

個別避難計画作成の優先度推定手法への機械学習導入の探索

Exploring the Incorporation of Machine Learning into
Priority Estimation Method for Individual Evacuation Plan Development森保 純子¹, 立木 茂雄²Junko MORIYASU¹ and Shigeo TATSUKI²¹同志社大学大学院社会学研究科

Graduate School of Sociology, Doshisha University

²同志社大学 社会学部

Department of Sociology, Doshisha University

Over 2 years have passed since the initiation of individual evacuation plan creation became a municipal effort. While progress has been less than smooth, underlying factors include an aging society with a scarcity of caregivers despite a high demand for elderly support, along with shifts in community ties due to changing lifestyles and values. However, precisely due to these modern challenges, advancing individual evacuation plan creation is essential for fostering secure communities. Amidst limited regional resources, efficient plan development remains a crucial perspective. This paper explores introducing machine learning, building upon a welfare-oriented approach aimed at simplifying target estimation and system enhancement in individual evacuation plan creation, and attempts to apply similar strategies.

Keywords: individual evacuation plan, persons truly in need of support welfare professionals, Exploratory Trial, Machine Learning

1. はじめに

(1) 研究の背景

2021年5月に災害対策基本法が改正された。これにより、市町村長は自然災害が発生した際に逃げ遅れる可能性が高い高齢者や様々な福祉・医療的支援ニーズがある人（以下、避難行動要支援者）ごとに、避難支援を実施するための計画である「個別避難計画」を作成するように努めなければならないことが定められた^{(1),(2)}。

近年は特に梅雨から夏、秋にかけて、非常に大きな台風や線状降水帯の発生によって、長時間にわたる多量の降雨により、洪水や土砂崩れなどの災害が多く起こる。また、南海トラフでの大地震発生も、近いと予想されている。自然の猛威に遭っても、命や財産を守れるように備えることは喫緊の課題である。

自然災害への備えは、飲食物や日用品の備蓄、家具の転倒防止、家屋の耐震確認や、避難所の場所や経路の確認など、さまざまなことが必要であり、私たちは自分の命を守るために、自分にできる備えを行う必要がある。しかし、その様々な備えや、発災時の避難行動を自分自身や家族のみで行うことが難しい人もいる。

つまり、それらのことに支援を必要とする高齢者や障がいのある人がいて、実際に洪水や地震が起こると、その人は避難などの身を守る行動ができず、危険な状況の中に取り残され、被害に遭ってしまう。例えば、東日本

大震災では、被災地全体の死亡者のうち65歳以上の高齢者の死者数が6割であり、障がい者の死亡率は被災住民全体の死亡率の2倍に上っている。また、令和元年の台風19号では、約65%が65歳以上の高齢者であり、令和2年7月豪雨では79%であった⁽²⁾。

そのような状況に対し、今後、避難に支援を必要とする人が取り残されることがないように、個別避難計画を作成することで発災時には地域住民からの支援を受け、身を守ることができると考えられる。

個別避難計画の作成は、災害対策基本法の改定から7か月後の時点で、計画を1件以上策定している市区町村は1740団体中1,167団体にのぼる。また、実効性のある個別避難計画作成に向けた取り組みを進めている団体は1,520団体とされている⁽³⁾。しかし、個別避難計画の策定を1件以上としている数値であるため、実際に個別避難計画が必要な人すべてへの計画作成の進み具合と一致しているかどうかは疑問である。

現在の日本は超高齢社会となり、同時に少子化が進み、人口は減少を続けていて、労働人口も減り続けている。近年では、核家族化や、女性の社会進出の増加による共働き世帯の増加、過疎地域での住民の高齢化に加えて、単身世帯の増加や、生涯未婚の人も増加している。そのような社会の中で、災害が発生したときに高齢者や障がい者のもとに支援に駆け付けられるマンパワーが限られているのは容易に想像がつく。このような状況下では、個

別避難計画を作成する意義や必要性は理解されても、実際に避難支援を必要とする人それぞれに、地域の住民から支援者を確保し割り当てることは難しい。

一方で、個別避難計画を作成する対象者の元となる避難行動要支援者名簿は、100%の市区町村で作成済みとされている^①が、掲載基準は市区町村によりさまざまである。例えばある地域では65歳以上の高齢者や障がいのある人に掲載の希望を尋ね、希望する人全員を掲載していたり、またある地域では不掲載の意思を表明した人以外は名簿に掲載していたりする。これらの方法では、名簿の掲載人数は多くなりがちであり、膨大な人数の避難支援者の確保が必要になる。実際は自力や家族の協力で避難が十分に可能な人が登録されていたり、逆に、認知症や知的障害、精神障害等により名簿の重要性や掲載希望の確認を理解できずに返答しなかった人で避難に支援が必要な人が掲載されていない場合があったりする。

個別避難計画の作成を今後速やかに進めるために、まず誰が本当に個別避難計画を必要としているのかを明らかにすることが不可欠であり、また、その必要とする人の抽出や判定を、超高齢化がより一層増す社会において大規模に実現できる仕組みの構築が必須である。

(2) 先行研究

筆者らは、これまで個別避難計画の作成に関して、それが本当に必要な人を「真に支援が必要な方」と考え、求める手法について研究を行ってきた。「避難行動要支援者の避難行動支援に関する取組指針^②」では、個別避難計画は、優先度が高い避難行動要支援者から作成することが適当であるとし、「地域におけるハザードの状況」、「避難行動要支援者本人の心身の状況、情報取得や判断への支援が必要な程度」、「独居等の居住実態、社会的孤立の状況」の3つを考慮すべきポイントとして挙げている。これら3つは、すなわち、その人の生活環境の「ハザード」、その人自身の「主体の状況」、その人の他者や生活環境とのかかわりである「客体的資源」とのつながりを考慮することを意味すると言える^④。

そもそも、災害はWisnerら(2004)^①らによって、

$$\text{災害} = f(\text{ハザード}, \text{脆弱性}) \quad [1]$$

と定式化され、PAR(pressure and release)modelで、基層としての根本原因 (Root Causes)、中層としての動的圧力 (Dynamic Pressures)、表層としてハザードに面する安全でない状況 (Unsafe Conditions) の構造的関係つまり社会的脆弱性の進行過程が、ハザードに暴露されることにより災害が発生するとモデル化されている。立木(2016, 2020)^{②③}は、高齢者や障がいのある人に犠牲が集中する根本原因が行政内部の連携ができていないという縦割り体制にあるとし、動的圧力として超高齢社会化と高齢者や障がい者の地域生活の促進 (地域移行支援、地域定着支援等) が進む中で、ハザードに晒される状況になると、高齢者や障がいのある方に被害が集中する状況が起こっていると指摘している。それは、平時は介護保険や障害福祉サービスなどで生活がカバーされ継続できているが、災害発生時については基本的に想定されず、サービスの提供が途絶えるとともに、介護や福祉のサービスが福祉専門職により提供されることから、日ごろから隣近所との縁が薄くなり、災害のリスクが高まった際には近隣住民らによる支援に結びつかず、被害が集中する状況と一致する。

