

Voice UI による効果的な避難情報伝達の実現にむけて

香川隆典^{†1} 神場知成^{†1}

概要： スマートフォンの音声アシスタント、家庭用スマートスピーカーなど、Voice UI によるインタラクティブな情報サービスが人々の生活に急速に普及しつつあるが、行政が発信する避難情報については、未だにテキスト情報または読み上げ音声による一斉伝達が主流である。避難情報の伝達については、これまでその文面や用語の改善などを中心に議論が行われてきたが、その一方で一斉伝達という手段そのものが実際の避難行動につながりにくいとの指摘も出てきている。そのような指摘に対し、受け手に対する情報のパーソナライズ、呼びかける音声の音響的特徴による効果、人間関係に基づく説得的対話の有効性など、新たな知見も徐々に蓄積されつつある。本稿では Voice UI による効果的な避難情報伝達を実現するための論点を整理したうえで、音響的特徴が避難情報伝達に与える効果について予備実験を行い、その結果について考察する。最後に、これらの知見を踏まえて、将来的に実現されるべき Voice UI による対話型避難情報伝達の可能性についても検討を行う。

1. はじめに

人工知能（AI）技術の発展に伴い、音声認識技術や合成音声技術が近年著しく向上し、スマートフォンの音声アシスタント、家庭用スマートスピーカーなど、いわゆる Voice UI によるインタラクティブな情報サービスが人々の生活に急速に普及しつつある。

現在、地震・津波災害や豪雨災害等の防災分野においても AI 技術の応用が重要な課題として挙げられているが、行政から発信される避難情報（避難勧告・避難指示等）については、未だに Web サイト・メール等を通じたテキスト情報の配信や、マスコミ・防災行政無線放送などを通じた音声による一斉伝達が主流である。（なお、2018 年 12 月現在、メジャーな音声アシスタントサービスで避難情報の配信は行われていない。[a][b]）

とくに近年、気象庁から発表される防災気象情報の充実・細分化が進むにあたって、自治体による避難情報の発令内容も対象地区名などが細かく発表されるようになったものの、情報（文面）が多すぎて受け手に必要な情報がかえって探しにくくなるといった弊害も生まれており [1]、このような観点から、これらの情報を受け手に応じてカスタマイズする、いわゆる情報の個人化（パーソナライズ）の必要性が指摘されている。

危険情報や避難情報の伝達が実際の避難行動に結びつか、という点についても課題が多い。2011 年の東日本大震災での津波災害やそれ以降に発生した大規模な風水害だけを見ても、多くの住民が津波警報や避難勧告・指示、ダム放流警報などを認知していたにもかかわらず、実際の避難

行動を取らなかったために逃げ遅れが生じたり、その結果人命が失われる事例が多数あった（たとえば牛山らによる報告・分析 [2] [3] [4]）。この点については、マスコミによる避難の呼びかけでは緊急性を強調するために言い回し・語調などを変化させることや、また自治体職員や消防団員が戸別訪問で直接的な呼びかけを行うことの有効性など、従来の一斉伝達よりも効果的な伝達方法についての知見が徐々に蓄積されつつある。

今後、Voice UI によるインタラクティブな避難情報の伝達の実装される際には、これらの指摘や知見が有効に活用されるべきと筆者らは考える。本稿ではまずその論点を整理し、次に先行研究において指摘されている音響的特徴の効果について実際に Voice UI の合成音声による予備実験を行い、その結果についても考察する。最後に、将来的に実現されるべき Voice UI による対話型避難情報伝達の可能性についても検討を行う。

2. 先行研究と事例

2.1 避難情報の伝達文

避難情報の伝達文の内容については、これまで様々な批判・研究が行われ、それらの一部は実際に内閣府のガイドライン等にも反映されている [5]。

小笠原ら [6]は、複数の自治体のマニュアル等から、避難の呼びかけ文の構造を整理し、その問題点と対策を挙げている。

- 避難勧告・避難指示という用語の明確化：たとえば、避難指示の場合には「ただちに」のような文言を付加

^{†1} 東洋大学大学院 情報連携学研究所

a) “Alexa スキル”. <https://www.amazon.co.jp/b?ie=UTF8&node=4788676051>, (参照 2018-12-20).

b) “Google Assistant できること”. <https://assistant.google.com/explore>, (参照 2018-12-20).

