

原子力災害に関する知識が災害時の行動に与える影響分析

環境社会基盤工学分野

24502687

永井大樹

1. はじめに

福島第一原子力発電所事故以降、国や県・市町村が主体となって防災計画の策定や防災訓練など取り組みの実施を行っているが、災害時に住民が実際にどのように行動するかは、明らかになっておらず、住民が避難を行うタイミングが不明であることが課題である。また、原子力災害は自然災害とは異なり、発生事例が少なく、被災を五感で感じられないことが挙げられる。そのため、原子力災害独自の住民の行動を明らかにする必要があると考える。

そこで、本調査では住民を対象にアンケート調査を実施し、原子力や防災に関する知識・リスク評価、地域住民とのコミュニケーションといった部分が防災活動・災害時の行動にどのように影響を与えているかについて明らかにすることで効果的な防災施策の活用を目的としている。また、町内会を対象にアンケート調査を実施し、防災訓練や出前講座、その他の防災に関する取り組みがどのように災害時の行動に影響しているかを明らかにする。

2. 既往研究整理

原子力災害時の住民行動については、長井ら¹⁾(2014)が原子力災害時の住民の避難行動についてマイクロシミュレーションを行い、避難時間や避難ルートの渋滞などを明らかにした。その際シミュレーションを行うために住民の避難行動タイミングをアンケート調査により明らかにした。アンケート調査は柏崎市と小千谷市に行い、主に年齢・性別・家族数等と避難行動の傾向を分析した。結果として、中年世代や家族人数が多い家庭、原発から近い住民ほど自主避難、つまり屋内退避に従わないということが明らかになった。しかし、住民の行動は年齢・性別・家族人数など個人属性だけでなく、知識や意識リスク評価といった部分によっても決定されると考えられるため、その点を考慮して分析を行う必要がある。そのため、原子力災害時の住民の行動を決定する要素についても明らかにし、行動を決定する過程についても明らかにする必要があると考える。また、南ら²⁾(2018)は、原子力災害時の避難において、被ばくを最小化するような避難開始時間の配分や経路の選択を行い、避難シミュ