本研究に先行する災害時の避難等に支援を要する人に

関する研究として、以下の3つの研究を挙げる。まず越智ら(2007)^④は、ハザードと本人の心身の状態、ならびに周囲との関係性に注目し、災害時要援護度の概念を構築した。ここでは、脆弱性は本人と環境 (支援者や住居の状態) とハザードの関係性概念によって規定されていると述べている。

Comafayら(2009)^⑤は、神戸市兵庫区で暮らす障がいのある方個人毎の支援の必要性に着目し、脆弱性を、越智らが立脚した例も参考に、「人-環境相互作用モデル」に基づいて分析、地図化している。

河村ら(2013)^⑥は、京都府京都市西京区において災害時要援護者個人毎の社会的脆弱性を測定するために、「要介護度」、「社会的孤立度」、「住宅・居室の危険度・老朽度」の3項目に着目して指標を作成し、構成要素間の影響について言及している。

これらは、当事者の災害リスクをハザードと脆弱性の関数式[1]として位置づけ、さらに脆弱性を主体の条件と客体的資源の関数式として、以下のように考える。

$$\text{脆弱性} = f(\text{主体の条件}, \text{客体的資源}) \quad [2]$$

式[2]を式[1]へ代入することで、[3]の式を得る。

$$\text{当事者の災害リスク} = f(\text{ハザード}, f(\text{主体の条件}, \text{客体的資源})) \quad [3]$$

つまり、当事者の災害リスクは「ハザード」と「主体の条件」と「客体的資源」との3点の関係によって定義できる。この定義に含む3点は先に述べた「避難行動要支援者の避難行動支援に関する取組指針」に記載されている、個別避難計画作成の優先度の考え方に示された3つのポイントと一致する。

ところで、Comafayらや河村らの研究は、式[3]の f 関数における「主体の状態」と「客体的資源」について、内的基準のパラメタから脆弱な人を「変数の合計得点が高い人」と評価していた。実際には、災害時の避難行動に支援を要すると考えられる本人の主張は、認知症等による判断力や理解力の低下から本人の状態を正確に表していない場合がある。つまり、本人が『支援はいらない。自分でできる』と答える場合でも、周囲から見ると支援が必要であると考えられ、実際に普段の生活での移動や活動においてヘルパー等の支援を受けている場合がある。また、式[3]の f 関数の「客体的資源」については、例えば避難時に手を貸せる同居人や近隣住民がいない場合などは本人の災害リスクに大きな影響を及ぼすが、本人がその状態を把握し、自分自身に支援が必要だと認識し主張することが、誰にでも可能であるというわけではない。

つまり、災害発生時に他者からの支援が必要な人については、式[3]における f 関数には必要性の判断を外来的基準にし、当事者の状況・社会的孤立度・ハザードの状況のパラメタを決める必要があると考える。

そこで筆者らはこれまでに、外来的基準を導入した基準から個別避難計画が必要な「真に支援が必要な方」の抽出を試み^⑦、さらにその中で、介護支援専門員らの「個別避難計画の作成が必要」という判断を模す予測式を構築して予測を試みた。その結果、対象データ1482件中、予測式による推定から、真に支援が必要な人として、推定を厳密にした場合には170名 (11.9%)、余裕を含んで推定した場合には270名 (18.9%) を該当者として抽出できた。これにより、介護保険の認定を受けて利用している人の内、1~2割程度が個別避難計画の作成が必要と考

えられるとの考察に至った。また、介護保険制度や障害福祉サービス制度では、そのサービスを受給する人の状態を確認し要介護度や障害支援区分を判定する仕組みがあるが、その判定の仕組みのなかで、個別避難計画の作成が必要な人も抽出することを可能にすることを今後の課題として認識した。

さらにその後の研究で、新たに調査項目が限られたデータを用いて、同様の手法での分析と予測を試みた⁸⁾が、データの片寄りから予測式の構築とその適用が難しく、また、得られた予測式を構成する項目に新たな課題が発見されたが、一方で、従来用いていたSPSSによる二項ロジスティック回帰分析を用いた手動での作業に加えて、ディジションツリーモデルやランダムフォレストモデルを用いて機械学習の導入に向けた研究を行っている。

(3) 研究の目的

本研究では、滋賀県大津市により提供を受けた、介護支援専門員らが担当する利用者についてアセスメント結果を記入したデータをもとに、介護支援専門員らの本人に対して「個別避難計画の作成が必要である」との判断について、統計的手法を用いて明らかにする。さらに、その判断を機械学習の手法を導入して、より福祉専門職である介護支援専門員らの判断に沿った予測ができる手法を見出すことが目的である。

現在の日本が少子超高齢社会となり、人口減少も進んでいることは明らかであるが、今後、2025年には団塊の世代が75歳以上の後期高齢者となり、生活のさまざまな面において支援が必要になると予測され、介護保険制度の利用も増加する。当然に、災害が発生した際には、避難に支援が必要になることも明らかである。

介護保険制度は介護保険法により、また障害福祉サービス制度は障害者総合支援法に基づき、社会保障制度として国民に提供されるが、その利用の際には本人の状況を判断し、給付するサービス量や種類を判定する⁹⁾。その過程は、本人等による申請後、調査員による本人への面談による調査と、主治医による意見書の記載を経て、コンピュータによる1次判定、医療・福祉専門家によって構成される合議体による2次判定を経て、要介護度や障害支援区分が決定される。これは全国共通の制度であり、コンピュータ判定の導入により、多くの申請者に対して速やかに、本人の状況に応じて等しく介護度等が決定されている。

本研究では、そのような社会保障制度の中に組み込むことを想定し、個別避難計画の作成が必要な人の抽出を、機械学習の機能を持ったコンピュータ判定により可能とすることを目的としている。個別避難計画の作成は、介護保険や障害福祉サービスのように、本人の状況について福祉・医療視点のみの判断にはとどまらず、災害について判断するために、危機管理や防災の視点からも本人の生活状況を判断する視点の導入が不可欠である。本研究の成果が、個別避難計画の作成を社会保障制度の中に組み込むことにつながれば、それは立木(2016, 2020)²³⁾が述べている、高齢者や障がいのある人に犠牲が集中する根本原因が行政内部の連携ができていないことにあるという状況も、改善されると考えられる。

本稿では、介護支援専門員の判定を模した「個別避難計画の作成が必要」である人の予測する手法を求めたい。高齢者等本人の「主体の状態」と「客体的資源」について介護支援専門員らが調査項目に状態を記入した調査票から、介護支援専門員が何を検討し「個別避難計画の作成が必要」と判断するのかを確認する。そして今後に向

けて機械学習の手法を取り入れ、調査票の質問項目そのものだけでなく、背景にある判断の要因について確認し、個別避難計画作成の優先度について、その予測の精度を向上させる手法を得ることを目的とする。

2. 研究方法

(1) リサーチデザイン

本研究では式[3]における f_2 関数に関し、『福祉的な個別支援の専門職である介護支援専門員による“避難時の支援が必要な人かどうか”の視点を取り入れ、介護支援専門員らが「個別避難計画の必要である」と考える要因となるものは何か?』をリサーチクエスションとし、その要因を統計的手法により探索するとともに、その要因から介護支援専門員らの判断を模倣し予測する。