する

- 統語構造の簡素化と言語量の減少：複数の単文に分割し、言い回しを短くする
- 発話行為論から考える呼びかけの工夫：強い命令調を用いる、市長の名前を出す等
- 避難伝達文に含まれる情報の取捨選択：受信者や場所を特定する

中川 [7]は、災害時の情報文や避難呼びかけ文の内容が日本語を第二言語とする外国人には難しいことを指摘し、「やさしい日本語 [8]」の活用、内容以外の表現（聞き手への敬意の表現、話し手の意思を明示しない中立的表現など）を避けるべきとの提案を行っている。気象庁においても、緊急地震速報の多言語翻訳に際して、「やさしい日本語」かつ具体的な表現に一度言い換えてから英語へ翻訳し、この「やさしい日本語」言い換え文と英語翻訳文から他の言語に翻訳するという手順を踏んでいる [9]。これらは音声のみによる伝達を設計する際にも重要な知見である。

マスコミによる避難の呼びかけについては、横尾らテレビ局のキャスター自身が東日本大震災当時の問題点を分析し、その改良案を提案し、以後の実践についても継続して報告を行っている [10][11]。これらの報告において、情報が少ない中での呼びかけ文のパターン化、同時多発進行する状況を説明することによる危機感の分散、視聴者の緊迫度の感じにくさといった問題を防ぐため、インパクトのある表現、数値への解釈の付加、リアルな事例に基づく教訓を盛り込んだ呼びかけ、避難行動の段階的アプローチ、映像の具体的描写と普遍化など様々な改良案が提示されている。

2.2 音響的特徴による効果

機械音による警報やコンピュータによる合成音声を使った警告文が、音または声の高低（ピッチ）、発話速度、音声の性別などの差によって聞き手の緊急性の知覚にどのように影響を与えるかについては、いくつかの先行研究がある。

Haas & Edworthy [12]は、コンピュータ合成の警告音を、ピッチ（周波数）、スピード（パルス間隔）、ラウドネス（音圧）を変化させて、聴取者が感じる緊急度のレーティングおよび反応速度の測定を行った。その結果、ピッチ上昇、スピード上昇、ラウドネス上昇が緊急度を増幅させ、またピッチ上昇、ラウドネス上昇が反応速度を向上させた。

Park & Jang [13]は、自動車のブレーキ故障を伝える“break oil leakage”（ブレーキオイル漏れ）という3単語の合成音声について、ピッチ（周波数）、スピード、抑揚のパターンを変化させて、聴取者の緊急度のレーティングがどのように影響を受けるかを調べた。緊急度を増幅させる影響の強

いものから順に1.スピード上昇、2.女性よりも男性の声、3.ピッチ上昇、4.抑揚なし、であった。また、追加実験として抑揚のみを5パターンに変化させた場合、（英語の）母語話者と非母語話者の間では、緊急度を感じやすい抑揚のパターンに差があることがわかった。

小笠原ら [14]は、防災無線放送で津波やがけ崩れからの避難を呼びかける際の音声を男性・女性の2パターン録音し、それをコンピュータ処理によってピッチ（周波数）、発話スピードをそれぞれ3段階（-20%、±0%、+20%）に変化させたものを用意して聴取者に緊急性・信頼性・聞き取りやすさの3つの指標でレーティングさせた。分析の結果、3つの指標とも発話スピードの影響が支配的であり、とくに緊急性への作用が顕著であった。また声の性別・ピッチを固定した場合、スピードの上下は緊急性の上下に一致するが、通常以外のスピード（速い・遅い）では、信頼性・聞き取りやすさがいずれも下がることがわかった。

2.3 避難情報の認知と実際の避難行動の関係

危険情報や避難情報の認知が避難行動に直接的に結びつくわけではないということはこれまでも多数指摘されてきた [15][16]。

その要因としては様々な認知バイアスや、社会的要因などが挙げられるが、社会的要因の例としては、米国のハリケーン災害の事例において、リスクの正しい認知を妨げ避難しない理由として、社会的孤立（近隣住民との人間関係の希薄さ、公共のセーフティネットからの脱落）が関係していると指摘されている [17]。