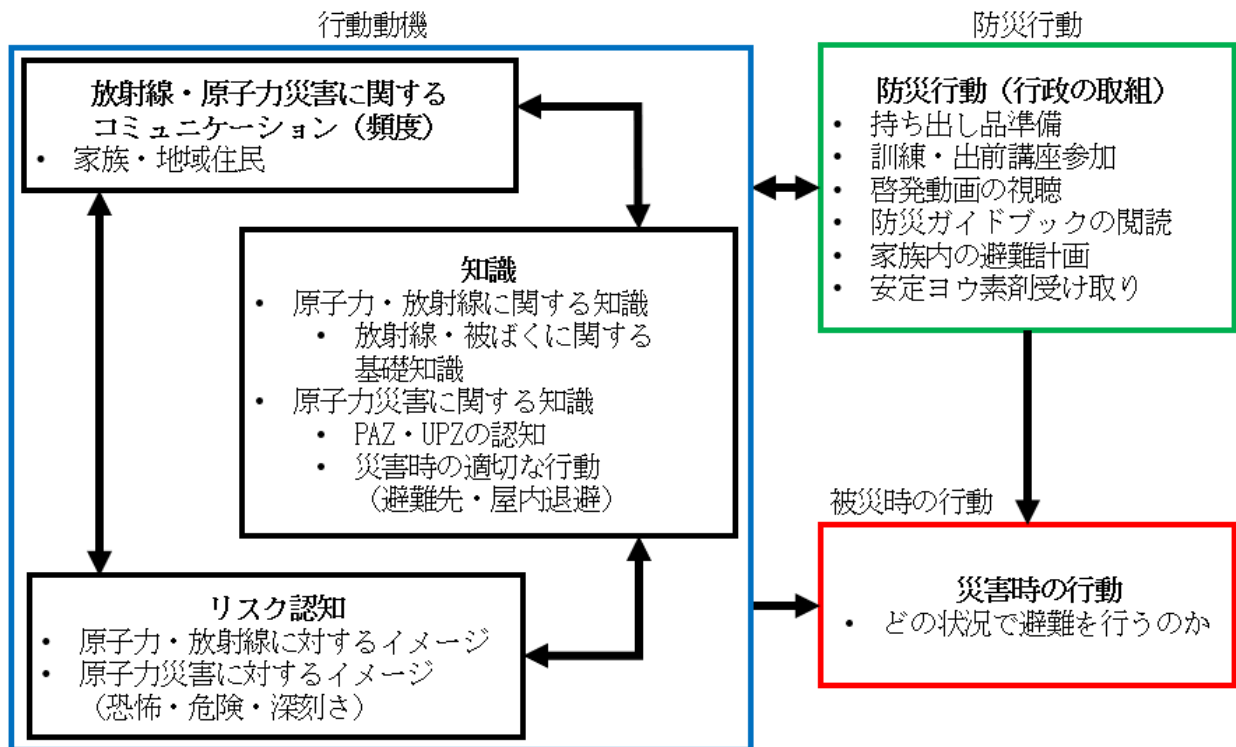


図-1 原子力災害時の行動決定仮説

レーションを行った。

原子力災害ではなく、自然災害に関する住民の行動決定については多くの論文が存在する。柿本ら³⁾(2016)は自然災害に対するリスクが高くても、そのリスクへの防護行動を取らないといった「自然災害リスク認知のパラドックス」を指摘し、その存在を明らかにした。その後、柿本ら⁴⁾(2017)は個人が減災行動(非常持ち出し品準備)の必要性をわかっているにもかかわらずその行動をとらない要因を明らかにした。結果としては、減災行動(非常持ち出し品準備)には、「災害に対する脅威評価」よりも、「減災行動の対処評価」の方が大きく影響を与えていることを示した。「非常持ち出し品準備を行うことで迅速な避難が可能である」と考えている人ほど、準備を行う割合は高く、「非常持ち出し品準備は面倒」と回答した人ほど準備を行う割合は低い結果となった。

災害に関するリスクの評価については、あまり減災行動に影響を与えなかったとしているが、そもそもリスクを評価する過程についても明らかにする必要があると考える。例えば、災害に対して知識がなければ、適切にリスクを評価することは難しく、極端に高くあるいは低く評価する可能性があると考えられる。

そのため本研究では、原子力災害時特有の住民行動を明らかにすることを目的とし、主に住民の行動決定に知識やリスク認知、コミュニケーションがどう影響を与えているのかを明らかにする。

3. 住民の行動決定仮説

住民の行動を調査・分析するうえで、行動の意図となる「行動動機」、事前に行う「防災行動」、実際に災害が発生した際の「災害時の行動」の3項目に分類する。

住民の災害時に取る行動を解明するため、住民の「災害時の行動」が最終的な目的変数となる。そのため、原子力災害で住民が取る行動は「避難」と「屋内退避」として観測される。そして「災害時の行動」を左右するのは、「行動動機」と「防災行動」である。「行動動機」は名前の通りその行動を取るにあたっての動機である。そのため、「防災行動」と「災害時の行動」のどちらにも影響を与えている。「防災行動」は災害の対策や災害時の被害を軽減するための行動である。そして「行動動機」や「災害時の行動」へ影響を与えている(図-1)。

次にそれぞれの項目をさらに細分化し、観測できる形を整える。まず、「情報源・説明要因」は住民自身の情報である。年齢や性別などの個人属性から家族・地域住民とのコミュニケーションの頻度、被災経験が「情報源・説明要因」である。これは仮説に組み込むのではなく、「情報源・説明要因」を大まかに分類し、それぞれの分類で仮説の検証、傾向を明らかにするために用いる。

