつ計算を分けて行うことで表-3のモデルの県データを一意に特定させた。

最寄駅までの距離については、GISを用いて基準地域メッシュの各セルの中央点から道路ネットワーク上で最寄駅の探索と道路距離の計測を行い、その値を各メッシュに与えた。道路ネットワークデータは、ESRIジャパン(株)が提供する「ArcGISデータコレクション スタンダードパック 2009」の全国基盤地図を使用した。

性別及び年齢については、メッシュデータに5歳階級別・男女別人口データが含まれているのでこれを利用した。推計計算での年齢データとしては、各5歳階級の中央値(例えば20-24歳階級では22.5歳)を用いた。

通勤通学の有無及び通勤通学の手段については、メッシュデータに当該データが含まれないため、国勢調査で市町村別に集計されたデータを援用することとした。まず通勤通学の有無については、平成12年国勢調査の従業地・通学地集計その1第1表²⁶⁾から市町村毎に性別・5歳階級別に通勤通学をしている人口、していない人口が得られるため、各メッシュには当該市町村の性別・5歳階級別に算出した通勤通学の有無の構成比を与えた。次に、通勤通学者の利用交通手段については、国勢調査の集計結果では市町村毎の総数による内訳(従業地・通学地集計その1第11表²⁶⁾)しか得られないため、同一市町村内では性別・年齢別に関わらず通勤通学者の利用交通手段の構成比は一定であると仮定し、各メッシュには市町村毎に算出した自家用車利用者、自転車利用者それぞれの構成比を与えた。さらに、これらのデータから「通勤通学しているが自家用車も自転車も利用していない」場合の構成比を算出し推定計算に用いた。

なお、直近の平成17年国勢調査では通勤通学の手段については調査項目に含まれなかった²⁷⁾ため、通勤通学の有無及び通勤通学の手段に関しては平成12年国勢調査データを使用した。

6-4 計算方法

推定計算は、各メッシュの性別・5歳階級別の人口を通勤通学の有無・利用手段に関する構成比によって4種類{通勤通学していない、通勤通学に自家用車を利用、通勤通学に自転車を利用、通勤通学しているが自家用車も自転車も利用していない}に按分した群を最小単位として行う。本研究では20歳以上の成人を計算対象とし、メッシュデータの最高階級は「85歳以上」であるため、年齢は14階級となる。これと性別、通勤通学の状況の組み合わせで1メッシュの人口は112の群に分割される(図-11)。そして、任意の避難距離に対して、一つ一つの群毎に式(1)及び表-3の推定用モデル式により5種類の避難手段別の選択確率を計算し、これに各群の人口を乗じ、各避難手段の選択期待値(人数)を算出する。最後にこれを全体で足し上げて避難手段選択の推定結果とする。

性	年齢階級	人口	通勤通学の有無				
			なし	あり	→ (内数) 通勤通学の手段		
					自動車	自転車	左記以外
男性	20-24	X_{m1}					
	25-29	X_{m2}					
	⋮	⋮					
	80-84	X_{m13}					
	85以上	X_{m14}					
女性	20-24	X_{f1}					
	25-29	X_{f2}					
	⋮	⋮					
	80-84	X_{f13}					
	85以上	X_{f14}					

メッシュ別・性別・5歳階級別の実数 市町村別・性別・5歳階級別の比率 市町村別の比率 (各性・各年齢とも共通)

※ 網掛部分の計112群の内訳人口を算出し、推定モデルに入力。

図-11 各メッシュでの属性群別内訳人口算出の概念

6-5 推定結果と考察

図-12に、地域メッシュ統計等の既存統計データを用いて計算した、避難距離の変動に伴う各種避難手段の推定選択確率の変化に関する結果を示す。図-12の各県別のグラフの曲線は、横軸の避難距離における各避難手段の選択確率の構成比を縦軸で示しており、5種類の構成比の総和は常に100%となる。ただし、このグラフの横軸は避難距離の常用対数になっている。

図-12の結果は、アンケート結果から構築したモデルに対して既存統計データを入力することによって、本調査のサンプルの偏りによる歪みを補正し、対象地域における人口分布、年齢・性別構成、日常的な交通行動などの実情を反映したものを見ることが出来る。なお、図-12の結果を考察する際には注意が必要である。と言うのも、横軸において、ある避難距離を取り上げた場合、当該県において避難のために住民全員が等しくその距離を移動するという状況は考えにくいから、これは「ある特定のケースを想定した場合の当該県全体での避難手段選択の内訳」といった形では解釈すべきでない。むしろ、「一人一人の住民がそれぞれある距離を避難することになったとすれば、どの避難手段を選択するのか」というポテンシャルを積み上げたものと考えるのが妥当である。そこでは必ずしも特定のケースを想定している訳ではない。

