

第2章 研究報告

1. 避難の意思決定モデルの構築 —大雨の警戒レベルに関する考察—

横田崇

1. はじめに

近年、毎年のように甚大な風水害が発生している。人的な被害を軽減するには、危険が迫る前に、適切なタイミングで避難する必要があるが、気象庁から発表される情報には、大雨警報、大雨特別警報、土砂災害警戒情報等、多くの情報があり、どの情報が発表された時点で避難すべきか分からないと指摘されていた。

このため、2017年、2018年と引き続き発生した風水害を契機に、中央防災会議では、「平成30年7月豪雨を踏まえた水害・土砂災害からの避難の在り方」のワーキンググループを設置し、住民の避難行動を支援する防災情報のあり方について検討した。その結果、2018年12月に報告が取り纏められ、「住民は自らの命は自らが守る意識を持ち、自らの判断で避難する。行政はそれを全力で支援する」方針が示された。そして、2019年3月に「避難勧告等に関するガイドライン」が改正され、住民の避難行動を支援するため、取るべき防災行動のキーワードの付いた5段階の「大雨の警戒レベル」を導入した。警戒レベル3あるいは4になると、危険な場所から避難する必要がある（図1参照）。

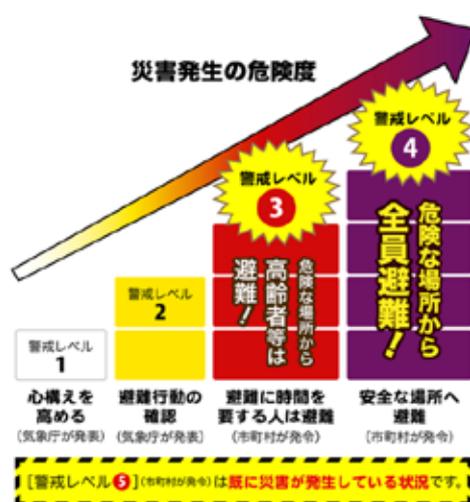


図1 大雨の警戒レベルと避難行動（内閣府HPより）

大雨の警戒レベルの運用により、気象庁が発表する情報及び、市町村からの避難勧告・指示には、大雨の警戒レベルの数値と防災行動のキーワードが明記され、放送機関等からの警戒レベルの解説等により警戒レベルについての認識や理解が進み、従前に比べ避難する人は増えたと評価される。しかし、一方で、大雨の警戒レベルの導入が適切とはいえないとの意見もある。

大雨の警戒情報が、住民の避難に効果的に機能したか否かの評価には、避難の意思決定のプロセスの分析が必要となる。本報告では、避難の意思決定のプロセスを論じ、それを踏まえ、大雨の警戒情報の効果について考察した。

2. 情報のカテゴリー数

気象庁から発表される大雨の情報が多くて、どの情報で避難すれば良いのか、危険な状況にあるのか否か分からないとの指摘がある。一方で、気象庁から発表される情報は、時間・空間的に粗く、それぞれの場所での対応を検討するには、より詳細な情報が必要との要望もある。これら相反する意見に対し、情報理論的な観点から、情報の種類やカテゴリー数が多いのか否かを検討した。

ある事象Eが発生する確率を $P(E)$ とすると、事象Eが起きたことを知られるときに受け取る情報量 $I(E)$ は、次式で定義される。

$$I(E) = -\log P(E) \quad \text{①}$$

この式から、確率の低い事象が発生した場合ほど、情報量が大きくなることが分かる。即ち、起こりにくい事象が発生したことを知った場合ほど、獲得する情報量は多くなる。

ここで、K個のカテゴリーに分類される情報を考えてみる。各カテゴリーに分類される確率は同じ $(1/K)$ とすると、K個のカテゴリーの中のどの情報であったかを知った時の情報量は、 $\log K$ となり、カテゴリーの数Kが大きいほど、獲得される情報量は大きくなる。

情報理論において、情報とは「不確かさの減少」を意味する。この考えを基本として、情報を知った際に「獲得される情報量が多い情報ほどより適切な情報」と定義すると、カテゴリーの数Kが大きければ大きいほど、より適切な情報であることとなる。

このことを気象の雨の情報に当てはめて考えてみる。情報は、場所、時間、雨量の次元を持つ。場所については空間的に細分化され、時間についても日、時、分、秒の単位で細分化することができる。これら細分化されたものに番号を割り付けると、場所と時間についてカテゴリー化されたことと同等になる。情報を受け取る側からすると、自分のいる場所あるいは自分が必要とするピンポイント的な場所の情報を欲する。時間についても同様で、何時間後、何日後なのか、自分の知りたい時間についての情報を望むこととなる。場合によっては、最も雨量の多い場所と時間の情報を望むこともある。雨量は、数量で表現されており、その数値そのものをカテゴリーの番号と整理できる。

