

自然災害における曝露量と自己効力感に関する分析 —スマートフォン位置情報を用いた個人の曝露量に着目して— Analysis of exposure and self-efficacy in natural disasters: Focusing on individual exposure using mobile stay of smartphone location information

三浦 瑞貴¹, 曹 蓮¹, 小林 亮博¹², 上坂 大輔¹

Mizuki MIURA¹, Lian CAO¹ and Akihiro KOBAYASHI¹², Daisuke KAMISAKA¹

¹株式会社KDDI総合研究所
KDDI Research, Inc.

²KDDI株式会社
KDDI Corporation

Refinement of natural disaster risk assessment plays an important role in disaster mitigation. When evaluating the risk of natural disasters in individuals, there are exposure to natural disasters and self-efficacy to cope with natural disasters. It is generally said that self-efficacy is high when risk is low, and self-efficacy is low when risk is high. However, in terms of the exposure to natural disasters for individuals, we guessed that the correspondence relationship as in previous studies is not necessarily established. Therefore, we focus on the individual's exposure using smartphone's location data and self-efficacy and analysis the perception and disaster preparation action of natural disaster risk.

Keywords: *natural disaster, risk assessment, exposure, self-efficacy, risk perception*

1. はじめに

自然災害リスク評価の精緻化は、減災において重要な役割を果たす。内閣官房国土強靱化推進本部が定める「国土強靱化基本計画」¹⁾の中では、6つの目標の一つ「あらゆる自然災害に対し、直接死を最大限防ぐ」（目標1）において、公的な救助・支援が到達するまでの間、一人ひとりが災害リスクを正しく理解し、行動することの重要性が示されている²⁾。また、2015年に開催された第3回国連防災世界会議における仙台防災枠組2015-2030³⁾においても、公的機関だけでなく個人も防災に責任を負うべきであることが明確に示されている。さらに、災害に対する曝露（exposure）及び脆弱性（vulnerability）を低減させ、応急対応及び復旧への備えを強化し、強靱性を確保するという目標を達成するためには、広範かつ人間中心の予防的アプローチを取るべきであることが示されている。

自然災害のリスク評価および指標化については、国連防災機関（UNDRR; United Nations Office for Disaster Risk Reduction）⁴⁾などによって、各国の要素を取り入れながら、定量的な評価が進められてきた⁵⁾。World Risk Index (WRI)⁶⁾や National Risk Index (NRI)⁷⁾、日本国内では、自然災害に対するリスク指標 Gross National Safety for Natural Disasters (GNS)⁸⁾による、47都道府県の自然災害リスク評価がこれに該当する。これらの取り組みは、国や自治体の防災意識の醸成に重要な役割を果たす一方、個人に対

応したものではない。実際に、日本では毎年何らかの自然災害が発生しているにも関わらず、個人の防災対策は十分であるとは言えない。令和3年版国土交通白書によれば、直近2~3年に行っている自然災害への対策について、何もしていないと回答した人は全体の39.5%で、そのうち、被災経験の無い人に限ると、その率は44.4%となると報告されている⁹⁾。

個人ごとに自然災害リスクを正しく評価することは、平時における防災意識の醸成、災害準備行動の促進、災害時の適切なリスク回避につながる。しかしながら、従来の自然災害のリスク評価のすべてを、単純に個人に適用することは、個人ごとに属性や社会環境等が異なることから、難度が高い。これまで、リスク評価の一部である曝露量（自然災害に晒される程度）については、対象地域の人口ベースではなく、スマートフォン位置情報の移動滞在データを用いて、個人ごとに算出する手法が試みられてきた¹⁰⁾。これは、個人が自然災害に晒されている程度を示す客観的な値であると言える。

一方、個人において自然災害リスクを評価するにあたっては、客観的なリスクだけでなく、それに対して個人がうまく対処できると思うかなどの、心理面も考慮する必要がある¹¹⁾。心理特性の中でも、とりわけ、自分は問題に適切に対応できるという自己効力感は、災害時に適切な行動を行うだけでなく、平時から災害準備行動を行ううえでも重要な要素となる。自己効力感は、Bandura(1977)¹²⁾によって提唱された概念であり、ある結

果を生み出すために必要な行動をうまく行うことができるという個人の確信、すなわち、ある行動を起こすまえに個人が感じる「自己遂行可能感」を指す¹³⁾。また、自己効力感は行動変容を引き起こす先行要因とも考えられており¹⁴⁾、多様な臨床場面で、その有効性が検証されてきた¹⁵⁾¹⁶⁾。

一般的に、人はリスクが低い安全な環境にいる場合、自分の身は自分で守れるという確信や自信が高い傾向にあり、逆にリスクが高い危険な環境にいる場合は、確信や自信が低減する傾向にあると考えられる。これは、リスク認知と自己効力感が負の相関を示す研究結果¹⁷⁾からも同様のことが言える。しかしながら、自然災害が発生し、避難指示が発令されているにも関わらず、避難しない人が存在するのも、また事実である¹⁸⁾¹⁹⁾。このように、危険性を認知しているにも関わらず、リスク回避しないといった行動については、一概に正常性バイアスで説明することが難しく、リスク回避が行われない事由について新たな説明モデルが必要とされている²⁰⁾。

先行研究からも、リスク認知と自己効力感には関連性があることが示されている。しかしながら、曝露量を加味した場合、リスクの捉え方、この場合過小評価しているかはわからない。リスクに対処できる確信の割合（自己効力感）は、先行研究とは異なる関連性があるのではないかと推測される。例えば、災害の曝露が高いにも関わらず、自己効力感が高い傾向にある「自信過剰」現象や、低い傾向にある「自信喪失」現象など、リスクが過小もしくは過大に評価される可能性がある。

そこで、本研究では、個人の自然災害の曝露をより精緻に評価し、災害への準備行動や対処行動を正しく推測するために、個人の曝露量と自己効力感に着目して、平時の自然災害リスク認知および災害準備行動における探索的な分析を試み、以下の内容を検討する。はじめに、個人の曝露量と自己効力感の関係性についての全体傾向を確認する。具体的には、曝露量が高いと自己効力感は低下するのか、それとも曝露量が高いと自己効力感も上昇するのかについて分析する。つぎに、曝露量と自己効力感の高低によって、リスク認知にどのような違いがあるのかを分析する。最後に、曝露量と自己効力感の高低によって、災害準備行動にどのような違いがあるのかについて分析する。

本論文は以下の構成で記述する。はじめに、2章で先行研究を整理する。3章では分析手法を記述し、個人ごとに曝露量を算出する手法についても説明する。4章では分析を行ううえでの評価条件を整理する。5章で評価実験を行い、6章で結果に基づいた考察を述べる。最後に、7章で本研究の結論と今後の課題を述べる。

2. 先行研究

(1) 自然災害におけるリスク評価

自然災害において「リスク」という言葉は、貴重なものの喪失、生命への損害、怪我、およびその他否定的な可能性の脅威を表すものとして定義されている⁵⁾。「リスク指標」の概念については、1979年にUNDRR⁴⁾の前身である国連救援機関(UNDRO)と国連教育科学文化機関(UNESCO)によって提案されたが、その後も様々な指標が提案され続けており、未だ統一的なものは存在しない。例えば、Cardona²¹⁾はUNDROが作成したリスク指標の概念を一般化し、リスクを災害の結果として損失が発生する確率として定式化した。Birkmann²²⁾は、リスクを自然

現象と脆弱な状態の相互作用による損失を引き起こす壊滅的な出来事の可能性として定義し、自然災害リスクを文化的、環境的、社会的、経済的側面に悪影響を与えるものとして、脆弱性を加味した指標を提案した。脆弱性とは、同じ自然災害に遭った場合でも人によって高リスクまたは低リスクになる要因を定義しており、世帯年収、家屋の堅牢性、地域におけるインフラ整備率などが含まれる。これらの考え方が、現在におけるUNDRR⁴⁾、WRI⁶⁾、NRI⁷⁾などの指標に反映されている。