中村 [18]は、避難情報の呼びかけは一種の説得的コミュニケーションであるとし、（情報の認知には一般的にマスコミュニケーションが有効であることに比して）態度や行動への働きかけはパーソナル・コミュニケーションが有効であるとした Lazarsfeld らの理論 [19]に基づき、説得の内容を相手に応じて変える（パーソナライズする）ことの有効性を指摘している。

これらを踏まえ中村 [20]は、避難情報が実際の避難行動に結びつくためには、個人化（パーソナライズ）された危険認知[c]が重要であり、かつ社会的要因を考慮すべきであるとし、この危険認知と社会的要因の和が一定の閾値を超えた場合に実際の避難行動へのトリガーとなるというモデル（オーバーフロー・モデル）を想定している。

近年の実際の事例でも、水害発生時にほぼ同じ内容の避難勧告が発令されていた（情報の伝達自体は確実に行われており、認知度も高かった）別々の地区の間で直接的な避難行動への結びつきに大きな差異があったが、避難した人の多かった地域ではその理由として「（戸別訪問してきた）消防団員に避難を勧められたから」が多く挙げられていた

c) ここでの「個人化（パーソナライズ）された危険認知」とは、単に個人向けにカスタマイズされた情報の認知というだけでなく、それが自分に関わる切実な問題として認識（確信）されることまでを指している。

ことなどが報告されている [21].

2.4 Voice UI 活用のメリット

Voice UI のメリットとして、主として何か別の作業をしながらハンズフリーで情報にアクセスできることが挙げられるが、とくに日常生活に何らかの障害を抱えている人々にとって有用性を持つことが挙げられる。この点は、いわゆる災害弱者に対する情報伝達においてもメリットになると考えられる。

欧米での Voice UI の活用について、Web 媒体で紹介された事例やメリットには以下のようなものがある [22].

- 視覚障害者や身体障害者、記憶障害の人などの生活の自立支援
- 技術に疎く、PC やスマートフォンを持たない高齢者でもインターネットを利用可能
- 筋力が低下する病気、腕や手が使えなくなるような病気でも操作可能
- 高齢者施設での自立生活支援・コミュニケーションツールとして利用可能

3. 予備実験と考察

先行研究の知見 [13] [14]により、Voice UI の合成音声による避難情報の伝達においては、文面内容だけでなくその音響的特徴によって、ユーザーが認知する緊急性や信頼性などに影響する可能性がある。

Google アシスタントでは、Actions on Google[d] と Dialogflow[e]とを組み合わせることによってほぼノン・プログラミングで簡単な Voice UI アプリケーションを作成でき、さらに文面を SSML で記述することにより音響的特徴（ピッチ、スピード等）を容易に変更できる[f]。これらの機能を使って避難情報の伝達の効果を高めることが可能かどうかについて、予備実験を行った。

3.1 実験の手順

被験者は大学 1 年生約 150 名（男女比：男性約 70%、女性約 30%）である。避難を呼びかける文面を Google アシスタントの 2 パターンの合成音声で（テストシミュレータを利用して）読み上げさせたものを教室のスピーカーを通じて流し、どちらがより避難の必要性を感じたか（択一）、またその理由（自由記述）を回答させた。学生には 1 割程度留学生が含まれるため、英語の文面も用意し、留学生には英語の音声聞いた印象で回答させた（表 1）。ただし、英語発音では判別しにくいと思われる地名など文面の一部の表現を変更しているため、日本語と英語では内容は全く同一ではない。

2 パターンの合成音声は同一の文面で、音響的特徴のみを変化させたものである（表 2）。いずれも Google アシスタントにあらかじめ用意されている標準音声（男女それぞれ 2 タイプの計 4 タイプ）から選んだ女性タイプの音声をベースにしているが、日本語と英語の音声では平均ピッチ（声の高さ）に大きな差があるため、ほぼ同程度のピッチになるようにベース音声を選択したうえで微調整した。その結果、言語間でピッチ設定には差異がある。また留学生のほとんどは英語が第一言語ではないため、聞き取りやすさを考慮し、スピードの変化は全体的に遅めに設定していることに注意が必要である。

表 1 日本語と英語の文面

言語	文面
日本語	（アラーム音 3 回） こちらは北区防災センターです。 荒川に氾濫のおそれがあるため、赤羽地区に避難勧告を発令しました。 速やかに避難を開始してください。
英語	（アラーム音 3 回） This is Tokyo Emergency Control Center. A voluntary evacuation advisory has been issued, because of the flooding risk of the Arakawa river. Please evacuate, promptly.

