

A I による避難判断支援を想定した地域特性分析

福井工業高等専門学校 正会員 ○辻子 裕二
豊橋技術科学大学 正会員 松田 達也

1. はじめに

日本における災害ハザードは地震に限らず、洪水、土砂、津波、雷、暴風、原子力事故と多岐に渡る。中でも自然災害は地球温暖化に伴いその規模が拡大する傾向にある。例えば、令和元年 10 月に発生した台風 19 号は、その暴風雨により東日本の広範囲に多数の死者や行方不明者、負傷者を出した。このように多様化、甚大化する災害の発生を受け、住民が経験と知識をもとに最適な判断を行い、対応行動に結びつける必要性がこれまで以上に高まっている。

しかしながら、災害の種類や住民が置かれている状況は多様であり、仮にハザードを定めたとしても画一的な防災行動を規定することが困難な場合も多い。結果として、個人で最適な防災行動を判断することは難しくなる。近年注目される AI は、このような複雑な問題に対し学習を加えながら最適解へと導く手段として注目されている。筆者らは、これまでに AI を用いて原子力事故を主たるハザードとしたマルチハザード発生時の避難判断に資する支援システムを提案した¹⁾。この際には、敦賀原子力発電所から 30km 圏内に位置している 3 市町を対象にアンケート調査を行い、得られたパターンをニューラルネットワークに学習させ、その汎化能力を検証した。この結果、未知パターンに対しても概ね適切な避難行動を出力することができた。一方で、一部局所最適解と考えられる結果も確認された。

以上の背景を踏まえ、本研究では近年人的被害に大きな影響を及ぼしている土砂災害に着目し、対象地域でのマルチハザードへの対応に関するアンケート調査を全国 4 地域で実施し、アンケート調査結果に基づく学習と地域特性の検討を行った。なお、AI ソフトとして、Sony Prediction One を用いた。

2. アンケート調査

アンケート調査では、一部防災リーダー（6 件）を含む一般市民対象とした 544 件のアンケートを回収

表-1 アンケートで設定した「行動」パターン

A	しばらく様子を見る
B	自宅に留まる(二階以上の高い場所に移動する)
C	自宅より都合の良い、近所に逃げ込む
D	指定避難所に徒歩で避難する
E	指定避難場所に自動車で避難する
F	誰かに助けを求める
G	自動車で安全な場所に移動する
H	その他

表-2 全データに対する学習精度 (n=544)

パターン	A	B	C	D	E	F	G
誤差中央値	0.441	0.308	0.254	0.407	0.206	0.151	0.288
誤差率中央値	—	—	—	—	—	—	—
誤差平均	0.397	0.338	0.316	0.407	0.245	0.195	0.300
RMSE	0.462	0.394	0.366	0.478	0.281	0.261	0.345
決定係数	-0.1513	0.0704	-0.0163	-0.1746	0.0077	-0.0025	-0.0414

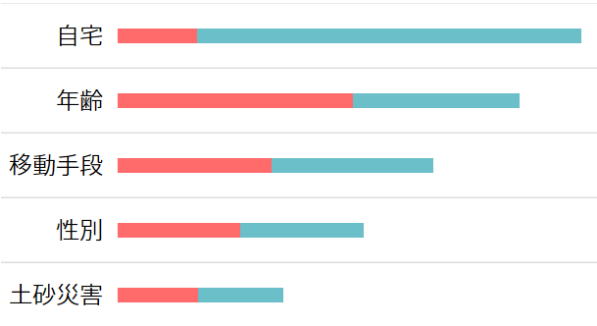


図-1 行動 B に対する入力（状況）毎の寄与率 (n=544, 赤が減少／青が増加に寄与することを示す)

した。一般市民へのアンケート（538 件）の内訳は福井県内の高校生・教職員（88 件）、福井県 a 市の一般市民（78 件）、福井県 b 市の防災リーダーを目指す人（34 件）、福井県内の会社員（28 件）、福井県 c 市の一般市民（45 件）、山口県 d 市の一般市民（56 件）、愛知県 e 市の学生（93 件）、兵庫県 f 市の学生（116 件）である。紙面では割愛するが、アンケート調査では“住民が置かれている状況”を全 8 項目設定した。これらの状況に対する行動パターンを表-1 に示す 8 項目用意した。なお、同行動パターンの中には自由記述欄も設けた。アンケートの記入に際しては、住民自身と示された場合には 1.0 を、「とる可能性がある」

キーワード マルチハザード, A I, 避難判断, 避難行動, 地域特性, アンケート調査

連絡先 〒916-8507 福井県鯖江市下司町福井高専 TEL 0778-62-8302

行動と示された場合には 0.5 を，その行動を「とらない」場合には 0.0 を与え，数値化した．

3. AI による学習（全データに関するもの）

全データ（544 件）を対象として Prediction One により学習した結果の一部を表-2 に示す．学習の際には，“住民が置かれている状況”全 8 項目を入力パターンとし，表-1 の行動パターンそれぞれを出力パターンとし，0.0～1.0 の数値として出力させた．A～H のほぼすべての項目で決定係数が低いことから，入力パターンが重複し，出力である行動パターンを分離し難い状況と判断できる．ただし，行動 B の「自宅に留まる（二階以上の高い場所に移動する）」と行動 E の「指定避難場所に自動車で避難する」については比較的分離できる可能性が高いと判断できる．