情報理論的には、カテゴリー数が多い方がより適切な情報と整理される。これは、空間的にも、時間的にも、量的にもより細分化された情報がより適切な情報であり、より細分化された情報を高精度で得ることが望まれることを意味する。なお、得られる情報量は、①式から分かるとおり、線形ではなく対数であることに留意する必要がある。

3. 避難行動のカテゴリーと意志決定のプロセス

獲得できる情報量が多いか否かで情報の適切さを評価できることは、前述のとおりであるが、人の行動をカテゴリー化する場合には、カテゴリー数が多いほど適切とはならない。カテゴリー数は、行動の結果や、判断の結果を分類するために必要となる最少のカテゴリー数で十分であり且つ最適となる。ここでは、まず、避難における行動と意志決定のカテゴリーについて整理し、次いで、認知的不協和を解消する観点から、避難における意志決定のプロセスについて考察する。

避難行動からみると、図2に示すとおり、行動のカテゴリーは、「避難しない」と「避難する」の2つに区分される。即ち、行動としては、「行動しない」=「避難しない」、「行動する」=「避難する」の2つの何れかが選択されるのみとなる。

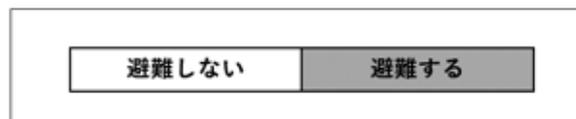


図2 行動から見た避難行動のカテゴリー

避難の意思決定のプロセスから、「避難しない」、「避難する」をどのように判断するかについて論じる。「避難する」の分別関数を $f_e(x)$ 、「避難しない」の分別関数を $f_n(x)$ とする。図3に、これら分別関数のイメージとして、 $f_e(x)$ を赤線で、 $f_n(x)$ を黒線で示す。

避難するか否かの判断の意志決定は、それぞれの分別関数の値の大きな方を選択するプロセスと考える。分別関数が交差する付近ではその差が小さくなると、その小さな数値の差を選択基準とするのは適切ではないのではないかと迷いはじめることとなる。分別関数の差が小さくなると、人の計算は、計算機で計算するほどの精度では計算できなくなり、大小関係の評価が困難（数学的には「判定不能」）となり、意志決定ができず「判断に迷う」こととなる。これらを分別関数の大小で評価すると、次の式で表現される。

$$\text{「避難しない」: } f_e(x) - f_n(x) < -\alpha$$

$$\text{「避難する」: } f_e(x) - f_n(x) > \alpha$$

$$\text{「判断に迷う」: } |f_e(x) - f_n(x)| \leq \alpha$$

ここで、 x は、分別関数への入力値

α は、閾値（定数）

意志決定のプロセスでは、「避難しない」、「避難する」の2つのカテゴリーの評価は、自ずと、「判断に迷う」が加わった3つのカテゴリーの評価をすることとなる。実際の意志決定の場面で、判断に迷うプロセスが現れるのは、このプロセスと同じく、どちらが適切かを判断できない状態になっているものと類推される。

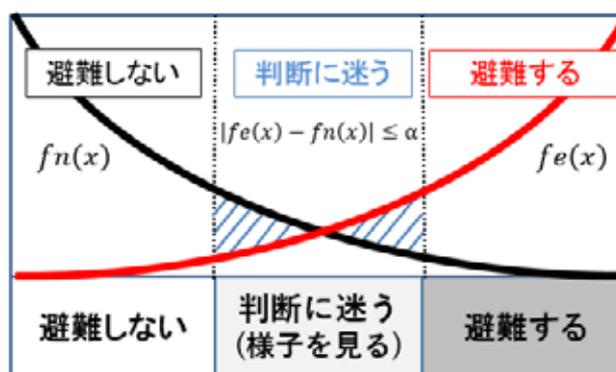


図3 避難の意志決定からみた判断のカテゴリー

アドラーの心理学（例えば、齋藤，2015）では、人生は「自分の主観的な目的を達成しようとするプロセス」と定義し、悩みや迷いも何らかの目的を達成しようとするために現れる現象に過ぎないとしている。悩みや迷いが生じるのは、「今は何もしたくない」、「どちらも選びたくない」状態であり、「悩み・迷い続けることによる不決断（モラトリアム）」の状態を続けることに目的を求めている。悩み迷ってれば、その時点では、決断しなくても良い状態にあると言い訳ができ、それが目的となり、そしてメリットにもなる。