表 2 音響的特徴の設定パターン[g]

言語	設定項目	パターン 1	パターン 2
日本語	タイプ	Female1	Female1
	ピッチ	低い (-20%)	高い (+20%)
	スピード	速い (+20%)	普通 (±0%)
英語	タイプ	Female2	Female2
	ピッチ	低い (-30%)	高い (+10%)
	スピード	やや速い (+5%)	遅い (-15%)

3.2 集計結果と考察

2 パターンのどちらがより避難の必要性を感じたか、という設問についての集計結果を図 1 に示す。

日本語音声では約 6 割の被験者がパターン 1（低い・速い）と回答し、英語音声では約 7 割の被験者がパターン 2（高い・遅い）と回答している。

ピッチ変化とスピード変化を同時に行っているため、単純な比較はできないが、先行研究 [13] [14]で示されたのと同様に、スピードが速いほうがより緊急性を感じやすく、スピードの効果が出にくい場合（英語音声）ではピッチが

d) <https://developers.google.com/actions/>
e) <https://dialogflow.com/>
f) <https://developers.google.com/actions/reference/ssml>

g) ピッチ・スピードの設定値(%)は、標準音声に対する比率である。

高いほうがより緊急性を感じやすいことが示唆される。

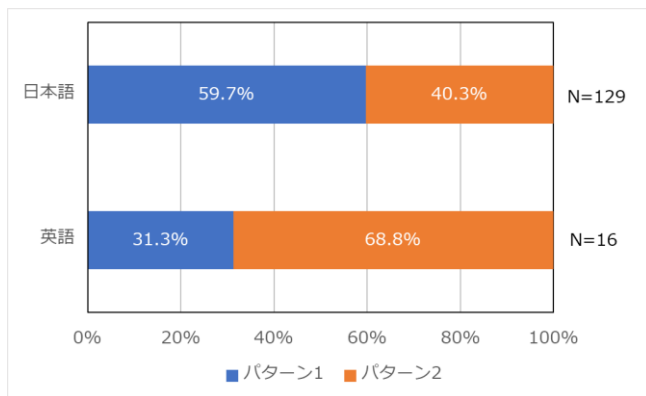


図 1 避難の必要性を感じる音声（単純集計）

自由記述による回答については、どのような理由に触れているかを筆者らがおおまかにラベル付け（複数の理由を上げている場合は重複してラベル付け）して集計を行った（図 2）。代表的に見られた意見は以下の通りである。

- スピードが速い／遅い
- ピッチが低い（男性の声[h]）／高い（女性の声[h])
- 聞き取りやすい・理解しやすい
- 違和感を覚える・非日常的な状況を想起させる
- 人間的な（自然な）声に聞こえる
- 人間的でない（機械っぽい）声に聞こえる

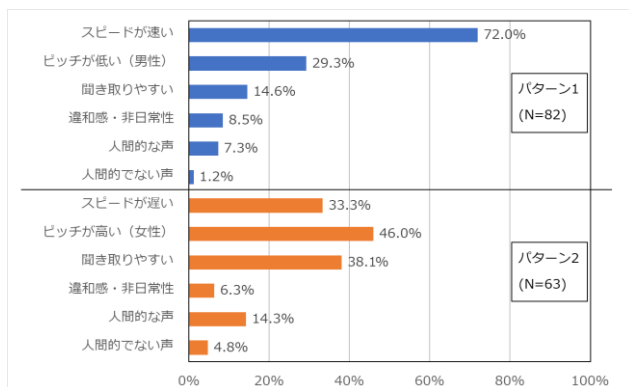


図 2 各音声パターンの選択理由

パターン 1 を選択した被験者では、スピードの速さを評価している比率が突出して高く、一方パターン 2 を選択した被験者では、ピッチの高さ（女性の声）・聞き取りやすさを評価している比率が相対的に高かった。注目すべき点としては、スピード・ピッチ・聞き取りやすさ等について、同一の理由によって異なるパターンを選んだ被験者がそれぞれ一定数存在するという点であり、どの要素を高く評