複数の手法を用いた機械学習のためのプログラムの作成を試み、従来の手動による予測手法による分析結果との比較を行い、改善点を検討し、機械学習の導入について検討する。

(2) 対象者

介護保険または障害福祉サービスの制度により担当の介護支援専門員または相談支援員と契約をし、土砂災害ハザードのある自宅等に居住する（施設等に入所していない）高齢者および障害者127名である。想定される土砂災害については、土砂災害防止法第8条第3項により、市町村がハザードマップを作成することが義務化され、大津市でも作成されている。土砂災害とは豪雨等による地滑り、斜面崩壊、土石流などをいうが、対象者らは土砂災害警戒区域および土砂災害特別警戒区域に居住しているため、発災リスクが高まると土砂により家屋等が破壊等により危険にさらされないように、避難が必要となる^{10) 11)}。なお、洪水等に関しては、自宅の階数や建築法により避難の必要性や方法が変わる為、災害リスクを個別に検討し個別避難計画作成の要否判定を行う必要があるが、本研究では土砂崩れのリスクにより自宅を離れて避難する必要がある人を対象とするため、本調査では災害リスクや居宅の構造等に関する調査項目のデータは無い。

さらに、対象者について調査票を記入する福祉専門職（介護支援専門員、相談支援専門員）らは、防災と福祉に関する研修を受け、発災時の避難や避難生活において、個別避難計画や発災時の支援に関して基礎的な知識や理解を有している。

- ・ 総件数 127件
- ・ 内 高齢者 114件 (89.9%)
- ・ 内 障害者 82件 (64.6%)
- ・ 内 高齢者かつ障害者 69件 (54.3%)

調査票の記入は、それぞれの担当の介護支援専門員らが記入したが、調査に参加した介護支援専門員等の人数や、どのケースをどの担当者が調査したか等の情報は記載されていない。

(3) 用具

質問紙は、大津市で使用されている「個別避難計画作成のためのチェックシート」を用いる。

シート自体には氏名や生年月日、住所等の個人情報と

ともに、本人の状況を記入する様式であるが、本研究に対し大津市から提供を受けたシートは、表1に示すように個人情報の記載がないデータであり、個人情報には該当しない。なお、提供されたデータは127件であるが、すべてハザード域内に居住している人であるため、式[3]内のf関数における「ハザード」は有る状況であり、住所地によるハザード域か否かの判断は不要である。

分析に利用したソフトウェア等は、以下の通りである。

- IBM SPSS Statistics 29.0.0.0
- Anaconda Navigator JupiterLab 3.5.3

(4) 分析に用いる変数

従属変数は、「■(個別避難)計画作成の必要性」である。介護支援専門員らにより判断された個別避難計画作成の必要性に関して「はい」または「いいえ」の回答に、「1必要=はい」および「0必要ではない=いいえ」を対応させ用いた。

独立変数は、表1に示す上記以外の各項目をダミー変数に変換処理を行い用いた。

3. 機械学習導入に向けた分析研究の分析5,6では、質問紙から得た独立変数の項目を掛け合わせた交互作用項

を作成し、独立変数として追加して用いた。

(5) 手続

本稿では、以下のように分析と考察を行った。

- ① SPSS Statisticsにより、対象データを二項ロジスティック回帰分析により解析し、従属変数について関与のある独立変数を絞り、予測のための従属変数の項目について考察を行った。
- ② SPSS Statisticsを用いて主成分分析を行い、従属変数を構成する成分となる独立変数を分析し、考察を行った。
- ③ ①について、予測式にかかわる項目の考察から、背景を考慮することで交互作用項の存在を考慮し、確認を行った。
- ④ Anaconda Navigator JupiterLab で、Pythonを用いてプログラムを作成し、ディジションツリーモデル、ランダムフォレストモデルでの予測を行なった。なお、扱うデータ項目は、表1に示す項目に加えて、それぞれを掛け合わせた交互作用項(二次項)をプログラム内で計算し、独立変数として扱い分析、予測の試行を行った。

表1 従属変数と独立変数

項目	ダミー1付与	■計画作成の必要性		カイ2乗検定 有意確率	
		1が付与され たケース数	(1必要) n=90		必要でない n=37
■計画作成の必要性	必要である	90	90(100%)	37(100%)	
1. 自力移動不可	不可である	80	58(64%)	22(59%)	0.687
2. 意思伝達不可	不可である	53	41(46%)	12(32%)	0.235
3. 意思疎通不可	不可である	32	27(30%)	5(14%)	0.071*
4. 電源使用医療機器有	使用している	10	9(10%)	1(3%)	0.279
5da.認知症高齢(自立)		25	18(20%)	7(19%)	1.000
5db.認知症高齢者(Ⅰ)		21	14(16%)	7(19%)	0.793
5dc.認知症高齢者(Ⅱa)		15	9(10%)	6(16%)	0.368
5dd.認知症高齢者(2b)		24	17(19%)	7(19%)	1.000
5de.認知症高齢(Ⅲ以上)	該当する1つを選択	42	32(1036%)	10(27%)	0.411
6da.精神症状混乱有	混乱が有る	10	8(9%)	2(5%)	0.722
6db.精神症状混乱可能性有	可能性が有る	47	34(38%)	13(35%)	0.842
7da.終日同居世帯		64	44(49%)	20(54%)	0.697
7db.単独時間有世帯		43	29(32%)	14(38%)	0.680
7dc.独居世帯	該当する1つを選択	20	17(19%)	3(8%)	0.181
8.同居家族自力判断不可	不可である	122	86(96%)	36(97%)	1.000
9.同居家族要介護有	介護が必要な同居者がいる	4	3(3%)	1(3%)	1.000
10.独居家族自力移動不可	不可である	1	1(1%)	0(0%)	1.000
11.家族介助で避難不可	不可である	46	38(42%)	8(22%)	0.041**
12.家族以外の支援必要有	必要である	91	71(79%)	20(54%)	0.006**
13.家族以外の支援無い	無い	9	5(6%)	4(11%)	0.446
14.避難生活上配慮必要有	有る	107	81(90%)	26(70%)	0.008**
15.日常利用施設有	有る	9	5(6%)	4(11%)	0.446
17a.高齢者である	65歳以上	114	77(86%)	37(100%)	0.019**
18a.障害者である	手帳所持している	82	60(67%)	22(59%)	0.541
◆認知症自立×障害有	5da, 5db, 18aが全て1である	37	27(30%)	10(27%)	0.832

3. 機械学習導入に向けた分析研究

(1) 分析 1, 探索的試行による独立変数の検討

まず、二項ロジスティック回帰分析（強制投入法、変数減少法）により、対象データの分析を行ったところ（表 2-モデル 1A, 2A）、変数減少法では最終ステップには認知症がないまたは軽い「5da 認知症高齢者（自立）」と「5db 認知症高齢者（I）」（表 1-5da 及び 5db）が従属変数に対し正の影響を保有した項目として残留し、一方、認知症が「中～重度」（表 1-5dc, 5dd, 5de）を示す項目は残らなかった。これは認知症が重度よりも軽度や認知症がない（自立）の方が、個別避難計画の作成が必要であると判断することを意味する。しかし、周囲の状況を的確に判断し避難所へ向かうことに対して、認知症が重度である場合は軽度や自立の人と比べると、より一層の支援が必要であると考えられる。