ある対象地域の自然災害リスクは、式(1)のような多変数関数で評価されることが多い⁵⁾。

$$Risk = \sum (Hazard \times Exposure) \times \sum (Vulnerability) \quad (1)$$

ここでの自然災害に対するリスク(Risk)は、国や地域といった対象のリスクの程度を指し、自然災害の発生リスク(Hazard)、自然災害に晒されている割合である曝露量(Exposure)、自然災害に対する脆弱性(Vulnerability)で構成される。自然災害の発生リスク(Hazard)は、災害そのものの発生確率に基づくリスクの大小を示し、例えば、GNS⁸⁾では、対象とする災害が将来発生する確率をポアソン分布に基づき市町村単位で数値化している。

本研究では、発生確率に基づく自然災害の発生リスク(Hazard)はコントロールできないものとして、自然災害に晒されている程度である曝露量(Exposure)に着目する。そのうえで、従来の対象地域の人口ベースではない、個人における自然災害の曝露量について、次節の通り導入する。なお、脆弱性(Vulnerability)については、個人向けには社会的統計情報だけでは算出が困難であり、画一的な評価が定まっていないことから、本論では扱わない。

(2) 個人の曝露量に関する研究

GNS⁸⁾を含む、従来の曝露量(Exposure)に関するリスク評価は、対象地域の全人口に対して災害に晒される地域に居住する人口がどれくらいいるのかで定義されている。そのため、地域の全人口が多くても、災害地域(例えば洪水における浸水想定区域)に含まれる面積が0の場合は、曝露量(Exposure)は0となる。反対に、地域全体が災害地域に内包される場合、その地域の曝露量(Exposure)は1となる。このように、GNS⁸⁾で用いられる自治体ベースの手法は一定の広さを持った地域を評価することを想定して設計された指標であり、災害地域にかかっているか否かで0もしくは1の値となるため、市町村単位のような広域での表現に向いており、地域メッシュ単位のような細かな粒度での表現はできない。従来の自然災害の評価指標の構成と考え方を図1に示す。



図1 従来の自然災害リスク指標の構成と曝露量

また、このような自治体ベースの手法は、個人の日常的な行動を反映させた曝露量の算出方法になってはいない。災害地域の人口は、個人の居住地を前提としており、それ以外の通勤・通学・よく行く外出先等での曝露が考慮されていない。実際には、個人の自然災害の曝露量は、どの場所に行き、どの程度留まるかに大きく依存すると考えられる¹¹⁾。

そのような、移動滞在に基づき個人の自然災害の曝露量を求める先行研究は見当たらない。そこで、筆者らはこれまでに、対象地域の人口ベースではなく、スマートフォン位置情報の移動滞在データを用いて、個人ごとに日常行動に基づいた動的な曝露量を算出する手法を提案している¹⁰⁾。この手法は、スマートフォン位置情報と災害エリアの定義（浸水域等の公的データ）を組み合わせ、日常行動の中で災害エリア内にどの程度の時間割合で滞在したかを判定することで、ユーザごとに曝露量を推定するものである。これにより、従来の地域の人口に紐づいた静的な曝露量ではなく、ユーザの移動や滞在といった日常行動に基づいた動的な曝露量を推定することを可能にしている。

(3) 自然災害の心理に関する研究

つぎに、自然災害の心理に関する既存研究について整理する。財賀²⁴⁾は、住民の防災意識に関わる要因分析において、独立変数（災害に対する関心、被災経験、ハザードマップの活用）と従属変数（情報収集、非常持ち出し物の準備、避難所の認知、自主防災組織への加入、災害に対する関心・危機感）から共分散構造分析を行い、洪水災害におけるパス図を明らかにした。朝位²⁵⁾は、三坂²⁶⁾の知識、関心、動機、行動に対する規定因を加えた心理過程モデルを参考に、防災意識構造モデルを構築し、心理段階（知識、関心、動機、行動）と、規定因（愛着・危機感・責任感・有効感・優先感・負担感）から、ハザードマップ配布前後の住民の防災意識の変化を明らかにした。

自然災害に関する心理モデルとしては、計画的行動理論²⁷⁾と防護動機理論^{28) 29)}が用いられることが多い³⁰⁾。計画的行動理論²⁷⁾は、人間の行動の様々な心理的要因を考慮して行動意図や行動を予測する「合理的行動理論」「熟慮行動理論」と訳されることの多い Theory of Reasoned Action^{31) 32)}の研究から派生している。災害研究においては、関谷³³⁾は、計画的行動理論を用いた津波における避難行動に影響を与える心理的要因分析において、自助や自己責任を強調しても、避難行動の促進にはならず、避難行動と関係するのは、自分の家・地域のリスクを知り、行動規範を醸成することであることを示した。

防護動機理論^{28) 29)}は、リスク回避・軽減行動を分析するための心理モデルであり、脅威評価と対処評価によって「防護動機」が形成されると仮定しており、「防護動機」が大きいほど「防護行動」を実践するとされている。脅威評価は、深刻さ認知、生起確率認知、外的報酬認知、内的報酬認知の4つの独立した認知的要因から形成されている。これらに加え、恐怖感情も、深刻さ認知を通じて対処行動動機に間接的に影響を及ぼすとして、脅威評価を形成する認知的要因とされている³⁴⁾。災害研究においては、柿本³⁴⁾は防護動機理論^{28) 29)}を用いて、日本国内において自然災害リスク認知や減災意識と防護行動との乖離がある事例を抽出して要因分析を行い、避難に伴う心理的コストや緊急時の意思決定過程の構造が、仮想的な状況下でのリスク認知構造に違いがあることを示した。

本研究も、防護動機理論^{28) 29)}を参考にすが、脅威評価のなかでも、深刻さ認知、生起確率認知に絞り、対処行動の有効性との関係性を見る。

(4) 自然災害と自己効力感に関する研究

防護動機理論^{28) 29)}の対処効果にあたる、自己効力感^は、Bandura(1977)¹¹⁾によって提唱された概念であり、ある結果を生み出すために必要な行動をどの程度うまく行うことができるかという個人の確信、すなわち、ある行動を起こす前に個人が感じる「自己遂行可能感」を指す。Nypver³⁶⁾は、看護師が災害に備えて必要な知識を獲得しさまざまなスキルを発揮することができるという期待を「災害自己効力感」と定義し、国内でも「災害自己効力感尺度」の開発³⁷⁾が進んでいることから、自己効力感^は、災害研究の分野においても重要な要素と考えられる。また、自己効力感^は行動変容を引き起こす先行要因とも考えられており¹²⁾、個人の不適応な情動反応や行動を変化させることが示されている^{38) 39)}ほか、多様な臨床場面で、その有効性が検証されてきた^{13) 14)}。通常、リスクが低いと自己効力感が高く、リスクが高いと自己効力感が低くなるとされている。リスク認知と自己効力感が負の相関を示す研究結果¹⁷⁾からも同様のことが言える。

(5) 自然災害とリスク認知に関する研究

人は客観的確率が低い状態では過大評価し、客観的確率が高い状態では過小評価する傾向がある³⁹⁾。しかしながら、自然災害のように発生が不定期であり、かつ地域によって自然災害に晒されている度合が異なる場合、このような対応関係が必ずしも成立せず、リスクの過小評価が生じている可能性がある。

リスクの過小評価が生じている可能性としては、主に以下の5つの要因が示されている⁴⁰⁾。(1)イメージが鮮明である、(2)確実性が高い、(3)距離的に近く時間的にも差し迫っている、(4)リスクにさらされる時間が短い、(5)絶対的なリスクである、である。

柿本³⁵⁾は、対処評価が低い場合、リスクを認知しながらも対処行動を起こさない、自然災害リスク認知のパラドックスが発生することを指摘しており、リスクの過小評価が生じていない場合であっても、行動に繋がらない問題が指摘されている。また、危険性を認知しているにも関わらず、リスク回避しないといった行動については、一概に正常性バイアスで説明することが難しく、リスク回避が行われない事由についても、新たな説明モデルが必要とされている²⁰⁾。

(6) 先行研究の課題

これらの先行研究から、リスクの過小評価と、リスクを認知してもそれに対処できるという自己効力感には、関連性があることは示されている。しかしながら、これらの先行研究は、都市による違いや、実際にユーザが自然災害に晒される程度を示す曝露量と自己効力感との関係性は加味されていない。自然災害のような不確実性が強く、ネガティブな事象においては、曝露量を加味した場合、リスクの捉え方、つまり過小評価しているかはわからない。リスクに対処できる確信の度合（自己効力感）は、先行研究とは異なる関連性があるのではないかと推測される。