一般的には、避難の意思決定は急を要することから、「判断に迷う」状態を継続し続けることはできない。このため、意志決定で「避難しない」あるいは「避難する」と判断された場合には問題は生じないが、「判断に迷う」カテゴリーが選択された場合には、対応する行動のカテゴリーがなく行動が出来ないため、認知的不協和を生じる（図4参照）。

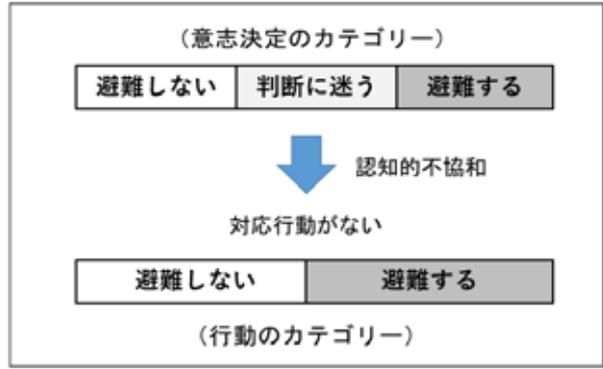


図4 認知的不協和を生じるメカニズム

次に、この認知的不協和を解消するためのプロセスを論ずる。「判断に迷う」場合の認知的不協和の解消には、2つのプロセスが考えられる（図5参照）。ひとつは、アドラーの心理学と同じく、「今は何もしたくない」＝「現状のままで良い」と考え、「現状維持バイアス」を働かせ、避難する必要はないと認識して、認知的不協和を解消するプロセスである。このプロセスは、アドラーの心理学で解釈すると、「悩んで迷った結果として決めたことだから仕方ない」と、少し心配している要素を残しながら、自分を納得させるためのものとも説明できる。最終的な意志決定までに少し時間を要するが、結果として、「何もしない」＝「避難しない」と判断したことになり、「現状維持バイアス」あるいは「正常化の偏見」が機能したと同じになる。

もうひとつは、意志決定をするために必要な情報の入手を試みるケースである。この場合、「避難する」、「避難しない」の意志決定ができるまで、継続して、情報入手と判断に努める状態にある。そして、その何れかが選択できた場合には認知的不協和は解消される。しかし、意志決定に足りる情報が入手出来ない場合など、判断できない状態が継続することにより、不安が増し認知的不協和がより大きくなる可能性がある。この状態の解消には、真に、情報入手の必要が無くなったと認識できる必要がある。

「避難しない」を選択した場合に、「情報の入手が必要でない」と認識できるのは、危険な状況では無くなったと判断されるケースのみである。なぜなら、危険を否定しきれない不安な状態が続いていれば、継続して情報の収集を行い、認知的不協和も継続するからである。したがって、災害の可能性が否定できない状態で、認知的不協和を解消するには、「避難する」を選択し、同時に、「避難したので、情報の入手を継続しなくても大丈夫」と認識できる状態になる必要がある。

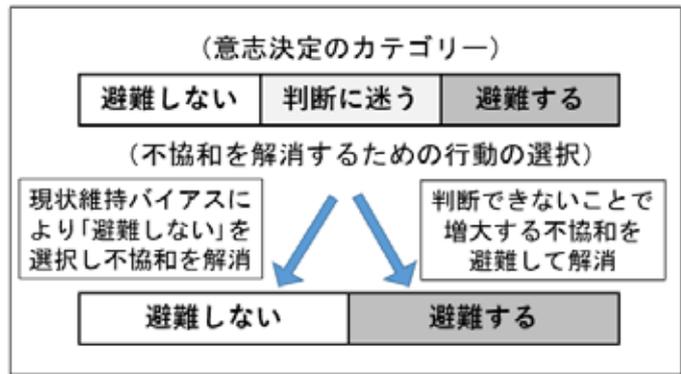


図5 認知的不協和の解消と避難行動の選択の2つのプロセス

4. 大雨の警戒レベルの避難における効果

認知的不協和の解消の観点から、避難行動の意志決定のプロセスを分析した。この考えをもとにして、大雨の警戒レベルの導入による避難行動における効果を、(1) 大雨の情報を活用していた人、(2) 大雨の情報を活用しきれていなかった人に分けて論ずる。

今回の大雨の警戒レベルの導入において、大雨の情報は従来と同じで、変わりはない。したがって、(1) の大雨の情報を活用していた人は、大雨の情報を用いて判断する必要は無く、従来と変わらず判断することから、警戒レベル導入の効果はないと評価する。また、安全な場所に居住している人は、大雨の情報のみならず、大雨の警戒レベルにも関心が少なく、自身の行動は従来と変わらないことから、導入の効果はないと評価する人が多いと推察される。なお、自身の行動に直接関連しないことから、問われると「効果がある」と回答する人も少なからずいると思われる。