図-12によれば、まず、「徒歩・自転車」は避難距離が短い場合は選択確率が高い(1km時点で40~47%)ものの、避難距離の延長に伴って減少の一途をたどっているが、これは自然な推移と言える。これとは逆の傾向にあるのが「鉄道」で、当初は選択確率が低いものの避難の長距離化によって増加の一途をたどる。対象4県における「鉄道」の選択確率を比較すると、静岡県が最も高いのに対し新潟県では最低となっているが、これには、静岡県では鉄道駅の配置と人口分布の関係から最寄駅までの距離分布が比較的短めとなっているのに対して、新潟県では佐渡島などの離島で鉄道が利用できないことが影響している。

「自家用車」と「行政バス」の選択確率に関しては、いずれ

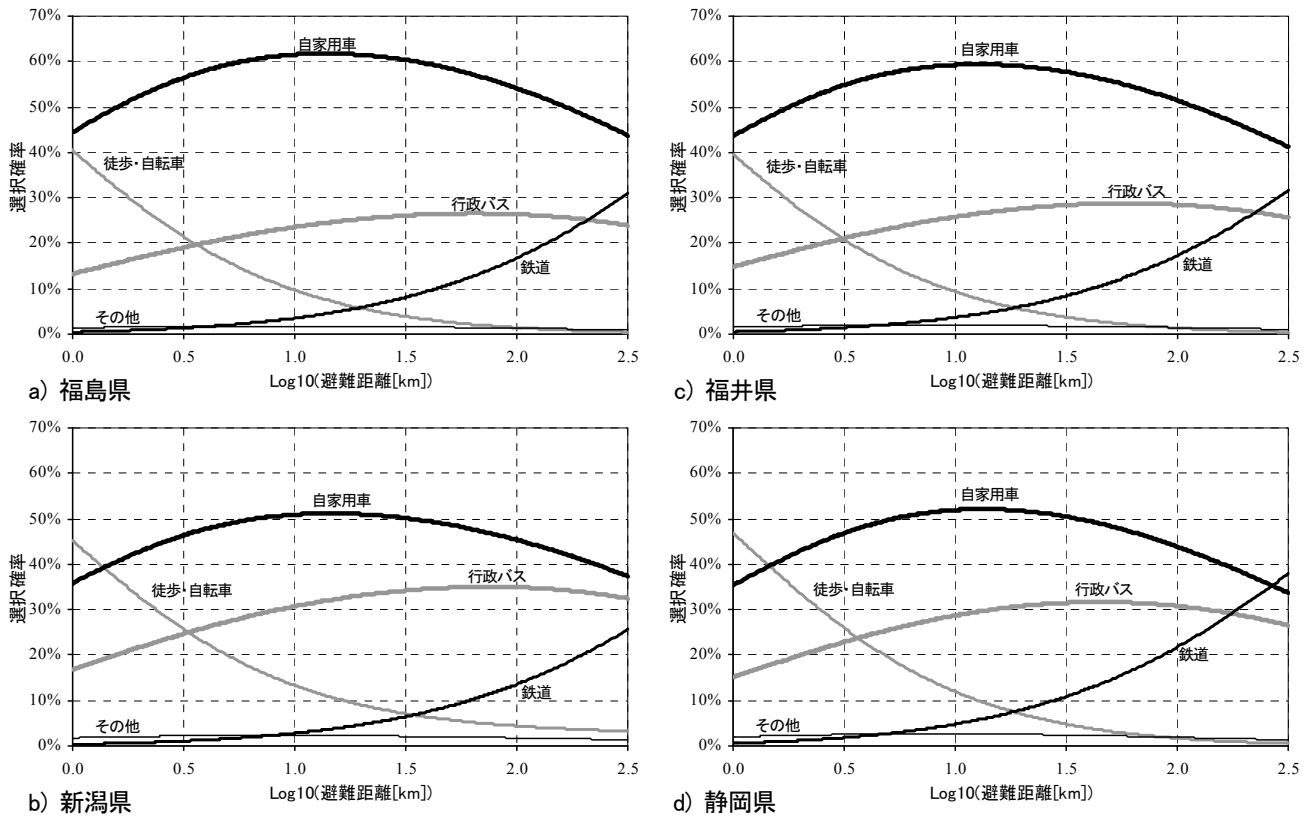


図-12 避難距離の変動に伴う避難手段選択確率の変化:地域メッシュ統計データを用いた推定結果

も避難距離の延長に伴って当初は増加傾向にあるものが、ある距離でのピークを境として減少傾向に転じるという点で同様の動きを見せている。そのピークは「自家用車」の場合(13~14km)に対して、「行政バス」はさらに長距離(45~74km)となっており、両ピーク間の距離帯においては「自家用車」から「行政バス」への選択転換が生じていることが考えられる。福島県・福井県は、新潟県・静岡県に比べ「自家用車」の選択確率が高い水準で推移しており、ピーク時にはその選択確率が6割にも達している。この代替として後者の2県では「行政バス」の選択確率が相対的に高い。ただし、「自家用車」の選択確率は、いずれの県においても終始「行政バス」を上回っており、避難時における自家用車利用指向の強さが如実に表れている。この点は、避難の指示を行う立場として自家用車利用には慎重な都道府県の思惑とは対立的であり、長距離避難対策を検討する上で無視できない示唆を与えている。住民の長距離避難時に、交通渋滞回避のために自家用車利用の自粛を求めることは理解できるが、それとは別の次元で、自家用車による避難が大量に発生した場合の対応策を予め準備・検討しておくことも重要と考えられるのである。

7. まとめ

本研究では、県域間に及ぶ長距離避難の実施可能性の検討に資するべく、避難手段別の避難需要の推定に向けた基礎的知見を得ることを目的として、都道府県へのアンケート

調査により国民保護住民避難に関する準備・検討状況の把握を図った上で、福島、新潟、福井、静岡の各県内居住者を対象とするWebアンケートに基づき長距離避難時の避難手段選択に関する要因分析を行うとともに、既存統計データを用いた避難手段選択確率の補正推定を試みた。

都道府県の国民保護住民避難対策の準備・検討状況に関しては、避難実施時に要避難人口が自県内の運送事業者の輸送能力を上回ってしまう場合でも、避難の指示を行う立場としては自家用車利用には慎重な県が多いこと、県域間避難についてはおよそ6割の県が「特に検討していない」としており、今後検討を要する課題であることなどを明らかにした。