本研究では、単純な自然災害における自己効力感の高低だけでなく、個人の曝露量と自己効力感の如何によって、住民のリスク認知や災害準備行動は異なるのではな

いかと推察する。そこで、本研究ではこれらの先行研究の課題に基づき、次章以降、個人の曝露量と自己効力感に着目した分析を試みる。

3. 分析手法

本研究の目的は、個人の曝露量と自己効力感に着目して、平時の自然災害リスク認知および災害準備行動との関係性を明らかにすることである。具体的には、スマートフォン位置情報を用いた個人の移動滞在に基づき個人の曝露量を定義し、アンケート調査から得た回答者の自己効力感との関係性を分析する。

手順は以下の通りである。

1. 曝露量とアンケート調査によって取得した全ユーザの自己効力感との関係の全体傾向を示し、有意性を確認する。
2. 曝露量と自己効力感を用いたクラスタ分析によりユーザを群分けし、群間にどのような差があるかを確認する。
3. 曝露量が高い群に焦点を絞り、リスクの過小評価の要因として考えられる、(1)イメージが鮮明である、(2)確実性が高い、(3)距離的に近い、に対応する質問項目および数値に対して、差の検定を行う。
4. 3で選択した群に対して、住民の災害準備意図、災害準備に関する質問項目に関する χ^2 検定を行い、災害準備行動を比較する。

スマートフォン位置情報を用いた個人の曝露量推定の全体像を図2に示す。ここでは、ユーザ u の自然災害 i に対する曝露量 $E_{i,u}$ を、式(2)のように定義する。

$$E_{i,u} = \sum_j W_{u,j} B_{u,i,j} \quad (2)$$

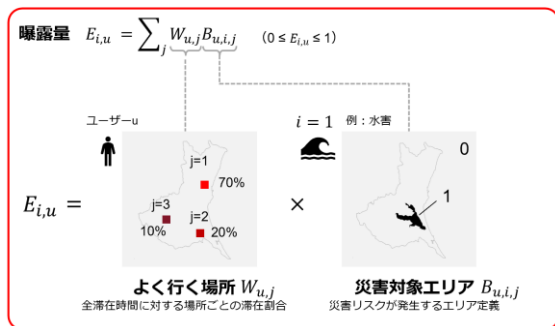


図2 個人の曝露量推定の全体像

ユーザ u の場所 j の滞在時間割合 $W_{u,j}$ は、スマートフォン位置情報を用いて算出する。スマートフォン位置情報はおもに、時刻、緯度、経度を含み、ユーザがスマートフォンを操作しているかどうかに関わらず、定期的にGPSを用いて取得され、サーバに送信・蓄積される。測位頻度は移動状況で変わり、移動手段には依存しない。蓄積されたデータセットには、位置情報が収録された日時、総務省統計局の定義する4分の1地域メッシュ²³⁾(約250m四方の区画。以下、メッシュとよぶ)を単位とした位置情報、その位置での滞在時間が含まれる。 $W_{u,j}(j=1 \sim n_u)$ は、観測期間 T に対しての場所 j への累積滞在時間 $t_{u,j}$ の割合によって算出する。すなわち、 $W_{u,j} = t_{u,j}/T$ である。

外出行動を推定するにあたっては、総務省統計局の定義するメッシュ²³⁾を単位として居住地以外のメッシュに15分以上滞在が確認された場合、外出とみなして集計する。本研究で扱うスマートフォン位置情報は、GPS等を基にスマートフォン端末にて測位される位置情報であり、(a)移動滞在判定 (b)トリップデータの抽出 (c)全トリップデータからの移動量推計 (d)拡大推計の4段階の手順により推計される⁴⁶⁾。本研究でも同様の手法を用いて、移動滞滞在を判定した。ここでの居住地とは、観測期間中、夜間(19:00-3:00)にもっとも長く滞在したメッシュと定義している。

次に、ユーザ u の滞り場所 j が災害 i の発生する地域に含まれているか否かの判定を行う。判定には、公開されている災害地域の定義を利用する。場所 j が災害 i の発生地域外るとき $B_{i,j} = 0$ 、地域内るとき $B_{i,j} = 1$ となる。すなわち、自然災害リスクの大小によらず、場所 j が災害地域の外であれば当該地点での曝露量は0となることを意味する。これらの算出方法を用いた、ユーザ u の曝露量 $E_{i,u}$ の算出イメージを表1に示す。

表1 曝露量の算出イメージ

場所 (j)	場所の意味 (観測不可)	全時間に対する割合 ($W_{u,j}$)	災害地域判定 ($B_{u,i,j}$)	場所別曝露量	ユーザ曝露量 ($E_{i,u}$)
1	自宅	1.4%	1	1.4%	5.5%
2	大学	1.4%	0	0.0%	
3	スーパー	1.0%	0	0.0%	
4	病院	0.7%	1	0.7%	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
$n_u=21$	コンビニ	0.0%	0	0.0%	

4. 評価条件

(1) 自然災害の種類と分析対象範囲

自然災害における曝露を考えるうえでは、火山や津波・高潮など、自然災害の種類によっては、地理的な条件次第で発生しない地域も多く、すべての災害発生条件を満たした地域で検証することは難しい。そこで、本研究では、国内において殆どの都道府県で該当する、河川に関する水害に焦点を絞り、同じ関東圏であり市周辺に河川のある、茨城県つくば市と栃木県宇都宮市を対象地域として、検証を行う。具体的には、つくば市は北緯35.889度から36.273度、東経139.943度から140.324度までを、宇都宮市は北緯36.460度から36.759度、東経139.720度から140.099度までを、それぞれ分析対象の範囲とした。

2都市の選定理由としては、自然災害の過去の発生頻度が挙げられる。水害統計調査⁴²⁾において、2011年から2020年の10年間のデータを確認したところ、床上浸水以上の発生頻度は、茨城県と栃木県でいずれも7回で同じであった。また、両都市は海に面しておらず、「水害」とした時、アンケート調査において津波・高潮が混在しづらいことが挙げられる。

GNS⁸⁾では国土数値情報の浸水想定区域データ⁴¹⁾と行政区域データ、政府統計の人口データおよび人口メッシュデータを用いて洪水の影響下にある人口割合を算出し、QGIS⁴³⁾上で可視化している。本研究もこれに倣い、災害

地域判定($B_{u,t,j}$)を行うにあたっては、国土数値情報の浸水想定区域データ⁴¹⁾を用いた。このデータは国が統一的な基準に基づいて浸水想定区域を算出したものであり、両県ともに2021年(令和3年)度のものを使用した。具体的には、国土数値情報ダウンロードサービスから茨城県と栃木県の洪水浸水想定区域データおよび行政区域データをシェープファイル形式でダウンロードし、PythonでGISデータを扱うためのライブラリであるGeoPandas⁴⁴⁾で可視化した。洪水浸水想定区域データの浸水深ランク(A31 105)は計画規模を、背景地図は地理院地図の標準地図を使用した。なお、浸水想定区域には複数の浸水深ランクが存在するが、本研究では0m以上0.5m未満を含むすべてのランクを洪水メッシュとしており、浸水深ごとの区別は行わない。浸水深の違いによって洪水による被害は大きく異なるが、曝露量(Exposure)を軸とする本研究では、浸水深ごとのリスクの大小については取り扱わないものとする。

分析対象範囲の浸水想定区域を可視化した結果を図3に示す。ここでは、市内の浸水想定区域を青、市外の浸水想定区域を緑としている。

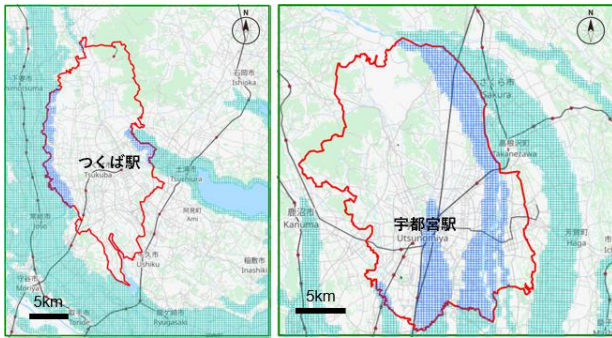


図3 分析対象範囲(左 つくば市, 右 宇都宮市)