これに対し、(2)の大雨の情報を活用しきれていなかった人は、「判断に迷う」状態で、警戒レベルの情報を入手し、示された行動がとれるようになり、分かり易い情報になったと評価する人が多いと思われる。これは、意志決定のプロセスで、「判断に迷う」カテゴリーの人が、「現状維持バイアス」や「増大する不協和を解消」を機能させることなく、大雨の警戒レベルの情報入手により行動を選択し、認知的不協和が解消されたことに相当する。図6に、この避難行動の選択プロセスの概念図を示す。

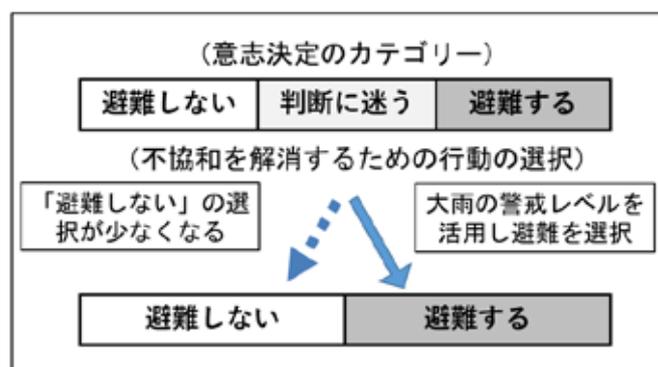


図6 大雨の警戒レベルの活用による避難行動の選択の2つのプロセス

大雨の警戒レベルに対する評価は分かれるものの、判断に迷っていた人が、警戒レベルに従い行動するようになることから、避難する人は従来よりも増加することが期待される。2019年7月の鹿児島県の豪雨で、避難した人が増えたと報道されている。これは報道による呼びかけが、「危険な場所にいる人は」と対象を明示せずに「全員避難」と呼びかけたからだと言われているが、従来よりも多くの方が避難した理由は、上記の理由によると推測される。

5. おわりに

雨の情報としては、情報理論の観点から見ると、時間的にも、空間的にも、量的にも、より細分化された精度の高い情報が望まれる。一方、意志決定のプロセスから分析すると、「判断に迷う」状態においては、大雨の警戒レベルにより示された避難行動に従うことが期待され、避難する人が増えることを示した。

また、大雨の警戒レベルに対する評価について、警戒レベルを利用した人は有用と評価するが、従来からの大雨の情報等で意志決定した人は有用と評価しないことを示した。大雨の警戒レベルの評価が分かれるのは、ある種必然的なものであり、導入の効果を否定するものではない。情報は、必要とされる人たちのためのもので、大

雨の警戒レベルは、「判断に迷う」状態にある人たちに機能する情報と評価される。これからも引き続き適切に活用されるよう、情報の持つ役割と精度について、対象地域の広がりを含め理解が得られるよう啓発に努めることが重要である。

一方で、情報理論から推察されるように、各人が時空間的に細分化された多次元の高精度の情報の取得を望むことを勘案すると、将来的には、各人は、自分のいる場所や時間や雨量を踏まえた行動についての個別のアドバイスを求めるようになる。このため、高精度なデータ等を適切に評価できるより分かりやすい情報提供について、スマートホンのアプリ等の活用も含め、各人毎に必要な情報を提供するシステムが必要になる。

大雨による人的被害の防止・軽減には、事前の備えに加え、適切な避難が重要となる。このため、避難の意思決定のプロセスの理解に基づく意志決定モデルを構築し、そのモデルを基にして、効果的な対策を検討することが重要となる。このような研究は、まだ始まったばかりであり（例えば、横田（2017）、横田・他（2018））、引き続き研究を進め、被害の軽減に資することとしたい。

参考文献

齋藤達夫, アドラー心理学入門, かんき出版, 2015.

中央防災会議 防災対策実行会議 平成30年7月豪雨による水害・土砂災害からの避難に関するワーキンググループ, 平成30年7月豪雨を踏まえた土砂災害からの避難のありかたについて（報告）, 2018年12月.

横田崇, 災害発生後の記事量の変化と避難率の減衰の数理モデル, 愛知工業大学地域防災研究センター年次報告書, vol.13, 15-20, 2017.

横田崇・関谷直也・赤石一英・安本真也, 避難の意思決定モデルの構築, 災害情報学会第20回研究発表大会予稿集, 128-129, 2018.

横田崇, 大雨の防災情報のあり方と警戒レベルについての一考察, 日本災害情報学会第21回学会大会予稿集, A5-2, 2019.