そこで、主成分分析結果も踏まえて、筆者らの社会的な個別支援の経験と照らし合わせて検討したところ、本データは高齢者が 127 件中 114 件で 89.9% を占め、高齢者が多いこと、高齢者のうち 44 件が認知症自立または I の状態であるが、一方、認知症自立または I かつ、障害があるケースは 47 件あることに注目をした。これは、診断名として「認知症」はついていないものの、事故や脳血管の病気等により認知機能が低下している場合、認知症高齢者日常生活自立度（Ⅰ～ⅢおよびⅣ、M に分類され、Ⅰは「何らかの認知症を有するが、日常生活は家庭内及び社会的にほぼ自立している。」⁶⁾とされる状態である。）に反映されず「自立」と回答している可能性があると考え、交互作用効果の存在を検討した。そして、新たな独立変数の項目として「認知症が自立または I の軽度」であり、かつ「障害がある」を掛け合わせた項目「認知症自立*障害」を作成した。

この新たな交互作用項も独立変数に加えて、再度二項ロジスティック回帰分析を行ったところ、表 2 のモデル 2B に示すように、変数減少法では交互作用項が残り、「5da 認知症高齢者（自立）」と「5db 認知症高齢者（I）」は項目が脱落し、認知症が軽い人のほうが個別避難計画の作成が必要という判断は消除された。

以後は、この結果を踏まえて、Python プログラムを組み、二項ロジスティック回帰分析だけでなく、今後の機械学習につなげるよう分析を進めた。

(2) 分析 2, 二項ロジスティック回帰分析

分析 2 では、Python プログラムを作成し、二項ロジスティック回帰分析から予測式を求め、正解率を求めるプログラムを作成した。SPSS と同様の結果を得た。

(3) 分析 3, ディシジョンツリーモデルの構築

分析 3 では、Python を用いてプログラムを構築した。介護保険制度では、高齢者らの介護度を認定する際に、介護に関するデータからディシジョンツリーモデルづくり、要介護度の判定をおこなっている⁹⁾ので、本稿でもディシジョンツリーモデルで予測し、正解率を求めた。なお予測は、元データを分割し、一方で予測式を得て、他方で予測を試す機械学習を行っている。得られた結果は表 2 のモデル 3A（独立変数は主効果のみ）および 3B（独立変数は主効果と「認知症自立*障害」）に示す。

正解率は、モデル 3A が 53.9%、モデル 3B が 57.7%であ

った。

(4) 分析 4, ランダムフォレストモデルの構築

分析 4 では、Python プログラムでランダムフォレストモデル（RandomForestClassifier()）で予測するよう構築し、同時に、予測の正解率を求めた。分析 2, 3 と同様に、元データから機械学習を行っている。結果は表 2 のモデル 4A（独立変数は主効果のみ）および 4B（独立変数は主効果と「認知症自立*障害」）に示す。

正解率はモデル 4A が 61.5%、モデル 4B が 65.4%であった。

(5) 交互作用項の計算とプログラムへの導入

上記の分析 3 および 4 では、既存の独立変数と発見した交互作用項「認知症自立*障害」を投入して予測するのみで、分析 1 で行ったような交互作用項について考慮し、その項目の組み合わせは筆者らの福祉的な支援経験から得ている「肌感覚」をもとに組み合わせを探るような試行は行っていない。分析 2～4 では交互作用項を発見する中で質問票への回答では現れない背景があり、当事者を担当する福祉専門職らはそれを考慮して個別避難計画作成の可否を判断している可能性があるのではないかと考えた。

人間が人力で多くのパターンの中から意味のある組み合わせを発見することは困難であるが、一方、コンピュータを用いてプログラムによって分析する場合、大きなデータを扱うことは容易である。例えば独立変数を総当たりで組み合わせた交互作用項の独立変数を作成し、既存の独立変数の項目に加えて、分析を行うことも可能であるため、分析 5, 6 として試みた。

交互作用項の計算および、追加した分析データファイルの作成は、自動的にプログラムによって行う。分析 5, 6 では、対象データから新たに 266 個の 2 次項としての独立変数が生成され、主効果とあわせて 290 個を独立変数として扱う。

なお、二項ロジスティック回帰分析では、主効果の独立変数を組み合わせる新たな独立変数を作る場合は、変数間の相関が強くなり共線性の課題が生じるため、この方法は適さない。

(6) 分析 5, ディシジョンツリーモデルへの適用

上記を組み込み、ディシジョンツリーモデルでの分析を再度行った。予測には元データを用いて機械学習を行っている。結果は、表 2 のモデル 3C に示すとおりである。正解率は 71.9%であった。

(7) 分析 6, ランダムフォレストモデルへの適用

上記を組み込み、ディシジョンツリーモデルでの分析を再度行った。プログラム例は末尾の資料 1 である。予測には元データを用いて機械学習を行っている。結果は、表 2 の 4C に示すとおりである。正解率は 75%であった。

4. 考察

前項における結果を表 2 に示す。

分析 1 では、従属変数に影響を与え、予測式を構築する場合に変数に採用される項目について、アセスメントシート（調査票）に記載された項目（表 1）と、調査対象者

らの生活背景を福祉専門職的視点から推測することで、調査票では直接問われていないために答えられていない状況があることに思い至った。そこから、交互作用項の存在を考え、探索的にあらたな独立変数「認知症自立*障害」を生成した。それにより、二項ロジスティック回帰分析の変数減数法では、最終ステップに残った独立変数について、当初は認知症がないまたは軽度の人に対して個別避難計画作成の必要があるという判断をおこなう状態であったが、交互作用項を導入した後は、認知症に関する項目は最終ステップには残らず、代わりに導入した「認知症自立*障害」項目が採用された。

分析2,3,4では、対象データの分析を、Pythonプログラムによって、二項ロジスティック回帰分析、ディシジョンツリーモデル、ランダムフォレストモデルを用いて行った。これらは、元データをランダムに2分割し、それらから予測とテストを実施するようにプログラムを構築し、分析を行った。ディシジョンツリーモデル、ランダムフォレストモデルの結果を、表2のモデル3A,Bと4A,Bに示す。正解率はそれぞれ53%~65%程度である。モデル3Aと3Bでは認知症の軽度を示す独立変数が有意で、個別避難計画作成の要否に正の影響を与える項目になっている。一方、認知症がより重度の独立変数は有意にはならなかった。これは、分析1と同様に調査票では確認しきれていない項目の影響を考える必要がある。

そこで、分析4,5では分析1で行った交互作用項の発見に代わり、プログラム化で多量のデータが扱えることに注目し、対象データの独立変数から交互作用項(2次項)を生成した。