(2) 個人の移動滞在

本研究では、2020年4月1日から9月30日まで($T=4,320$ 時間)のユーザの位置情報を使用した。対象としたデータは、KDDIがユーザより利用許諾を得たものに限定した。GNS⁸⁾では政府統計の人口データおよび人口メッシュデータを用いて災害の影響下にある人口割合を算出しているため、居住を伴わない長期滞在に対応することが難しい。一方、提案手法では、居住地によらず、対象範囲内への滞在が確認されたすべてのユーザのデータを取得している。取得したデータについては、国勢調査⁴⁵⁾の年代構成比に基づいて拡大推計を行っている。本研究では、3章の手法に基づき、市内に居住地があると推定されるユーザとして、つくば市内在住者20,146人、つくば市外在住者8,774人、宇都宮市内在住者22,455人、宇都宮市外在住者12,676人のデータを分析対象とした。また、つくば市と宇都宮市が公開する、国勢調査⁴⁵⁾に基づいた各町丁目の人口統計と、今回分析対象とするユーザのデータとの相関係数を求めた結果、0.823の高い正の相関を確認した。

(3) アンケート調査

本研究では、2023年3月17日から22日まで株式会社マクロミルのオンラインモニターを対象にインターネットリサーチを行った。調査概要を表2に示す。回答者は2020年4月1日から2023年3月まで、つくば市と宇都宮

表2 調査概要

項目	概要
地域	茨城県つくば市 栃木県宇都宮市
対象	15歳~97歳
調査機関	株式会社マクロミル
方法	インターネットリサーチ
回収票	茨城県 721, 栃木県 721
有効票	茨城県 523, 栃木県 620
期間	2023年3月17日~22日

表3 質問項目

カテゴリ	質問項目
属性	<ul style="list-style-type: none"> ・年齢を教えてください ・性別を教えてください ・職業を教えてください ・あなたもしくは同居する人で近くの避難所等にひとりで避難することが困難な方はいらっしゃいますか
居住地域	<ul style="list-style-type: none"> ・お住いの都道府県を教えてください ・今住んでいる市町村の住所を町名までご記入ください ※プライバシー保護の観点から、番地以下は記入しない
居住環境	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋の建物構造を教えてください ・家屋種類を教えてください ・築年数を教えてください ・家屋の所有形態を教えてください
リスク認知	<ul style="list-style-type: none"> ・あなたの家屋について教えてください。今後10年間であなたの今住んでいる家屋が水害(床上浸水・床下浸水)による被害を受けるとお考えですか? ・災害発生について、あなたのお考えを教えてください <ul style="list-style-type: none"> ー被害に遭わないと思う ー被災することは運命によるものだ
対処評価 自己効力感	<ul style="list-style-type: none"> ・災害準備について、あなたのお考えを教えてください <ul style="list-style-type: none"> ー災害が発生したら、自ら身を守ることができる
災害準備 行動	<ul style="list-style-type: none"> ・災害準備について、あなたは直近2~3年以内にどれくらい実行しましたか <ul style="list-style-type: none"> ー住む場所を選ぶとき危険な地域を避けた ー災害保険を契約した(地震/水害/火災など) ー地域のハザードマップや災害情報をいつでも確認できるようにした

市のいずれかに居住地があることを条件としている。分析対象とした平時の防災意識として、個人の属性、居住地域、居住環境、リスク認知、対処評価、災害準備行動に関する質問を行った。このうち、リスク認知と対処評価は、6段階のリッカート尺度で回答したものを集計した。災害準備行動には、「実施」「未実施」の他に、「不明」「答えたくない」を、それぞれ選択肢として加えている。各カテゴリの質問項目を表3に示す。

なお、曝露量とアンケート調査で対象ユーザは異なるため、両データをそのまま紐付けることはできない。そこで本研究では、あらかじめ性別年代別・自宅町丁目別に平均曝露量を算出しておき、アンケートユーザの性別年代・自宅町丁目に対応する平均曝露量を、当該ユーザ自身の曝露量とした。例えば、つくば市桜一丁目自宅がある35歳女性のアンケート回答者Aの曝露量は、推定自宅位置が桜一丁目、かつ、30代女性の、平均曝露量となる。本研究では、これらの手順を踏み、最終的に、アンケート回答者のうち該当となるつくば市内在住者523名、宇都宮市内在住者620名を分析対象データとした。

5. 評価実験

(1) 基本統計

はじめに、アンケートから得られた基本統計を図4に示す。男女構成比は、宇都宮市の浸水想定区域内で男性の割合が多い(62.0%)。また、年齢構成比では45-59歳の割合が多く、つくば市の浸水想定区域内では30-44歳の割合が多い傾向にあった(34.7%)。職業については、つくば市、宇都宮市の浸水想定区域内で会社員の割合が高いことに対して(51.4%, 42.1%)、浸水想定区域外ではパートと無職の割合が多い(11.3%, 15.5%)。住居の構成比では宇都宮市の浸水想定区域内の持ち家率がもっとも高い傾向にあった(81.0%)。

図3に示したように、つくば市の場合はつくば駅を含む中心市街地は浸水想定区域外である。一方、宇都宮市の場合は、JR宇都宮駅や雀宮駅周辺など、中心市街地が浸水想定区域内となっている。アンケートの回答によれば、つくば市の職業構成比をみると、浸水想定区域内の居住者は、パート・アルバイトの割合が全体の23.6%、持家の割合が56.9%であり、一方で浸水想定区域外では、60歳以上の会社員の割合が12.3%、持家の割合は69.8%であった。また、つくば市の浸水想定区域内の居住者は、浸水想定区域外と比較して平均年齢が平均12.8歳低く、15~29歳の年代が全体の19.4%を占める。つくば市は中心市街地に関連して多くの住宅地や、大学も浸水想定区域外にあるため、浸水想定区域内の居住者は、市を跨ぐ移動を伴う、もしくはより安価な賃料などを理由として居住地を選択していると推察される。

宇都宮市の職業構成比については、浸水想定区域内の居住者は、会社員の割合が42.1%、浸水想定区域外の居住者は、パート・アルバイトが16.3%、無職が15.2%となっている。このうち、パート・アルバイトの83.5%は60歳以上の女性、無職の81.0%は60歳以上の男性であった。つくば市と比較すると、宇都宮市の浸水想定区域内の居住者は、区域外と比較して平均年齢が平均7.3歳低く、持家率が高く(81.0%)、築年数が平均12.5年以内であり、30~44歳の年代が全体の35.2%を占める。前述のとおり、宇都宮市の中心市街地は浸水想定区域内であり、

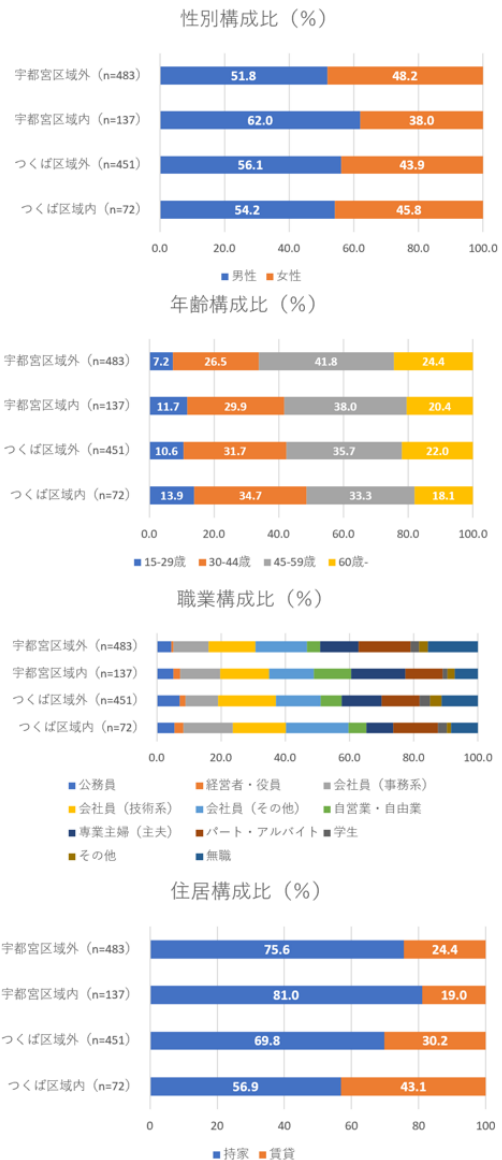


図4 アンケート回答から得た属性

駅周辺の区域内の土地は、従来は田であったが、近年そのような土地の宅地化が進んでいることから、浸水想定区域内に新築物件を購入したファミリー層が流入していると推察される。