Webアンケートに基づき、多項ロジスティック回帰モデルを用いて行った長距離避難時の避難手段選択に関する要因分析では、最寄駅までの距離が近いほど「鉄道」の選択確率が大きくなること、世帯内に未就学児や小学生がいる場合には「自家用車」が選択されやすい一方、身体障害者がいる世帯では「行政バス」や「鉄道」を選択する傾向が強いこと、成人の中では若年者ほど「自家用車」を選択する傾向が強いこと、日常において頻度の高い通勤通学での利用交通手段が避難手段としても選択される傾向があること、避難時の交通手段に求める特性としては迅速性や経済性などよりも交通事故に対する安全性や定時性のほうがモデル推定に寄与していること、などを把握した。この要因分析により、各種避難手段選択の構成比について単なる集計値として見

るばかりでなく、その結果をもたらした理由について解釈が試みられた。

また、既存統計データを用いた避難手段選択確率の補正推定では、本研究で構築した多項ロジスティック回帰モデルに地域メッシュ統計等のデータを入力することによって対象地域における人口分布などの実情を反映させ、サンプルの偏りによる影響の補正を図った。その結果として、「自家用車」と「行政バス」の選択確率は避難距離の延長に伴って当初の増加傾向から減少傾向に転じ、そのピークは「自家用車」の13~14kmに対して「行政バス」はより遠方であること、「自家用車」の選択確率は、終始「行政バス」を上回っており、ピーク時には福島県・福井県では「自家用車」の選択確率が6割に達し、新潟県・静岡県でも5割を超えるとの推定結果を得た。この結果は、住民避難への自家用車利用に慎重な都道府県の思惑とは齟齬をきたすもので、住民の避難実施時に自家用車利用の自粛を求めるのとは別に、自家用車避難の大量発生を想定した準備・検討が必要との結論を得た。

今後の課題としては、住民調査の対象地域の拡大と推定モデルの改善が挙げられる。まず、推定モデルの改善については、本研究では多項ロジスティック回帰分析により推定モデルを構築したが、それは必ずしも精度の良いものではなかった。この理由としては、「避難」という状況や行動が多く一般市民にとっては非日常的なイベントであって実体験が乏しいことなどが考えられるが、今後こうした課題の改善が求められる。

次に、住民調査の対象地域に関しては、今回取り上げた4県以外にもさらに広げて検討を積み重ねることは、各地の条件に応じた傾向を明らかにするだけでなく、本研究で得た結果の一般性または特殊性の検証という面においても意義を有すると思われる。

今後、これらの点の改善が図られつつ研究が深められていくことによって、県域間に及ぶような長距離避難という新しい課題について実務的な検討及び準備に向けて進捗がもたらされることが望まれる。

なお、本研究は、科学研究費補助金(課題番号:20710126、「原子力災害対策や国民保護対策による県域間避難の効率的実施方策に関する研究」、研究代表者:梅本通孝)の助成を受けて実施したものである。