「行動動機」は住民が日々過ごしているうえで形成される部分である。ここには「放射線・原子力に関するコミュニケーション」「知識」「リスク評価」が含まれ

表-1 住民アンケート調査内容

	尺度	設問	回答
コミュニケーション	4件法	近隣住民との原子力に関するコミュニケーションの頻度	1. 頻繁に～4. 全くない
知識	量的	放射線・原子力に関する知識	1. 放射線の種類はなく、1種類のみである
			2. 放射線は日常には存在していない
			3. 被ばくの種類には「内部被ばく」と「外部被ばく」がある
			4. 原子力災害時の重点区域として「PAZ」と「UPZ」という2つが定められている
			5. 原子力災害時に屋内退避する場所として「放射線防護施設」というものがある
リスク認知	4件法	地震によって原子力災害が発生する	1. そう思う～4. そう思わない
		放射線に恐怖を感じる	1. そう思う～4. そう思わない
		原子力災害に恐怖を感じる	1. そう思う～4. そう思わない
防災行動	4件法	原子力防災訓練の参加	1. 何度も行っている～4. 知らない・行ったこともない
		原子力災害出前講座・講演会の参加	1. 何度も行っている～4. 知らない・行ったこともない
		防災ガイドブックの閲読(知識)	1. 何度も行っている～4. 知らない・行ったこともない
		防災ガイドブックの閲読(避難計画)	1. 何度も行っている～4. 知らない・行ったこともない
		防災ガイドブックの閲読(避難経路)	1. 何度も行っている～4. 知らない・行ったこともない
災害時の行動	カテゴリー変数 PAZ: 2,3→適切 その他→不適 UPZ: 5→適切 その他→不適	市外に避難を行うタイミング	1. 柏崎市または刈羽村で震度6弱ほどの地震が発生する
			2. 柏崎刈羽原子力発電所で電源喪失が発生する
			3. 柏崎刈羽原子力発電所で原子炉の停止が不可となる
			4. 原発から放射性物質が放出される
			5. 行政から特定の地区(UPZ)に対して避難指示が出される
			6. 何があっても柏崎市外へ避難をしない

る。どれも住民が日常の中で形成される要素である。さらに、「放射線・原子力に関するコミュニケーション」「知識」「リスク評価」同士でも影響を及ぼしあっていると考えられる。

「防災行動」は原子力防災を意識して取り組む部分である。そのため、明確な原子力防災の意識をもって取り組む活動がこの部分に含まれている。

「被災時の行動」は最終的な目的変数である。原子

力災害時の行動は「避難」と「屋内退避」に分けられるため、災害の進行度合いでどちらの行動を選択するかで「災害時の行動」観測し、変数化できると考える。最終的には「行動動機」と「防災行動」の程度によって「被災時の行動」が左右されると考え仮説を構築している。

まず、災害時の行動に影響を与える要因を明らかにするためにカイ二乗検定を行う。最終的には、この仮説をもとに分析（SEM：共分散構造分析）を行い、適合度を測る。

4. 原子力災害への備えに関するアンケート調査

アンケート調査内容の概要を表-1に示す。アンケートの設問は、原子力災害時にどのタイミングで避難を行うかと、前章に示したパス図に沿った内容で、4町内会共通である。

各地域へのアンケート調査票の配布・回収状況を表-2に示す。アンケート調査は令和7年10月～12月に行った。調査方法は、A地区とB地区では町内会長に配布を依頼し、郵送回収を行った。C地区ではコミュニティセンターに配布を依頼し、コミュニティセンターで回収と郵送での回収を行った。

表-2 住民アンケート配布状況

調査地	調査時期	調査方法	回収率
A地区	2025年 10月～11月	町内会長による配布、 郵送回収	42.8% (157/367件)
B地区	2025年 12月	町内会長による配布、 郵送回収	52.9% (455/860件)
C地区		コミセンに訪問される方に配布、 コミセン回収 or 郵送回収	

5. 災害時の行動決定要因の分析

本研究では、防災施策が災害時の行動に至るまでの過程について複数のモデルを用いて分析した。結果として、コミュニケーション（原子力に関する話題の頻度）、知識、リスク認知が防災行動を高める

関係が確認されたが、防災行動から災害時の行動への直接的な影響は認められなかった。一方で、防災行動はコミュニケーションや知識を促進し、さらにリスク認知を調整することを通じて災害時の行動に影響を及ぼす可能性が示唆された。すなわち、防災行動は単独で行動を規定する要因ではなく、心理的要因や認知的要因との相互作用を通じて間接的に行動判断に結び付く構造が示された（図2）。

最適モデルでは、知識がコミュニケーションを促進し、コミュニケーションがリスク認知を低減し、その結果として避難タイミングの適切性に影響するという連鎖的な関係が確認された。モデル適合度も良好であり、防災ガイドブックの閲読や防災訓練・講座への参加といった施策が、知識やコミュニケーションを通じて間接的に住民の行動判断に影響する構造が明らかとなった（図3）。

さらに、PAZとUPZの地域間比較を行った結果、両地域における要因間の関係には一定の共通性がみられる一方で、一部の関係に地域差が存在することが確認された。UPZでは知識からコミュニケーションへの影響が大きく、知識を起点とした関係構造が比較的明確に確認されたのに対し、PAZではコミュニケーションと防災行動との関連が相対的に強く、地域内の情報共有や交流が行動に結び付きやすい傾向がみられた。一方、防災行動から避難判断への影響については両地域で同程度の傾向が確認され、共通した関係が示された（図4）。