(2) 地理的關係性

そのような両都市の違いを踏まえつつ、つくば市と宇都宮市における曝露量、自己効力感、リスク認知と地理的關係性を図5に示す。

ここでの地理的關係は、アンケート調査内で取得した回答者の町丁目レベルの住所に基づいている。浸水想定区域にかかる町丁目は、曝露量が比較的高く、浸水想定区域外にいる町丁目は、曝露量が比較的低いことがわかる(図5A, 図5B)。しかしながら、曝露量は単純に浸水想定区域内に住居があるユーザだけが低いというものではなく、浸水想定区域外の町丁目でも曝露量が35.0%を超える(橙色~赤色)地域も散見される。これは、曝露量の算出自体が、通勤・通学といった、ユーザの移動性に基づいた動的な曝露を加味して可視化されるため、浸水域にかかる地域に滞在する住民が多い町丁目がある

ことを示している。自己効力感を見ると、浸水想定区域にかかると町丁目でも、自己効力感の高いユーザがいることがわかる(図5C, 図5D)。全体傾向として、浸水想定区域内、外という形では、自己効力感の分布に依存していないように見える。これは、リスクが低いと自己効力感が高く、リスクが高いと自己効力感が低いという既存研究¹²⁾とは異なる傾向である。リスク認知では、浸水想定区域にかかると町丁目でも、リスク認知の低いユーザが存在していることがわかる(図5E, 図5F)。

水害の場合、集合住宅であれば垂直避難が可能のため、浸水想定区域内のようなリスクの高い場所に住んでいても、自己効力感が高いユーザがいる可能性もある。そこで、浸水想定区域内における家屋の種類の比率を確認したところ、2階以上の戸建てが割合としてはもっとも多く、つくば市で21.4%、宇都宮市で24.9%であった。集合住宅の割合はつくば市で12.6%、宇都宮市で15.5%であった。一方で、浸水想定区域外は集合住宅がもっとも多く、つくば市で33.6%、宇都宮市で28.2%であった。垂直避難が可能な居住地であることから、浸水想定区域内のユーザでも自己効力感が高いのではないかと推察したが、結果としては浸水想定区域外の方が集合住宅の割合は多かった。また、宇都宮市の場合は築年数が平均10年以内と低いことから、古くから浸水想定区域内に居住し

ていたというよりは、リスクのある場所に近年移動してきたとも言える。

(3) 曝露量と自己効力感との関係性

本節では、曝露量と自己効力感について、自己効力感が高いためにリスクを冒したり、リスクが高い状況に順応して自己効力感が高まったりといった、従来とは逆の関係性が生じる可能性について分析する。

はじめに、前章で示した居住地の定義に従い、サンプリングユーザを市内/市外在住に分類したうえで、曝露量を算出した統計結果を表4に示す。結果の通り、スマートフォン位置情報の全滞在時間の割合から個人の曝露量を算出した場合、居住地以外でも高い曝露量が確認されている。つまり、ユーザは居住地以外でも日常の移動滞在によって曝露していることがわかり、市にかかると浸水想定区域が少ないことが、必ずしもユーザの曝露量の低下には繋がらないことがわかる。

次に、アンケートによって取得した回答者の自己効力感が年齢によって偏りが生じていないかを確認した。年齢層によって、自己効力感が大きく異なる(例:高齢者ほど自己効力感が低く、若者ほど自己効力感が高い)可能性を考慮し、図4に示した年齢構成比ごとに自己効力感の平均値を求めた結果、15-29歳3.38、30-44歳3.61、45-59歳3.60、60歳以上3.47となり、自己効力感は年齢に偏りが無いことが示唆された。

アンケート回答の有効票(n=1,143)に対して、曝露量と自己効力感の関係性を散布図にしたものを、図6に示す。結果、 $y=0.0005x + 3.55018$ となり、右肩上がりの傾向となった。また、曝露量と自己効力感の関係を検討するために、相関分析を実施した結果、両者間で有意な正の相関が示された($r=.03, p<.05$)。一般的には、リスクが低いと自己効力感が高く、リスクが高いと自己効力感が低くなると考えられるが、個人における自然災害の曝露という点においては、先行研究のような対応関係が必ずしも成立するわけではないことが明らかになった。つまり、曝露量が高いほど、自己効力感も高くなる、既存研究とは逆の傾向が示された。

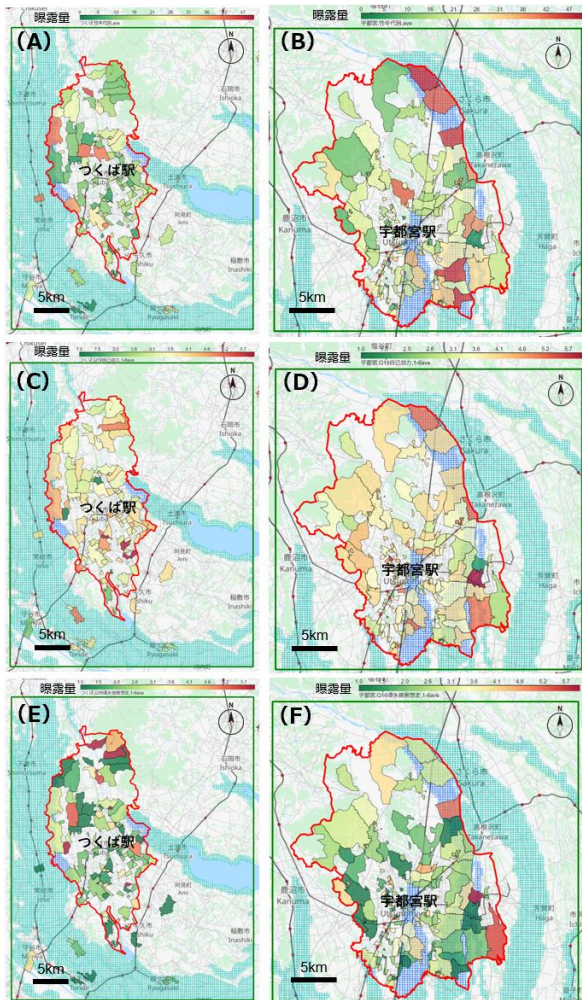


図5 (A) つくば市曝露量 (B) 宇都宮市曝露量 (C) つくば市自己効力感 (D) 宇都宮市自己効力感 (E) つくば市リスク認知 (F) 宇都宮市リスク認知

表4 市内・市外在住者の曝露量 $E_{i,u}$

$E_{i,u}$ (%)	つくば 市内在住者 (n=20,146)	つくば 市外在住者 (n=8,774)	宇都宮 市内在住者 (n=22,455)	宇都宮 市外在住者 (n=12,676)
居住地	9.9%	36.8%	20.3%	22.7%
居住地以外_市内	3.4%	2.6%	26.6%	33.3%
居住地以外_市外	47.1%	54.3%	35.0%	37.8%
対象平均	20.2%	31.2%	27.3%	31.3%
全平均	25.7%		29.3%	

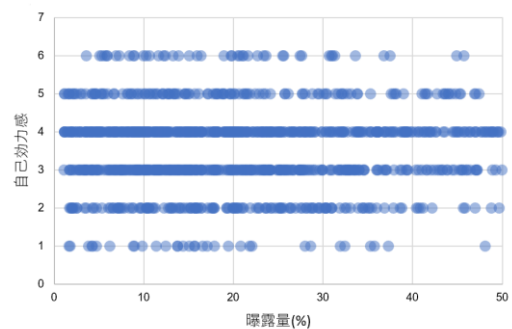


図6 曝露量と自己効力感の関係性

(4) 曝露量と自己効力感のクラスタ分析

図 6 から読み取れるように、災害における曝露が低いユーザの中にも、自己効力感の高低があり、災害における曝露が高いユーザの中にも、自己効力感の高低は存在すると考えられる。そこで、はじめにアンケート回答の有効票 (n=1,143) に対してウォード法によるクラスタ分析を行った。その結果、図 7 の 4 群が抽出された。本研究では、抽出された 4 群のうち、曝露量が高く自己効力感が低い群を「自信喪失群」(n=228)、曝露量が高く自己効力感が高い群を「自信過剰群」(n=294) と定義して、2 群に焦点を絞る、分析を行う。