h) 実際には音声タイプ（性別）は変化させていないが、ピッチを大きく変化させたため、性別も変化したものと受け取られたケースが多かったようである。

価するか、受け手によって差異があるということである。

なお、自由記述に関しては、以下のような少数意見も見られた。ここでも、同一の理由によって真逆の評価が下されているケースがあったことは興味深い。

- パターン 1 はアニメのような声でふざけているように感じられる
- パターン 1（英語）は明らかに機械的に音声を変化させているため、テロリストによるフェイクを疑う
- パターン 1 の男性の声のほうが、公的な機関からの発表に聞こえる
- 「避難勧告」のアクセントがおかしい [i]
- 音声ガイド（アシスタント）は一般的に女性の声が多いので、パターン 1 の男性の声のほうが聞き慣れないぶん緊張感がある
- 音声ガイド（アシスタント）は一般的に女性の声が多いので、パターン 2 の女性の声のほうが受け入れやすい

次に、情報のパーソナライズの観点から、被験者の属性による違いについても検討する。被験者には属性についての質問は特に行っていないため、知り得る属性は性別および日本人学生か留学生かの情報のみである（なお年齢はほぼ同一である）。留学生の人数は非常に少ないので、日本人学生（日本語音声）に限って性別毎に集計を行った（図 3）。

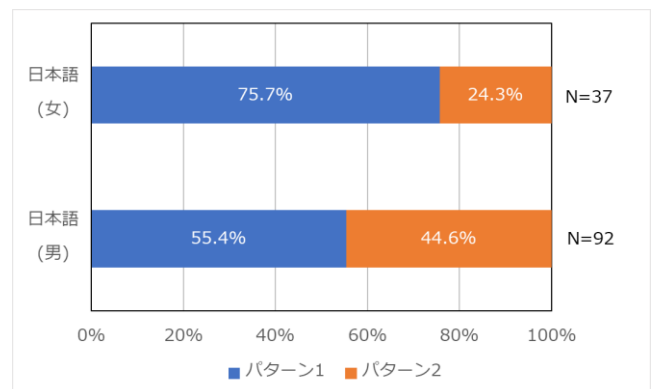


図 3 避難の必要性を感じる音声
（日本語のみ、被験者の性別毎）

いずれの性別でもパターン 1 と回答した被験者が多いが、特徴的なのは、女性では約 75%がパターン 1 と回答しているのに対し、男性では約 55%にとどまっている点である。つまり同一のピッチ・スピードであっても、情報の受け手の性別によって、避難の必要性を感じる度合いに何らかの差が生じている可能性がある。

i) 「避難勧告」という複合語は、単に「避難」「勧告」それぞれのアクセントで連続して読み上げてしまうと不自然なアクセントに聞こえてしまう。日本語の音声合成技術の課題であろう。

ここで注意が必要なのは、この実験の設問では、小笠原ら [14]のように緊急性・信頼性・聞き取りやすさを区別して回答させていないため、「避難の必要性」がどの要素に強く影響を受けているかは明確に判別できない点である。しかしその点を考慮しても、受け手の属性に応じて音響的特徴を変化させることが、避難の必要性を伝わりやすくする何らかの効果を持つ可能性が示されたといえよう。

4. Voice UI による対話型避難情報伝達の可能性について

避難情報の呼びかけを説得的コミュニケーションと捉えたとき [18], パーソナル・コミュニケーションの影響力（パーソナル・インフルエンス）に関する Lazarsfeld らの議論 [23]は多いに参考になる。

まず、パーソナルな影響力の一般的な特性として、

1. 政治、買い物、ファッションといった特定の個別的行動領域に限定されている
2. 垂直的であるよりも、水平的に流れる
3. 個人の意思決定の局面で、とりわけ意思未決定者の場合に、マスコミュニケーションの影響力よりも有効である

といったことが挙げられているが、避難を行動に移すかどうかといった局面はまさに 3.に該当すると考えられる。1.については、近年の知見 [21]などから、避難の意思決定についてもその対象領域と考えて良いであろう。2.については、行政からの避難情報は基本的に垂直的（上位から下位へ）ではあるが、これを水平的（対等な関係）に感じられるように伝達することができれば、影響力を高めることができる可能性があるといえる。