【補注】

(1) どのカテゴリを参照カテゴリに設定するかによって各カテゴリの回帰係数ベクトルは異なってくるが、 F -1組のパラメータを用いることで応答カテゴリの全てのペア間の相対性を表すことが可能であるほか、最終的に式(1)で得られる各カテゴリの推定応答確率は、参照カテゴリの選び方によらず同一の結果が得られる¹³⁾¹⁴⁾。

【参考文献】

1) 群馬大学片田研究室編(1999)「平成10年8月末集中豪雨災害におけ

- る郡山市民の対応行動に関する調査報告書」, pp.64-65, <http://dsel.ce.gunma-u.ac.jp/modules/newdb1/detail.php?id=1> (参照 2010.11.30)
- 2) 梅本通孝・熊谷良雄・石神勉・村松健(2005)「兵庫県南部地震後の神戸市東灘区L Pガス漏洩事故による住民避難の要因分析」, 地域安全学会論文集, No.7, pp.341-350
- 3) 梅本通孝・石神勉・小林健介(2002)「JCO臨界事故時の住民の情報接触と対応行動」, 地域安全学会論文集, No. 4, pp.231-240
- 4) 原子力安全基盤機構(2010)「平成21年度原子力総合防災訓練 関係自治体が主体となつて行う訓練」, http://www.jnes.go.jp/bousaipaage/kunren/2009/details/text_18/9.htm (参照 2010.11.30)
- 5) 原子力安全委員会(2008)「原子力施設等の防災対策について(平成20年10月改訂)」, <http://www.nsc.go.jp/shinsashishin/pdf/1/so001.pdf> (参照 2010.11.30)
- 6) 国民保護法制研究会(2005)「逐条解説国民保護法」, pp.132-136, ぎょうせい
- 7) 前掲6), pp.140-143
- 8) 鳥取県防災監(2003)「住民避難に関する研究案(1 現行法令と住民避難の可能性)」, 鳥取県防災危機管理課
- 9) 総務省消防庁国民保護室(2005)「都道府県国民保護モデル計画」, pp.33-34, http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/fieldList2_1.html (参照 2010.11.30)
- 10) 総務省統計局(2007)「平成17年国勢調査第2次基本集計」, <http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2005/index.htm> (参照 2010.11.30)
- 11) エス・ピー・エス・エス株式会社(2008)「SPSS16.0Japaneseオンラインヘルプ」
- 12) McCullagh, P., Nelder, J.A.(1989) *Generalized Linear Models 2nd ed.*, pp.209-214, Chapman and Hall, New York
- 13) Agresti, A.(1990) *Categorical Data Analysis*, pp.313-317, John Wiley & Sons, New York
- 14) 渡邊裕之ほか(2003)「カテゴリカルデータ解析入門」, pp.287-296, サイエントリスト社
- 15) 土木学会土木計画学研究委員会(1995)「非集計行動モデルの理論と実際」, pp.205-227, 丸善
- 16) J. D. Hunt (2010) Stated Preference Examination of Factors Influencing Residential Attraction, Francesca Pagliara et al. (eds.) *Residential Location Choice Model and Applications*, pp.21-59, Springer, Heidelberg
- 17) 杉恵頼平(1981)「非集計多項ロジットモデルによる短期交通政策の評価」, 交通工学, Vol.16, No.6, pp.3-10
- 18) 岩田真一郎・山鹿久木(2005)「住宅所有者の転売とリフォーム」, 住宅都市学, No.51, pp.23-28
- 19) 香澤隆司(2007)「住宅ローンの期限前償還, 借り換え行動, 延滞の分析」, 都市住宅学, No.58, pp.66-75
- 20) 蘭嘉宜(2005)「農村レクリエーション周遊行動の規定要因の分析とレクリエーション振興施策の評価—茨城県大子町を事例として—」, 農業土木学会論文集, No.240, pp.97-106
- 21) 松下直文・渡邊啓野・岩崎義一(2003)「都心部における都市公園と民間オープンスペースの利用実態からみた相互機能代替に関する研究—大阪府中央区を対象として—」, 都市計画, Vol.51, No.6, pp.59-66
- 22) 中央防災会議(2008)「首都直下地震避難対策等専門調査会のページ」, <http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/shutohinan/index.html> (参照 2011. 6.30)
- 23) 前掲15), pp.33-70
- 24) 木下栄蔵(2000)「入門AHP決断と合意形成のテクニック」, pp.5-28, 日科技連出版社
- 25) 統計情報開発センター「地域メッシュ国勢調査集計結果データ」, <http://www.sinfonica.or.jp/datalist/01/0101/Skokumesh.html#chumesh> (参照 2010.11.30)
- 26) 総務省統計局(2002)「平成12年国勢調査従業地・通学地集計その1」, <http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2000/index.htm>, (参照 2010.11.30)
- 27) 総務省統計局(2005)「国勢調査調査票」, <http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2005/pdf/2005.pdf>, (参照 2010.11.30)