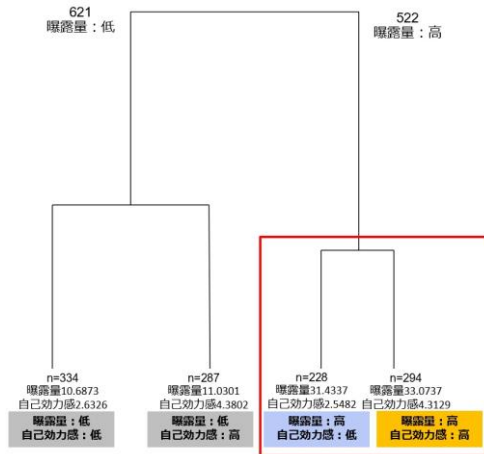


図 7 クラスタ分析の結果

(5) リスク認知と自己効力感の関係性

リスク認知と自己効力感は負の相関があると先行研究では示されており、自信過剰はリスクを過小評価し、自信喪失はリスクを過大評価すると考えられている³²⁾。本研究でも同様に、リスク認知と自己効力感の相関分析を実施した結果、両者間で有意な負の相関が示された

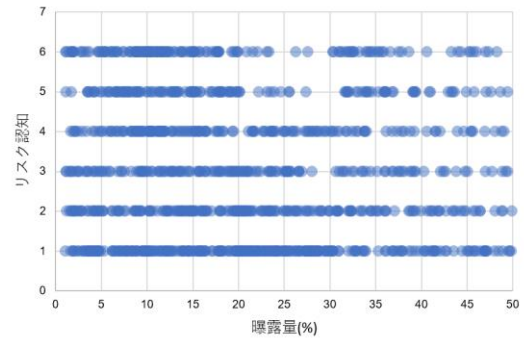


図 8 曝露量とリスク認知の関係性

($r = -.03, p < .10$)。また、リスク認知に関する質問項目 (表 3) と曝露量との関係を散布図にしたところ、 $y = -0.015x + 3.3593$ となり、右肩下がりの傾向となった (図 8)。しかしながら、曝露量が高い群に関しては、リスクに対処できる確信の度合 (自己効力感) という組み合わせで考えたとき、必ずしも先行研究の示す傾向が当てはまらないのではないかと推測する。そこで、本研究では「自信喪失群」はリスクを過大評価し、「自信過剰群」はリスクを過小評価しているのではないかとという仮説に基づき、差の検定を行う。具体的には、両群におけるリスクの過小評価の要因として考えられる³¹⁾、(1)イメージが鮮明である (2)確実性が高い、に対応する質問項目に対して、平均値の差の検定 (対応なし) を行った。つくば市と宇都宮市のそれぞれの結果を図 9 に示す。

(1)イメージが鮮明である、においては、今後 10 年間であなたの住んでいる家屋が水害 (床上浸水・床下浸水) による被害を受けると思うかという設問の回答について t 検定 (対応なし) を行った。結果、つくば市の場合、家屋が水害 (床上浸水・床下浸水) による被害を受けると思うかについては、自信過剰群に比べ自信喪失群の方が有意に高かった ($t(255) = 30.710, p < .01$, 図 9 上)。また、

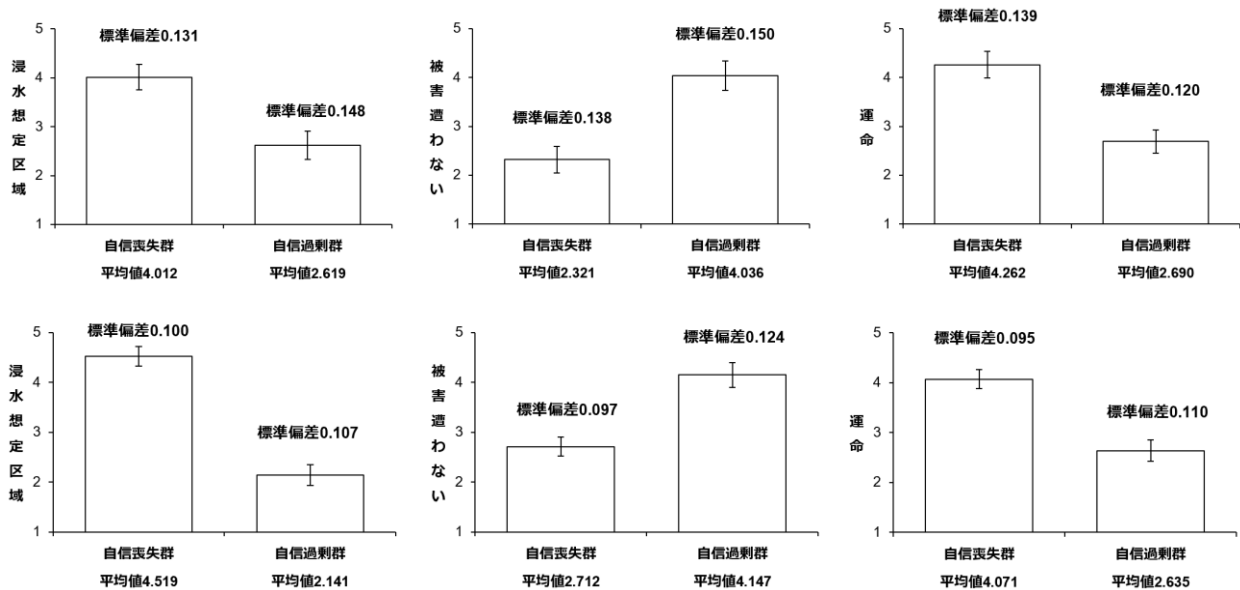


図 9 リスク認知と自己効力感との関係性 (上 つくば市, 下 宇都宮市)

宇都宮市の場合も、自信過剰群に比べ自信喪失群の方が有意に高かった ($t(267)=45.273, p<.01$, 図9下)。

(2) 確実性が高い、においては、被災する可能性を想定した場合と、実際に被災したことを想定した場合の考え方を確認するうえで、2つの質問項目から分析した。表3の被害に遭わないと思う、自然災害に被災することは運命によるものだ、を使用して t 検定 (対応なし) を行った。その結果、つくば市の場合、被害に遭わないについては、自信喪失群に比べ自信過剰群の方が有意に高かった ($t(267)=33.455, p<.01$, 図9上)。宇都宮市の場合も、自信喪失群に比べ自信過剰群の方が有意に高かった ($t(267)=45.273, p<.01$, 図9下)。一方、自然災害に被災することは運命によるものだ、については、つくば市の場合、自信過剰群に比べ自信喪失群の方が有意に高かった ($t(255)=30.715, p<.01$, 図9上)。宇都宮市の場合も、自信過剰群に比べ自信喪失群の方が有意に高かった ($t(267)=42.848, p<.01$, 図9下)。これらの結果から、自信過剰群は自信喪失群より「自分は被害に遭わない」と思っているのに対し、自信喪失群は自信過剰群より「被災することは運命だ」と思っており、両群はリスク認知において異なる傾向を持つと言える。

最後に、(3) 距離的に近く時間的にも差し迫っている、については、リスクとの距離と関連しているかを確認した。本研究では、アンケート回答者の自宅町丁目において重心となるメッシュを、スマートフォン位置情報からユーザごとに算出し、浸水想定域までの最短距離 (直線距離) を算出した。ここでは、先に示した曝露量の手続きを応用し、あらかじめスマートフォン位置情報ユーザの各町丁目の性年代別の重心を算出しておき、アンケートユーザの町丁目および性年代に対応する重心を、当該ユーザ自身の重心とした。町丁目と浸水想定域との距離に対して、両群の間に違いがあるのかを検討するために t 検定を行った。その結果、両群の間に有意な違いは見られなかった ($t(520)=7.529, n.s.$)。つまり、両群の間には、リスクとの距離に差が無かったにも関わらず、自己効力感やリスク認知は異なるということが示された。