加えて、多母集団SEMにおけるパラメータ差の検定を行い、PAZとUPZの間で各パス係数に有意な差が存在するかをt検定により検証した。その結果、多くの関係については統計的に有意な差は確認されなかったが、リスク認知から原子力災害に対する恐怖（原子力災害（恐怖））への関係においてのみ、有意水準5%で有意差が確認された（ $t = 3.151$, $p = 0.002$ ）。

この結果は、原子力災害に対する恐怖の感じ方が地域によって異なる可能性を示している。具体的には、UPZの住民の方がPAZの住民よりも原子力災害に対して強い恐怖を感じる傾向が確認された。一般的にPAZは原子力施設に近接しており、リスクが高いと考えられる地域であるが、本研究の結果では必ずしもPAZの方が恐怖認知が高いとは限らず、むしろUPZの住民の方が原子力災害に対する心理的な不安や恐怖を強く抱いている可能性が示唆された。

このような結果の背景には、いくつかの要因が考えられる。PAZでは原子力施設周辺地域として日常的に防災訓練や行政からの情報提供が行われている場

合が多く、住民が原子力災害に関する知識や対応方法を比較的具体的に理解している可能性がある。そのため、リスクの存在を認識しつつも、対応手段を理解していることによって恐怖感が一定程度抑制されている可能性が考えられる。一方でUPZでは、原子力施設からの距離がやや離れているものの、災害時には屋内退避や段階的避難といった複雑な対応が求められるため、具体的な行動イメージが持ちにくく、不確実性が心理的な恐怖として現れている可能性がある。

また、UPZでは「自分は直接的な被害地域ではないが、影響を受ける可能性がある」という中間的な立場に置かれることから、リスクの曖昧さが不安感を高める要因となっている可能性も考えられる。このことは、原子力防災において単に危険度の高低だけでなく、住民の心理的認知や情報理解の程度が恐怖認知に大きく影響することを示唆している。

以上の結果から、本研究で示された知識→コミュニケーション→リスク認知→行動という関係構造は、地域によって基本的な枠組みは共通しているものの、心理的側面である恐怖認知には地域差が存在する可能性が示された。特にUPZにおいて原子力災害に対する恐怖が高い傾向が確認されたことは、UPZ地域における情報提供やリスクコミュニケーションの重要性を示唆するものである。

したがって、原子力防災においては、知識の提供や地域内コミュニケーションの促進といった取り組みに加え、住民が抱く恐怖や不安といった心理的側面にも配慮したリスクコミュニケーションを行うことが重要であると考えられる。