分析4,5では既存の独立変数に加え合計290個の独立変数から予測式を作り、正解率を求めた。表2および補注(6)表3で、モデル3Cおよび4Cに結果を示す。正解率は、それぞれのモデルについては同様の手法の正解率と比較すると上昇した。表2では、各モデルの主効果のみ記載しているが、重要度の高い項目として残っている主効果は、『自力での移動ができない』、『家族による避難が難しい』、『避難生活で配慮が必要な状況』が残っている。特に自力での移動ができない場合、発災時には誰かの手を借りることは必須であるため、重要な独立変数とされている点は理に適う。また、家族や同居者の状況が頼れない状態の場合は、やはり他者の支援が必要になることは、自然と想像でき了解可能である。分析4・5では、目立って課題と考えられる項目は上位には上がっていない。また、筆者らが探索的に考えた交互作用項「認知症自立*障害」は、表3中に独立変数5dbと18aの組み合わせが重要な項目として挙がっているため、筆者らの探索結果と一致する。表3では、モデル3Cでは他に10個の交互作用項が重要度が高いものとして挙がっている。また、モデル4Cでは他に22項目が挙がっている。

以上から、分析1で筆者らが探索的に発見した交互作用項は、分析4,5によってプログラムによって実装でき、かつ、ほかに多くの交互作用項が発見された。つまり、機械学習の手法を用いることで、福祉専門職的視点を含み、またそれ以上に「個別避難計画の作成が必要か否か」を判断するための多くの視点を示す結果が得られた。これは今後の個別避難計画を作成が優先的に必要な対象者を絞り込む機械学習手法導入のチューニングとなったと考える。

また、先行研究では高齢者等当事者の主体的の状況や客体的資源は当事者本人から得る情報によって判断していたが、生活実態を知る人による客観的な情報は、デー

タのゆがみを低減させるためにも必要であると考ええる。介護保険制度ならびに障害福祉サービスでは、要介護認定や障害支援区分認定として、調査員による状況の調査が行われるが、これらは本人の心身機能や生活状態によるものであり、同居家族の有無やその人たちとの関係性や、その人たちの状態などの記載は充実していない。しかし、モデル3Cおよび4Cで残った主効果から、避難時に同居家族等が支援できるか否かは大切な情報となる。福祉専門職の個別避難計画作成の要否にかかわる調査作業への関与は、重要なものであると言える。

5. 本研究の課題

本研究は介護支援専門員ら福祉専門職によってアセスメントシート(調査票)に記入された個人の主体の状態や客体的資源の情報と、介護支援専門員らが考える個別避難計画作成の要否の判断について、その関係を探り、福祉専門職らの判断を模倣し、判断できる仕組みを構築するための研究である。本稿では、人間の探索的試行によらず、機械学習として実装することが目標である。

本稿では、SPSS Statisticを用いて解析した結果を、福祉専門職である社会福祉士と、社会福祉や対人援助の研究に取り組んできた著者らが、高齢者や障がい者らの支援実務と研究にかかわった経験に照らし合わせ、介護度や認知症の状態など調査票から読み取れる情報と分析結果に関して、認知症が重い人よりも軽い人ほど計画をつつとされるような理にかなっていない状態を見つけ出し、その背景を考えることを行交互作用項の存在とその内容を推測した。そして、調査票からは読み取れない独立変数の作製を行った。しかし、人間が試行錯誤で新たな組み合わせを考え確認することには限界があるため、総当たりで交互作用項を作成するようプログラム化した手法を導入した。

本稿での研究から、コンピュータプログラムの構築により、福祉専門職が直感的に、または経験則から判断している状況に、多数の独立変数を作成し計算することで、近づけることが明らかになった。一方、少数のデータでは、予測式を求める際のデータを2分割する際の分け方で、結果に与える影響が少なくない。今後は、より大きなデータを対象とすることで、ひずみを低減し、精度を向上させることは課題である。

本研究ではアセスメントシートによって取得された変数を総当たりで掛け合わせて交互作用項を作成したが、今後の課題としては、それ以上の高次元への拡張を検討するとともに、取得するためのアセスメントシートの情報を、介護保険制度の要介護度判定や、障害福祉サービスの障害支援区分の判定に用いられる認定調査票項目を活用することを考えたい。

認定調査票データの利用ができるとすれば、これまでのように介護支援専門員らが、利用者一人一人について個別避難計画作成のための専用のアセスメントシートに記入する作業量が、大きく軽減されると考えられる。介護支援専門員らの業務を軽減が軽減されると、その分、相談支援専門員らは充実した相談支援サービスの提供をしやすくなるであろうし、今後の個別避難計画の作成において、本人らをエンパワメントする役割として、介護支援専門員らの地域と本人をつなぐ役割も担いやすくなる。しかし、考察でも述べた通り、認定調査票の項目では客体的資源に関して等は質問が不足すると考えられる

ため、必要な質問項目の設定を行うことも必要である。機械学習を導入し学習を深めて精度を向上させるためにも、できる限り歪みが少なく、現実を反映するデータの取得は重要なものである。

誰一人取り残さない地域の実現は、地域社会で暮らす私たちの日々の安心安全を保障するものである。たとえ現時点で個別避難計画作成の対象者と判断されなくても、対象者を支援するためにかかわりあうことで、人々が様々に結びつく社会となる。本研究は、ゆっくりと日々の中で歳をとっていく平常時の福祉的な支援だけでなく、土砂降りが続く悪天候時には地域が協力し対応できる、いわゆる全天候型10)の社会保障制度や社会福祉が実現するよう、その基盤を作るための基礎となるものとする。今後の課題として、そのような社会の実現に寄与する研

究につなげ、個別避難計画が必要な人の推定を、確実に、素早く、全国で実現できる基盤を作りたい。

補注

(1) 災害対策基本法

第四十九条の十四 市町村長、地域防災計画の定めるところにより、名簿情報に係る避難行動要支援者ごとに、当該避難行動要支援者について避難支援等を実施するための計画（以下「個別避難計画」という。）を作成するよう努めなければならない。ただし、個別避難計画を作成することについて当該避難行動要支援者の同意が得られない場合は、この限りでない。