(6) 自信喪失・自信過剰による災害準備行動との関係性

一般に、自己効力感は行動変容を引き起こす先行要因であると考えられており¹²⁾、すなわち自己効力感が高い方が災害準備を行う³⁶⁾ことを意味する。しかし今回、曝露量が高い場合その限りではなく、災害準備が行われず、行動変容が引き起こされないのではないかと推察について分析する。ここでは、表3の災害準備において、直近2~3年以内に実行した具体的な災害準備行動に関する質問項目に対して、自信喪失群と自信過剰群の違いがあるのか χ^2 検定を行った (表5)。ここでの Δ は有意に多い、 ∇ は有意に少ないことを示す。

その結果、つくば市、宇都宮市ともに、両群の間に有意な違いが示された。つくば市 ($\chi^2(1)=76.88, p<.01$)、宇都宮市 ($\chi^2(1)=101.01, p<.01$)。残差分析の結果、自信過剰群に比べ自信喪失群の方が災害情報を確認することが明らかになり、先行研究とは異なる結果となった。

6. 考察

なぜ同様のリスクが高い環境に住んでいるにもかかわらず、自己効力感が異なるのかについて、災害関連のリ

表5 災害準備行動の χ^2 検定結果

住居危険な場所避けた		
	実施	未実施
つくば市_自信喪失群	Δ 87	∇ 82
つくば市_自信過剰群	∇ 66	Δ 93
宇都宮市_自信喪失群	Δ 103	∇ 95
宇都宮市_自信過剰群	∇ 70	Δ 101

保険を契約した		
	実施	未実施
つくば市_自信喪失群	Δ 108	∇ 59
つくば市_自信過剰群	∇ 85	Δ 88
宇都宮市_自信喪失群	Δ 121	∇ 66
宇都宮市_自信過剰群	∇ 80	Δ 92

災害情報を確認できるようにした		
	実施	未実施
つくば市_自信喪失群	Δ 151	∇ 44
つくば市_自信過剰群	∇ 77	Δ 100
宇都宮市_自信喪失群	Δ 203	∇ 29
宇都宮市_自信過剰群	∇ 81	Δ 105

スク認知と感情、行動へのコスト、平時の移動性に対する無意識の3つの観点から考察する。

自己効力感はリスク認知と負の相関関係であることが示されている¹⁷⁾。しかしながら、分析を行った結果、曝露量が高いほど、自己効力感も高くなるという既存研究とは逆の傾向が示された。この背景として考えられるのは、自信喪失群は、災害に対する対処効力の「無力感」から生じる心理現象であると考えられ、災害による被害は「どうしようもない」というように運命感を比較的に強く認知するのではないかと推察する。一方で、自信過剰群は、危険な環境におかれている (曝露量が高い) にも関わらず、災害に対する自己効力感が高いことから、災害へのリスクを比較的低く認知し、災害に伴う恐怖や不安感情が比較的低い可能性が考えられる。このように、災害リスクの度合いが類似した環境にあるのに、災害への自己効力感が異なる理由として、災害関連のリスク認知や感情の要素が背景にあると推察される。これらの可能性を検討するためには、今後は災害関連のリスク認知の他に、感情にも焦点を当てて、自信喪失群と自信過剰群の違いを検討する必要があるだろう。

また、柿本は²⁸⁾、対処評価が低い場合、リスクを認知しながらも対処行動を起こさない、自然災害リスク認知のパラドックスが発生することを指摘していた。本研究では、単純に自己効力感が低い場合だけでなく、リスクを認知しながらも対処行動を起こさない課題¹⁹⁾に対して、曝露量と自己効力感の如何によって、住民の災害準備行動は異なるのではないかと推測した。分析の結果、両群の間には、リスクとの距離に有意な差が無かったにも関わらず、自信過剰群に比べ自信喪失群の方が災害情報をより確認する傾向があることが明らかになった。これらの結果による災害準備行動の差の要因のひとつとして、反応コストの大小が関係しているのではないかと推察する。つまり、曝露量の高いユーザは居住地が浸水想定区域などの危険な場所にあると推察されるが、住み慣れた場所を移動する心的・経済的コストが存在するとき、自

信喪失群においては、保険への加入や、よりコストの低い災害情報の確認という災害準備行動によって、心的負荷を和らげ、行動変容に繋がった可能性がある。そうした時、今後はどのようなユーザ（ユーザ群）には、どの程度の心的負荷であれば、どの程度の災害準備行動を行う見込みがあるかなど、行動変容につながる要素について、群ごとに検討していく必要があるだろう。

最後に、従来の自然災害における曝露量は平時の移動滞在による動的な曝露を加味した設計にはなっていない¹⁰⁾。自信喪失群と自信過剰群のユーザが住む町の中心座標から、浸水想定区域までの距離自体は大差がなかった。そうであっても、リスク認知や災害準備行動に差が出るのは、私たちの日常の行動に伴うリスクの大小に対して無自覚であるからと言える。心理的尺度を用いた防災意識調査は重要ではあるが、それと同時に、アンケート単独で住民の防災意識を推定するだけでなく、地域におけるユーザの移動性と心理面の両方を加味して、今後は平時の防災意識を推定する必要があるだろう。

7. 結論

本研究では、個人の自然災害のリスクを正しく評価し、災害への準備行動や対処行動を正しく推測するうえで、個人の曝露量と自己効力感に着目して、平時の自然災害リスク認知および災害準備行動における探索的な分析を試みた。その結果、以下の4点を明らかにした。

1. 従来法の地域単位ではなく、スマートフォン位置情報による移動滞在に基づき、個人の曝露量を推定したことで、ユーザは居住地以外でも日常の移動滞在によって曝露していることが示され、位置情報を用いて個人ごとに曝露量を出すことの有用性を示した。
2. 個人が自然災害に晒される程度を示す曝露量と、リスクに対処できる確信の度合である自己効力感の関係性として、曝露量が高いほど、自己効力感も高くなるという、既存研究とは逆の傾向が示された。
3. リスク認知における(1)明確イメージ喚起 (2)生起確率(3)リスクとの距離において差の検定を行い、(1)明確イメージ喚起 (2)生起確率については有意差を確認したが、(3)リスクとの距離に有意差はなかった。言い換えれば、自信喪失群と自信過剰群の間には、リスクとの距離に差がなかったにも関わらず、自己効力感やリスク認知には違いがあるということが示された。
4. 従来研究に基づけば、自己効力感が高い方が災害準備を行うということになるが、分析の結果、曝露量が高い場合はその限りではなく、自信過剰群に比べ、自信喪失群の方が災害情報を確認する傾向にあることが明らかになった。

これらの結果により、ユーザに合わせた防災行動変容や意識醸成が可能となると考える。また、個人の防災意識を醸成することのみならず、自治体の防災対策担当者が、住民のリスクを把握し対策を検討するうえでも有用な知見となるだろう。

最後に、本研究の今後の課題を述べる。本研究では、スマートフォン位置情報から算出された個人の移動滞在に基づく曝露量¹⁰⁾を、町丁目単位で平均を取るという形でアンケート回答者と対応付け、個人の曝露量として分

析を行ったが、本来は居住地だけでなくユーザごとの日々の移動先のリスクも紐づいていることが望ましい。また、本研究で対象とした期間（2020年4月1日～9月30日）は新型コロナウイルス感染症に伴う緊急事態宣言が発出されている期間を多く含んでおり、特に人の移動が制限されていた時期と重なる。そのため、移動や滞在に伴う動的なリスクを算出するうえでは、より長期的に取得したデータから、計測していく必要があるだろう。

本研究では防護動機理論^{20) 21)}の脅威評価と対処評価の一部を検証したに過ぎず、心理モデルとして検証したわけではない。したがって、反応コストの大小については推察の域を出ないため、今後はモデルに反映させたうえでの妥当性の検証を行うべきであると考え。また、本研究では曝露量(Exposure)を軸とした分析を実施したが、今後は浸水深ごとのリスクを考慮するなど、自然災害の発生リスク(Hazard)に基づくリスクの大小にも着目して分析を進めていく。