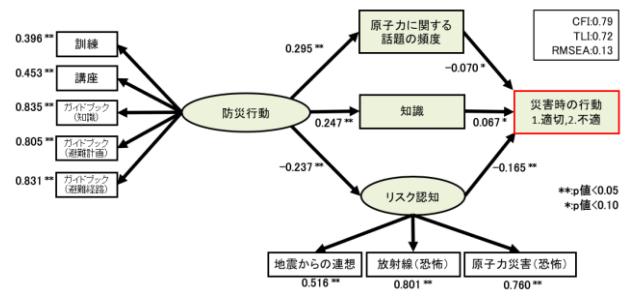


図-2 仮説モデル

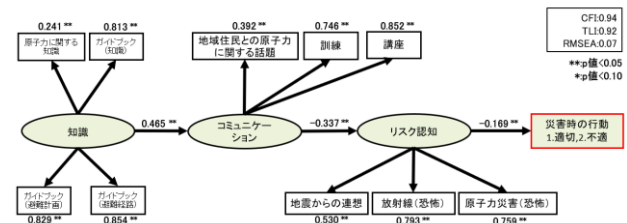


図-3 最適モデル

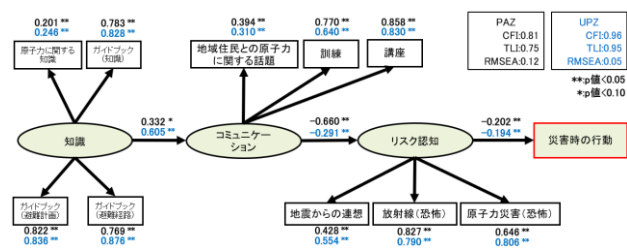


図-3 地域差

6. まとめ

本研究は、原子力災害時における住民の避難タイミングの適切性に影響を及ぼす要因を明らかにする

表-3 地域間の有意差

		UPZ標準誤差	PAZ標準誤差	t値	自由度	p値	5%有意
知識	コミュニケーション	0.209	0.408	0.064	238.237	0.949	FALSE
コミュニケーション	リスク認知	0.154	0.341	1.790	218.312	0.075	FALSE
コミュニケーション	原子力に関する話題						FALSE
コミュニケーション	訓練	0.279	0.461	-0.939	273.426	0.348	FALSE
コミュニケーション	講座	0.448	0.779	-1.086	261.105	0.278	FALSE
知識	原子力に関する知識						FALSE
知識	ガイドブック(知識)	0.653	1.899	-0.549	190.407	0.584	FALSE
知識	ガイドブック(避難計画)	0.596	1.826	-0.636	186.645	0.525	FALSE
知識	ガイドブック(避難経路)	0.653	1.828	-0.476	193.415	0.635	FALSE
リスク認知	地震からの連想						FALSE
リスク認知	放射線(恐怖)	0.123	0.188	1.145	292.570	0.253	FALSE
リスク認知	原子力災害(恐怖)	0.121	0.135	3.151	408.668	0.002	TRUE
リスク認知	災害時の行動	0.048	0.074	-0.229	293.344	0.819	FALSE

ため、住民アンケートを基に共分散構造分析を行い、要因間の関係構造を検証した。その結果、知識、コミュニケーション、防災行動は災害時の行動に直接影響するのではなく、リスク認知を介して間接的に作用し、最終的な避難判断に影響を与えることが確認された。また、災害時の行動決定には知識が基盤として存在する可能性が示唆され、防災ガイドブックの閲読などによる知識の向上が防災への関心を高め、地域内での話題化を通じてコミュニケーションの活性化につながるということが明らかとなった。さらに、こうしたコミュニケーションを通じて不安や恐怖が調整されることでリスク認知が低減し、その結果として避難判断の適切化に結び付く関係が示された。

地域比較では、UPZ ではガイドブック等による知識を起点とした影響関係が比較的明確であり、知識の向上がコミュニケーションの増加につながる傾向がみられたが、コミュニケーションからリスク認知への影響は PAZ ほど強くなかった。一方、PAZ では防災訓練や出前講座の実施機会が多く、これらを通じたコミュニケーションの活性化がリスク認知の低減に寄与する構造が確認され、区域特性に応じた施策の重要性が示された。

さらに、多母集団 SEM によるパラメータ差の検定を行い、PAZ と UPZ の間で各関係に統計的な差が存在するかを検証した結果、多くの関係では有意な差は確認されなかったが、リスク認知から原子力災害に対する恐怖への影響においてのみ有意差が確認された。この結果から、原子力災害に対する恐怖は PAZ よりも UPZ の住民の方が強い傾向にあることが明らかとなった。原子力施設により近い PAZ よりも UPZ の方が恐怖認知が高いという結果は、原子力災害に対する心理的認知が単純な距離だけで規定されるものではなく、情報理解の程度や災害時の対応イメージの持ちやすさなどによって左右される可能性

を示唆している。

以上の結果から、原子力防災においては知識の向上を出発点としてコミュニケーションを促進し、それを通じて住民のリスク認知を適切に調整することが、避難判断の適切化につながる重要な要素であると考えられる。また、地域特性によって知識やコミュニケーションの役割が異なる可能性が示されたことから、PAZ と UPZ それぞれの特性を踏まえた防災施策を展開することが重要であるといえる。

謝辞：本研究の住民アンケートにあたって、各地区の住民にご回答いただいた。また、住民アンケートの配布・回答の呼びかけしていただいた各町内会長、コミュニティセンターには多大なる協力をいただいた。ここに謝意を表す。

REFERENCES

- 1) 長井大樹, 佐野可寸志, 西内裕晶: 柏崎刈羽原子力発電所の事故発生時避難行動分析とボトルネック対策による早期渋滞完了の可能性検討, 2015
- 2) 南裕也, 佐野可寸志, 鳩山紀一郎, 伊藤潤: 規範的避難行動原理に基づく原子力災害時の避難需要の避難開始時刻最適化, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 74, No. 5 (土木計画学研究・論文集第 35 巻), I_837-I_845, 2018.
- 3) 柿本竜治, 上野靖晃, 吉田護: 自然災害リスク認知のパラドックス解消に向けた減災行動の地域性の検証, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 73, No. 5 (土木計画学研究・論文集第 34 巻), I_57-I_68, 2017.
- 4) 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.