表2 分析結果

手法	SPSS								Python									
	モデル1 A		モデル1 B		モデル2 A		モデル2 B		モデル3 A		モデル3 B		モデル3 C	モデル4 A		モデル4 B		モデル4 C
独立変数	二項ロジスティック回帰分析 (強制投入法)				二項ロジスティック回帰分析 (変数減少法)				ディジションツリー				ランダムフォレスト					
	主効果のみ	主効果 + (認知自立 * 障害有)			主効果のみ	主効果 + (認知自立 * 障害有)			主効果のみ	主効果 + (認知自立 * 障害有)			主効果 + 全交互作用※3	主効果のみ	主効果 + (認知自立 * 障害有)			主効果 + 全交互作用※3
	パラメタ	有意確率	パラメタ	有意確率	パラメタ	有意確率	パラメタ	有意確率	重要度	P値	重要度	P値	重要度	重要度	P値	重要度	P値	重要度
1. 自力移動不可	-0.161	0.700	-0.117	0.833					0.056	0.581	0.042	NaN	0.139	0.061	0.455	0.071	0.609	0.011
2. 意思伝達不可	0.733	0.357	0.797	0.323	1.044	0.070*	0.947	0.076**	0.009	NaN	0	NaN	0.039	0.365	0.035	0.965		
3. 意思疎通不可	0.532	0.540	0.465	0.592					0.125	0.839	0.120	0.340	0.037	0.971	0.037	0.450		
4. 電源使用医療機器有	0.595	0.626	0.476	0.697					0.024	0.695	0.032	0.695	0.024	0.437	0.028	0.447		
5 da 認知症高齢 (自立)	0.951	0.290	0.113	0.928	1.269	0.072*			0	NaN	0	NaN	0.038	0.617	0.028	NaN		
5 db 認知症高齢者 (I)	0.857	0.341	0.123	0.917	1.133	0.105			0.129	0.081	0.113	0.019**	0.053	1.000	0.036	0.546		
5 dc 認知症高齢者 (II a)	-0.160	0.855	-0.175	0.842					0.014	0.739	0.014	0.759	0.033	0.674	0.033	0.842		
5 dd 認知症高齢者 (II b)									0.017	0.513	0.014	0.513	0.035	0.513	0.031	0.016**		
5 de 認知症高齢 (III 以上)	-0.239	0.761	-0.297	0.705					0.040	0.951	0.040	0.951	0.050	0.673	0.043	0.706		
6 da 精神症状混乱有	0.464	0.673	0.290	0.796					0	NaN	0	NaN	0.019	0.674	0.014	NaN		
6 db 精神症状混乱可能性有	-0.137	0.800	0.244	0.660					0.104	0.315	0.104	0.756	0.066	0.167	0.064	0.819		
7 da 終日同居世帯	-0.316	0.576	0.319	0.571					0.060	0.322	0.060	0.390	0.050	0.675	0.056	0.935		
7 db 単独時間有世帯									0.012	NaN	0.016	0.382	0.035	0.342	0.045	0.348		
7 dc 独居世帯	0.936	0.376	0.992	0.353	1.539	0.043**	1.553	0.049**	0.063	NaN	0.063	NaN	0.033	0.962	0.031	0.581		
8 同居家族自力判断不可	-1.722	0.365	-1.73	0.351					0	NaN	0	NaN	0.005	0.713	0.005	NaN		
9 同居家族要介護有	2.209	0.230	2.113	0.261	2.231	0.096*	2.153	0.103	0	NaN	0	NaN	0.013	NaN	0.013	0.011**		
10 独居家族自力移動不可	21.070	1.000	21.253	1.000					0.014	NaN	0	NaN	0.003	NaN	0.004	NaN		
11 家族介助で避難不可	0.597	0.404	0.612	0.396					0.038	0.313	0.066	0.931	0.073	1.000	0.079	0.194	0.010	
12 家族以外の支援必要有	1.343	0.025**	1.291	0.031**	1.360	0.007**	1.252	0.010**	0.090	0.784	0.090	0.890	0.199	0.100	0.325	0.094	0.393	0.016
13 家族以外の支援無い	0.803	0.720	0.756	0.723					0	NaN	0.014	0.789	0.018	NaN	0.018	0.131		
14 避難生活上配慮必要有	1.601	0.034**	1.659	0.030**	1.844	0.005**	1.888	0.004**	0.094	0.820	0.094	0.853	0.097	0.192	0.096	0.102	0.017	
15 日常利用施設有	-1.972	0.396	-1.857	0.395					0	NaN	0	NaN	0.020	0.546	0.018	NaN		
17 a 高齢者である	-19.879	0.999	20.110	0.999	20.132	0.998*	20.046	0.033**	0.045	0.684	0.019	0.157	0.028	0.597	0.031	0.608	0.013	
18 a 障害者である	0.138	0.801	0.219	0.743					0.065	0.562	0.091	0.920	0.070	0.074*	0.061	0.297	0.009	
◆認知症自立×障害有			1.080	0.342			1.271	0.595			0.008	NaN			0.030	0.437		
正解率※2	74.8%	74.8%	78.7%	79.5%	53.9%	57.7%	71.9%	61.5%	65.4%	75%								

※1: ** : p<+A1:W340.05 * p<0.10

※2: SPSS 二項ロジスティック回帰分析は、従属変数に対して全ケースの各独立変数を用いて分析を行った結果から正解率を測っている。一方、SPSS ディジションツリー法とランダムフォレスト法では、全ケースをランダムにトレーニング (教師) データとテスト (サンプル) データに分割し、教師データから予測式を作り、サンプルデータに適用し正解率を測っている。算出方法が異なるため、両者間の比較は比較できない。

※3: 表中は主効果のみ記載、交互作用項は補注を参照のこと。

(2) 内閣府(防災担当), 防災情報のページ, 避難行動要支援者の避難行動支援に関する取組指針, 平成25年8月(令和3年5月改定):

<https://www.bousai.go.jp/taisaku/hisaisayagousei/youengosya/h25/pdf/hinansien-gaiyou.pdf> (2023/8/10)

(3) 総務省, 内閣府消防庁, 避難行動要支援者名簿及び個別避難計画の作成等に係る取り組み状況の調査結果(報道資料), 令和4年6月28日,

https://www.soumu.go.jp/main_content/000822486.pdf (2023/8/10)

(4) 個別避難計画の作成に関して優先度の考え方を挙げているが, ここでいう個別避難計画には, 行政や福祉専門職がかかわり, 地域の中で支援者になる人を決め, 地域調整会議を行い計画を立てるものである。避難行動への支援や計画がこれに該当する人のみに必要というわけではなく, 優先度に該当する人は例えば「ハザード域内に居住し危険があるが, 単独での歩行や判断の困難により自分一人では逃げられなく, かつ, 独居で近所に交流がある友人知人もなく, 自助も共助も助けができない状況」であるが, 自力で逃げられる人, 同居家族等の援助により逃げられる人にも, それぞれ避難を想定した行動や計画の作成は必要である。

(5) 厚生労働省, 認知症高齢者の日常生活自立度, pp. 157, <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12300000-Roukenkyoku/0000077382.pdf> (2024/1/5)

(6) 表2のモデル3Cおよび4Cを表3として示す。

謝辞

本研究は, JST RISTEX SDGsの達成に向けた共創的研究開発プログラム[ソリューション創出フェーズ]「福祉専門職と共に進める「誰一人取り残さない防災」の全国展開のための基盤技術の開発」(JPMJRX1918)(2019年11月15日~2023年3月31日, 研究代表:立木茂雄)の成果である。

また, 本研究にあたり, 滋賀県大津市における調査研究に参画いただいた市民, 福祉専門職の皆様と福祉サービス事業所ならびに大津市関係者の方々をはじめ, 本研究を進める上で協力していただいたすべての方々には, 深く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) Ben Wisner, Piers Blaikie, Terry Cannon and Ian Davis: At Risk Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters 2nd edition, pp.49-52, London, Routledge, 2003.
- 2) 立木茂雄: 災害と復興の社会学, pp. 12-13, 萌書房, 2016.
- 3) 立木茂雄: 誰一人取り残さない防災に向けて, 福祉関係者が身につけるべきこと, i-BOSAI ブックレット No. 1, pp. 25, 萌書房, 2020.
- 4) 越智祐子, 立木茂雄: 「災害時要援護度」概念の構築 ハザードと脆弱性の相互作用を可視化する, 減災, Vol. 2, pp. 90-98, 2007.
- 5) Nicolle Comafay, 中村千佳子, 横田治郎, 立木茂雄: 神戸市兵庫区における障がいのある方の災害時要援護度マッピングの実施研究 脆弱性の「人-環境相互作用モデル」に基づいて, 地域安全学会論文集, No.11, pp.127-134, 2009.
- 6) 河村咲弥, 立木茂雄: 人と環境の相互作用モデルにもとづく災害時要援護度尺度の実装研究, 地域安全学会論文集,

No.21, pp.61-70, 2013.