参考文献

- 1) 内閣官房国土強靱化推進本部国土強靱化基本計画 https://www.kantei.go.jp/jp/singi/kokudo_kyoujinka/index.html
- 2) 内閣官房国土強靱化推進本部脆弱性評価の指針 https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/sisin_t_r50210.pdf
- 3) 第3回国連防災世界会議仙台防災枠組2015-2030 <https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/000071588.pdf>
- 4) Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR) <https://www.undrr.org/publication/technical-guidance-comprehensive-risk-assessment-and-planning-context-climate-change/>
- 5) M W A Ramli, N E Alias, Z Yusop, and S M Taib. : Disaster Risk Index: A Review of Local Scale Concept and Methodologies. The 7th AUN/SEED-Net Regional Conference on Natural Disaster (RCND 2019),2019.
- 6) Bündnis Entwicklung Hilft. World Risk Report2022. https://weltrisikobericht.de/wpcontent/uploads/2022/09/WorldRiskReport-2022_Online.pdf
- 7) Federal Emergency Management Agency. National Risk Index Technical Documentation2021. https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema_national-risk-index_technical-documentation.pdf
- 8) 菊本統, 下野勘智, 伊藤和也, 大里重人, 稲垣秀輝, 日下部治. : 我が国の自然災害に対する統合的リスク指標. 土木学会論文集 F6, Vol.73, No.1, pp.43-57, 2017.
- 9) 国土交通省 令和3年版 国土交通白書 <https://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/r03/hakusho/r03/html/n1224000.html>
- 10) 三浦瑞貴, 上坂大輔, 小林亮博. : スマートフォン位置情報を用いた個人における自然災害の曝露量推定. 第106回モバイルコンピューティングと新社会システム (MBL) 研究発表会, 2023.
- 11) 三浦瑞貴, 上坂大輔, 個人の自然災害リスク評価指標に関する一考察. 第67回土木計画学研究発表会・春大会, 2023.
- 12) 元吉 忠寛. 災害自己効力感と防災意識の関連. 日本心理学会大会発表論文集/日本心理学会第82回大会, 2018.
- 13) Bandura, A. Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. Psychological review, 84(2), 191, 1977.
- 14) Bandura, A. Self-efficacy mechanism in human agency. American

- Psychologist, 37(2), 122-147, 1982.
- 15) 岡 浩一朗. 中年者における運動行動の変容段階と運動セルフ・エフィカシーの関係. 日本公衛誌 50 巻, 第 3 号, 2003.
 - 16) 中谷 章子, 森 千鶴. 看護師のコミュニケーションスキルとセルフエフィカシー, 専門職的自律性との関連. 日本看護研究学会雑誌 Vol. 41 No. 2, 2018.
 - 17) 元吉忠寛. 災害自己効力感尺度の開発. 社会安全学研究, 9, 103-117, 2019.
 - 18) 内閣府 防災担当. 避難情報に関するガイドライン (令和 3 年 5 月改定, 令和 4 年 9 月更新)
https://www.bousai.go.jp/oukyu/hinanjouhou/r3_hinanjouhou_guideline/pdf/hinan_guideline.pdf
 - 19) 内閣府 中央防災会議「災害時の避難に関する専門調査会」
https://www.bousai.go.jp/kaigirep/chousakai/saigaijihinan/6/pdf/s_hiryuu_5.pdf
 - 20) 松川 杏寧, 兪 瑋, 佐藤 史弥, 永松 伸吾, 立木 茂雄. 構成概念妥当化パラダイムを用いた防災リテラシー尺度の開発. 地域安全学会論文集 No.39, 2021.
 - 21) Cardona O D.: Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo En A. Maskrey Los Desastr. no son Nat. 51-74,1993.
 - 22) Birkmann J and Wisner B. Measuring the un-measurable. The Challenge of Vulnerability vol 5, 2006.
 - 23) 総務省統計局 地域メッシュ統計について, 総務省
https://www.stat.go.jp/data/mesh/m_tuite.html
 - 24) 財賀美希, 藤井俊久, 雁津佳英, 松見吉晴. 住民の洪水災害に対する防災意識の把握と向上化施策に関する研究. 住民の洪水災害に対する防災意識の把握と向上化施策に関する研究. 土木学会論文集 F6 (安全問題), 67 巻 2 号, 2011.
 - 25) 朝位孝二, 古賀将太, 榊原弘之. 洪水経験のある住民のハザードマップ配布前後の防災意識構造の比較. 土木学会論文集 F1 (水工学), 67 巻 2 号, 2011.
 - 26) 三阪和弘, 小池俊雄. 水害対策行動と環境行動に至る心理プロセスと地域差の要因. 土木学会論文集 B, 62 巻 1 号, 2006.
 - 27) Ajzen, I. The Theory of planned behavior. Organizational Behavior and Human Decision Processes 50, pp.179-211, 1991.
 - 28) Rogers, R. W. A protection motivation theory of fear appeals and attitude change, The Journal of Psychology, Vol. 91, pp. 93-114, 1975.
 - 29) Rogers, R. W. Cognitive and psychological processes in fear appeals and attitude change: A revised theory of protection motivation, Social Psychophysiology (B. L. Cacioppo & L. L. Petty Eds.), London, U.K., pp. 153-176, 1983.
 - 30) Armitage CJ, & Conner M.: Efficacy of the Theory of Planned Behaviour: a meta-analytic review. British Journal of Social Psychology 40, pp.471-499, 2001.
 - 31) Fishbein, M. & Ajzen, I.: Belief, Attitude, Intention and Behavior: An Introduction to Theory and Research. Reading, Mass: Addison-Wesley, 1975.
 - 32) Ajzen, I. & Fishbein, M.: Understanding Attitudes and Predicting Social Behavior. NJ: Prentice-Hall, Inc., 1980.
 - 33) 関谷直也, 田中淳. 避難の意思決定構造—日本海沿岸住民に対する津波意識調査より—. 自然災害科学特別号 pp.91 - 103, 2016.
 - 34) Rippetoe, P. A. and Rogers, R. W. Effects of components of protection-motivation theory on adaptive and maladaptive coping with a health threat, Journal of Personality and Social Psychology, Vol. 52, pp. 396-604, 1987.
 - 35) 柿本 竜治, 上野 靖晃, 吉田 護. 防護動機理論に基づく自然災害リスク認知のパラドックスの検証. 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.72, No.5 (土木計画学研究・論文集第 33 巻), I_51-I_63, 2016.
 - 36) Nypaver, M. C. Disaster education for nurses: A comparison of two instructional methods for teaching basic disaster life support in the light of self-efficacy theory. PhD dissertation, University of Tennessee, 2011.
 - 37) 元吉忠寛. 災害自己効力感尺度の開発. 社会安全学研究, 9, 103-117, 2019.
 - 38) 坂野雄二. 一般性セルフ・エフィカシー尺度の妥当性の検討 早稲田大学人間科学研究, 2, 91-98, 1989.
 - 39) Tversky, A., & Kahneman, D. Advances in prospect theory: Cumulative representations of uncertainty. Journal of Risk and Uncertainty, 5, 297-323, 1992.
 - 40) 長瀬 勝彦. リスク認知のバイアス—なぜリスクが過小評価されるのか—. 組織科学 Vol.45 No. 4 : 56-65, 2012.
 - 41) 国土交通省 “国土数値情報 浸水想定区域データ 製品仕様書第 3.0 版 (データ作成年度: 令和 3 (2021) 年度)”
<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A31.html#!>,
 - 42) 国土交通省 水害統計調査.
https://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/kasen/suigaitoukei/index.html
 - 43) QGIS Development Team: QGIS Geographic Information System, QGIS Association (online), available from (<https://www.qgis.org>)
 - 44) Jordahl, K., den Bossche, J. V., Fleischmann, M., Wasserman, J., McBride, J., Gerard, J., Tratner, J., Perry, M., Badaracco, A. G., Farmer, C., Hjelle, G. A., Snow, A. D., Cochran, M., Gillies, S., Culbertson, L., Bartos, M., Eubank, N., Maxalbert, Bilogur, A., Rey, S., Ren, C., Arribas-Bel, D., Wasser, L., Wolf, L. J., Journois, M., Wilson, J., Greenhall, A., Holdgraf, C., Filipe and Leblanc, F.: geopandas/geopandas: v0.8.1(2020).
 - 45) 総務省統計局 令和 2 年国勢調査結果.
<https://www.stat.go.jp/data/kokusei/2020/kekka.html>
 - 46) 吉羽 崇, 小林 亮博, 中管 章浩, 南川 敦宣, 富岡 秀虎, 森本 章倫. スマートフォン位置情報データを活用したバス需要予測に関する研究. 土木学会論文集 D3 (土木計画学) /76 巻 (2020) 5 号.

(原稿受付 2023.8.26)

(掲載決定 2024.1.20)