図-1 は行動 B の「自宅に留まる（二階以上の高い場所に移動する）」に影響を与える上位 5 つの入力（状況）の寄与率を示したものである．同図から，行動 B に関しては「自宅」の状況（状態）が行動パターンに大きく寄与すると判断できる．なお，行動 E の「指定避難場所に自動車で避難する」に関しては，「健康状態」が大きく寄与した．

4. 地域特性（4 地域の比較）

福井県，山口県 d 市，愛知県 e 市，兵庫県 f の避難行動に関する地域特性を比較する．表-3 から表-6 に各地域の行動に対する入力（状況）の寄与率が高いものから上位 5 つを記す．福井県では「性別」が行動の判断に大きく寄与した．つまり，性別によって避難方法の認識が違った．つぎに「年齢」や「移動手段」の寄与が卓越した．d 市では「土砂災害情報」が大きく寄与していた．とくに，d 市では「自宅が特別警戒区域内」である場合には行動 A の「しばらく様子を見る」と行動 F の「誰かに助けを求める」が“増加”の寄与を示した．また，（特別）警戒区域外であれば，行動 D の「指定避難場所に徒歩で避難する」が“増加”の寄与を示した．e 市では「自宅」が大きく寄与した．とくに「平屋」であれば，行動 D の「避難場所に徒歩で避難する」，行動 E の「避難場所に自動車で避難する」，行動 F の「誰かに助けを求める」が大きく寄与した．また，「三階以上（浸水の心配がない場所）」では，行動 B の「自宅に留まる」や行動 E の「避難場所に自動車で避難する」が“増

表-3 行動に対する入力（状況）の寄与率（福井県）

パターン	A	B	C	D	E	F	G
1位	性別	年齢	性別	性別	性別	移動手段	性別
2位	年齢	移動手段	移動手段	年齢	健康状態	年齢	年齢
3位	家族状況	性別	自宅	土砂災害	年齢	健康状態	健康状態
4位	健康状態	家族状況	年齢	健康状態	家族状況	性別	自宅
5位	移動手段	土砂災害	健康状態	移動手段	自宅	土砂災害	家族状況

表-4 行動に対する入力（状況）の寄与率（d 市）

パターン	A	B	C	D	E	F	G
1位	土砂災害	自宅	移動手段	土砂災害	家族状況	土砂災害	自宅
2位	自宅	家族状況	性別	移動手段	年齢	性別	家族状況
3位	性別	年齢	土砂災害	性別	家族構成	家族状況	土砂災害
4位	健康状態	土砂災害	家族構成	自宅	移動手段	自宅	移動手段
5位	家族構成	性別	健康状態	家族状況	土砂災害	移動手段	性別

表-5 行動に対する入力（状況）の寄与率（e 市）

パターン	A	B	C	D	E	F	G
1位	家族構成	自宅	性別	自宅	移動手段	性別	移動手段
2位	自宅	性別	自宅	土砂災害	自宅	家族構成	性別
3位	年齢	家族構成	年齢	性別	家族構成	自宅	自宅
4位	性別	移動手段	移動手段	移動手段	性別	移動手段	家族構成
5位	土砂災害	健康状態	土砂災害	家族構成	土砂災害	土砂災害	健康状態

表-6 行動に対する入力（状況）の寄与率（f 市）

パターン	A	B	C	D	E	F	G
1位	自宅	自宅	土砂災害	自宅	性別	年齢	性別
2位	年齢	年齢	性別	土砂災害	自宅	性別	年齢
3位	家族状況	移動手段	家族構成	家族状況	土砂災害	移動手段	自宅
4位	移動手段	性別	移動手段	健康状態	年齢	健康状態	土砂災害
5位	土砂災害	土砂災害	年齢	移動手段	移動手段	自宅	家族状況

加”の寄与を示し，行動 A の「しばらく様子を見る」は“減少”の寄与を示した．これらより，三階以上の自宅では避難行動を早期に決め，行動に移す考えであると推察される．f 市では，「自宅」，「性別」，「年齢」が大きく寄与した．「自宅」では 3 項目いずれでも多くの行動で増加の寄与を示した．つまり，避難する人がいる一方で，行動 A の「しばらく様子を見る」人も現れる結果となった．「しばらく様子を見る」とした人のうち，「60 歳以上」が増加，「一般」が減少の寄与を示した．体の弱い高齢者が寄与を増加させていると考えられる．

5. おわりに

AI を用いて 4 地域のパターン認識を行い，避難行動を支配する要因を分析した結果，わずかながら地域特性の違いが確認された．この結果を踏まえれば，AI による避難判断支援システムを構築する際には，違いが明確となった地域ファクターを入力ユニットとして設ける必要性を指摘できる．

謝辞 本研究の一部は「豊橋技術科学大学高専連携教育研究プロジェクト」の支援を受けて実施した．

参考文献

1) 小笠原優，辻子裕二：原子力災害時の避難判断に資する防災対策ツールの開発，平成 29 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集，491-492 (IV-89)，2018．