- 7) 森保純子, 川見文紀, 鈴木進吾, 辻岡綾, 立木茂雄: 個別避難計画作成に関する外的基準を考慮した優先度推定手法—福祉専門職の視点から「真に支援が必要な方」を探る—, 地域安全学会論文集, No.41, pp.51-61, 2022
- 8) 森保純子, 立木茂雄: 災害時個別避難計画作成のための優先度推定手法と対象者決定過程への提案, 地域安全学会地域安全学会梗概集, No.52, pp.221-224, 2023
- 9) 関庸一, 筒井孝子, 宮野尚哉: 要介護認定一次判定方式の基礎となった統計モデルの妥当性, 応用統計学, 応用統計学会, Vol.29,2, pp.101-110, 2000.
- 10) 押領司大輝, 田村将太一, 田中貴宏: 将来における豪雨災害リスク曝露人口分布の調査分析 広島県を対象として, 日本建築学会技術報告集, 第27巻第65号, pp.458-463, 2021.
- 11) 三浦弘之, 池奥和歩: 2018年7月豪雨災害における広島県での土石流による被害地域と土砂災害警戒区域の空間分析, 地域安全学会論文集 No.37, pp.11-19, 2020.
- 12) 立木茂雄: 災害も視野に入れた全天候型のソーシャルワークの課題と展望: 雨天のソーシャルワーク, 晴天のソーシャルワークではなく, 1つのソーシャルワーク過程が存在する, 社会福祉研究(146), 鉄道弘済会社会福祉第一部, pp., 24-36, 2023.
- 13) 須藤秋良: スッキリわかる Python による機械学習入門, インプレス, 2020.
- 14) 国本大悟: スッキリわかる Python 入門, インプレス, 2019
- 15) 加藤 一: 機械学習のエッセンス-実装しながら学ぶ Python, 数学, アルゴリズム, SBクリエイティブ, 2018.

資料

分析6 ランダムフォレスト モデル プログラム例

(使用言語 Python) ※インデント省略

- ```
1. ## 「避難計画作成が必要な人の推定: ランダムフォレスト」
2.
3. import pandas as pd
4. import numpy as np
5. import os
6.
7. ## 機械学習: ランダムフォレスト手法のため
8. ## sklearn パッケージを導入
9. from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
10. from sklearn.model_selection import train_test_split
11. from sklearn.metrics import accuracy_score
12. import matplotlib.pyplot as plt
13. import japanize_matplotlib
14.
15. # CSV ファイルの取得のためにパスを指定.
16. csv_file_path = 'C:/Users/.../.../original-data.csv'
17.
18. # CSV ファイルを読み込む
19. dataZ = pd.read_csv(csv_file_path)
20.
21. ## 独立変数を総当たりで掛け合わせる
22. # 新しい項目の生成と計算を行う
23. # ファイルの項目から従属変数は除く処理を含む
24. columns_to_process = [col for col in dataZ.columns
25. if col != '計画作成必要']
26. # 新しい項目の列名を格納するリストを用意する
```



```

27. new_columns = []
28.
29. # 2項目の積を計算し、新しい列として追加
30. for i, col1 in enumerate(columns_to_process):
31. for j, col2 in enumerate(columns_to_process):
32. if i < j: # 同じ項目の組み合わせは重複計算しない
33. new_col_name = f'{col1}_{col2}_積'
34. dataZ[new_col_name] = dataZ[col1] * dataZ[col2]
35. new_columns.append(new_col_name)
36.
37. ### 作ったファイルを保存する
38. # Excel ファイル名として生成、ファイル名は以下で指定
39. new_excel_file_name =
 os.path.splitext(os.path.basename(csv_file_path))[0
] + '_usagi.xlsx'
40.
41. # 作ったExcelファイルの保存先パスを設定する
42. new_excel_file_path =
 os.path.join(os.path.dirname(csv_file_path),
 new_excel_file_name)
43.
44. # データを新しいExcelファイルとして保存する
45. dataZ.to_excel(new_excel_file_path, index=False)
46. print(f'新しいExcelファイルが {new_excel_file_path}
 に保存されました。')
47.
48. # データを新しいCSVファイルとして保存する。
49. ## Excelと同様の中身なので、片方だけでよい
50. new_csv_file_path =
 os.path.splitext(new_excel_file_path)[0] + '.csv'
51. dataZ.to_csv(new_csv_file_path, index=False)
52. print(f'新しいCSVファイルが {new_csv_file_path} に
 保存されました。')
53.
54. ## 分析するための準備
55. # 上記で保存したデータの読み込み
56. data = pd.read_csv(new_csv_file_path)
57.
58. # 除外する項目リストには、従属変数を格納しておく
59. ## 従属変数の手動設定2か所
60. excluded_columns = ['計画作成必要']
61.
62. # 従属変数、他の列を独立変数に分割
63. dependent_variable = '計画作成必要'
64. independent_variables =
 data.drop([dependent_variable] + excluded_columns,
 axis=1)
65.
66. # ランダムフォレストモデルの構築
67. model = RandomForestClassifier()
68.
69. ## ここではRandom_stateを変えて、複数回ループして実行
 することとするが、Random_stateを固定または複数指定
 してからの実行でも良い
70. # random_state値のリスト
71. random_state_values = list(range(101)) # 0から100
 までの数字を格納したリスト
72.
73. # 正解率と特徴量の重要度のリスト
74. accuracies = []
75. feature_importance_list = []
76.
77. for random_state in random_state_values:
78. # データを分割し、教師データ(tran)とサンプルデータ
 (test)にする
79. X_train, X_test, y_train, y_test =
 train_test_split(independent_variables,
 data[dependent_variable], test_size=0.5,
 random_state=random_state)
80.
81. # 教師データでモデルを学習、予測の準備
82. model.fit(X_train, y_train)
83.
84. # サンプルデータで予測を実施
85. y_pred = model.predict(X_test)
86.
87. # 正解率の計算
88. accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred)
89. accuracies.append(accuracy)
90.
91. print(f"random_state: {random_state}, 正解率:
 {accuracy}")
92.
93. # 予測モデルの特徴量の表示を表示する
94. importances = model.feature_importances_
95. feature_names = independent_variables.columns
96. feature_importances = pd.DataFrame({'特徴量':
 feature_names, '重要度': importances})
97.
98. # 上位10%の重要な特徴量を抽出して表示
99. # %は表示数をみて調整しているので10%から変更可能
100. top_percentage = 0.1 # 上位10%を抽出
101. num_top_features = int(len(feature_importances) *
 top_percentage)
102. selected_features =
 feature_importances.sort_values(by='重要度',
 ascending=False)
103. feature_importances.head(num_top_features)
104. print(f"上位{top_percentage * 100}%の重要な特徴量:")
105. print(selected_features)
106.
107. feature_importance_list.append(selected_features)
108.
109. # 特徴量の重要度をグラフ化
110. plt.figure(figsize=(12, 8))
111.
112. # 上記フィギュアサイズを調整している
113. plt.bar(selected_features['特徴量'],
 selected_features['重要度'])
114. plt.xticks(rotation=90) # ラベル回転
115. plt.xlabel('特徴量')
116. plt.ylabel('重要度')
117. plt.title(f'上位{top_percentage * 100}%の特徴量の重
 要度 (random_state: {random_state})')
118. plt.subplots_adjust(bottom=0.4) # ラベル表示調整
119. plt.savefig(f'top_feature_importance_random_state_{
 random_state}.png')
120. plt.show()

```

121. # 正解率の平均を計算して表示

123. print(f"平均正解率: {average\_accuracy}")

122. average\_accuracy = sum(accuracies) / len(accuracies)

表3 分析結果 (表2のモデル3C, 4C 重要な交互作用項)

| 値は重要度<br>上位10%ま<br>での少数代6<br>位が0以上 | 1. 自力<br>移動不可 | 2. 意思<br>伝達不可 | 3. 意思<br>疎通不可 | 4. 電源<br>使用医療<br>機器有 | 5 da.認知<br>症高齢<br>(自立) | 5 db.認知<br>症高齢者<br>(1) | 5 dc.認知<br>症高齢者<br>(2a) | 5 dd.認知<br>症高齢者<br>(2b) | 5 de.認知<br>症高齢<br>(3以上) | 6 da.精神<br>症状混乱<br>有 | 6 db.精神<br>症状混乱<br>可能性有 | 7 da.終日<br>同居世帯 | 7 db.単独<br>時間有世<br>帯 | 7 dc.同居<br>世帯 | 8.同居家<br>族自力判<br>断不可 | 9.同居家<br>族要介護 | 10.同居家<br>族自力移<br>動不可 | 11.家族介<br>助で避難<br>不可 | 12.家族以<br>外の支援<br>必要 | 13.家族以<br>外の支援<br>無い | 14.避難生<br>活上配慮<br>必要 | 15.日常利<br>用施設有 | 17a.高齢<br>者である | 18a.障害<br>者である |       |
|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------|----------------------|---------------|----------------------|---------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|-------|
| 1.                                 | 0.139         |               |               |                      |                        |                        |                         |                         | 0.016                   |                      |                         |                 | 0.001                | 0.015         | 0.036                |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |       |
| 2.                                 |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |       |
| 3.                                 |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |       |
| 4.                                 |               |               |               |                      | 0.016                  |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 | 0.069                |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |       |
| 5 da.                              |               |               |               | 0.016                |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |       |
| 5 db.                              |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         | 0.013           |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                | 0.195          |       |
| 5 dc.                              |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |       |
| 5 dd.                              |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |       |
| 5 de.                              | 0.016         |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |       |
| 6.                                 |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |       |
| 6 db.                              |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |       |
| 7 da.                              |               |               |               |                      |                        | 0.013                  |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |       |
| 7 db.                              | 0.001         |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                | 0.057          |       |
| 7 dc.                              | 0.015         |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |       |
| 8.                                 | 0.036         |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                | 0.220 |
| 9.                                 |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |       |
| 10.                                |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |       |
| 11.                                |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |       |
| 12.                                |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |       |
| 13.                                |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |       |
| 14.                                |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |       |
| 15.                                |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |       |
| 17a.                               |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 | 0.057                |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                | 0.072 |
| 18a.                               |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                | 0.072          |       |

| モデル4C ランダムフォレスト 主効果と交互作用項の重要度 (*上位10%かつ少数第6位で0以上のものを掲載) |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                | 正解率 75% |  |
|---------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------|----------------------|---------------|----------------------|---------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|---------|--|
| 値は重要度<br>上位10%ま<br>での少数代6<br>位が0以上                      | 1. 自力<br>移動不可 | 2. 意思<br>伝達不可 | 3. 意思<br>疎通不可 | 4. 電源<br>使用医療<br>機器有 | 5 da.認知<br>症高齢<br>(自立) | 5 db.認知<br>症高齢者<br>(1) | 5 dc.認知<br>症高齢者<br>(2a) | 5 dd.認知<br>症高齢者<br>(2b) | 5 de.認知<br>症高齢<br>(3以上) | 6 da.精神<br>症状混乱<br>有 | 6 db.精神<br>症状混乱<br>可能性有 | 7 da.終日<br>同居世帯 | 7 db.単独<br>時間有世<br>帯 | 7 dc.同居<br>世帯 | 8.同居家<br>族自力判<br>断不可 | 9.同居家<br>族要介護 | 10.同居家<br>族自力移<br>動不可 | 11.家族介<br>助で避難<br>不可 | 12.家族以<br>外の支援<br>必要 | 13.家族以<br>外の支援<br>無い | 14.避難生<br>活上配慮<br>必要 | 15.日常利<br>用施設有 | 17a.高齢<br>者である | 18a.障害<br>者である |         |  |
| 1.                                                      | 0.011         |               |               |                      |                        | 0.010                  |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      | 0.010                | 0.019                |                      |                |                |                | 0.009   |  |
| 2.                                                      |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                | 0.009   |  |
| 3.                                                      |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |         |  |
| 4.                                                      |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |         |  |
| 5 da.                                                   |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 | 0.020                |               | 0.011                |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |         |  |
| 5 db.                                                   | 0.010         |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                | 0.010          |         |  |
| 5 dc.                                                   |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |         |  |
| 5 dd.                                                   |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                | 0.009   |  |
| 5 de.                                                   |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |         |  |
| 6.                                                      |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |         |  |
| 6 db.                                                   |               |               |               |                      |                        |                        |                         | 0.009                   |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |         |  |
| 7 da.                                                   |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         | 0.012           |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                | 0.009   |  |
| 7 db.                                                   |               |               |               |                      |                        | 0.020                  |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                | 0.012          |                | 0.009   |  |
| 7 dc.                                                   |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |         |  |
| 8.                                                      |               |               |               |                      | 0.011                  |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                | 0.013          | 0.009   |  |
| 9.                                                      |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |         |  |
| 10.                                                     |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |         |  |
| 11.                                                     | 0.010         |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |         |  |
| 12.                                                     | 0.019         |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               | 0.009                |               |                       |                      |                      |                      |                      |                | 0.016          | 0.014          |         |  |
| 13.                                                     |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |         |  |
| 14.                                                     |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         | 0.012           |                      | 0.010         |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                | 0.031          | 0.022          |         |  |
| 15.                                                     |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               |                      |               |                       |                      |                      |                      |                      |                |                |                |         |  |
| 17a.                                                    |               |               |               |                      |                        |                        |                         |                         |                         |                      |                         |                 |                      |               | 0.013                |               |                       |                      |                      |                      |                      |                | 0.016          | 0.009          |         |  |
| 18a.                                                    | 0.009         | 0.009         |               |                      |                        | 0.010                  |                         | 0.009                   |                         |                      |                         | 0.009           | 0.009                |               | 0.009                |               |                       |                      |                      |                      |                      | 0.014          | 0.009          | 0.009          |         |  |

(原稿受付 2023.8.26)  
(登載決定 2024.1.20)