さらに、説得的コミュニケーションにおけるパーソナルな影響力の論拠については以下のようなものが挙げられている。

- A. パーソナルな接触における無意図性あるいは偶然性
- B. 被影響者の抵抗にあった場合、臨機応変に対処できる融通性
- C. パーソナルな影響を受け入れた場合の即時的報酬性
- D. 身近な情報への信頼性
- E. 信念や態度を変容せずに、個人的な感情や忠誠心を口実にして人々を説得できること

Voice UI による情報伝達は、一方的な伝達（読み上げ）にとどまらず、ユーザーからの反応によって次のアクションを変化させることもできる。上記のような特徴を対話の設計に組み込んでいくことで、パーソナルな影響力を強化できる可能性があると考えられる。

たとえば、最初の呼びかけ文では短く重要な情報だけを伝え、ユーザーからの質問に答える形で、詳細な情報を選択的・段階的に提供することもできる（図 4）。その際、ユ

ーザーの名前を呼んで語りかけたり、ユーザーが避難を行動に移さない理由を尋ね返したり、リアクションの一部にランダム性を持たせたりすることによって、この対話をよりパーソナルな印象に近づけることも可能と思われる。

日常的に使用しているスマートフォンやスマートスピーカーの場合であれば、ユーザーの属性情報との紐付けが可能のため、たとえばユーザーの性別、年齢、病気や障害の有無、子供や介護対象の有無等によって優先的に提示する情報を変化させることもできる。さらに時刻や位置情報を基に、関連する防災情報（周辺の天候、自治体のハザードマップ等）と連携させることによって避難誘導を最適化するなど、よりきめ細かいパーソナライズも可能になる。

このとき、音響的特徴を内容や状況に応じて変化させることも有効であろう。予備実験の結果からは、ユーザーの属性に応じて音声の性別やピッチを変化させることも、伝達の効果を高める方法として期待できる。

さらに、ベースとなる合成音声自体についてもパーソナライズの余地がある。たとえばユーザーの意思決定に対して影響力の強い人物の合成音声を使うことや、ユーザーに馴染みの深い方言を使うことなども一つのアイデアである。ディープ・ラーニングの一種である WaveNet [24]の開発によって、少ないサンプルデータからもなめらかな音声を合成できることが実証されつつあり、これらのアイデアは技術的にも十分に実現可能であろう。

このような技術を組み合わせることで、合成音声による避難情報提供アプリケーションとユーザーの間で行われる対話が、擬似的なパーソナル・コミュニケーションとして意思決定に影響を与えられる可能性は十分にあると筆者らは考える。

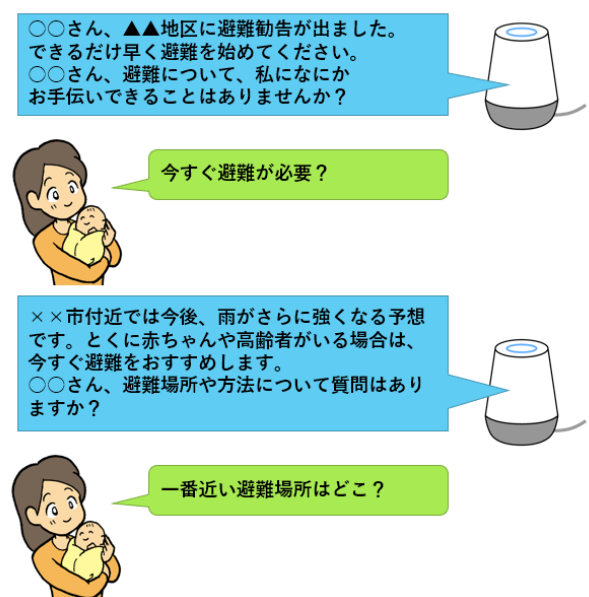


図 4 対話型避難情報伝達の例

5. おわりに

Voice UI による避難情報伝達の論点を整理し、予備実験によって、音響的特徴による効果の有効活用や、情報のパーソナライズの可能性を示した。すでに Voice UI を利用した様々なサービスが人々の生活に浸透しつつあり、窓口業務や接客などで Voice UI を実装したロボットの活用も始まっている。防災分野においても、今後 Voice UI による避難情報伝達が広く行われるようになることを想定し、対話型避難情報伝達の可能性について検討を行った。

参考文献

- [1] 天野篤. 大都市域における大雨時避難情報発信事例 -2016 年横浜市における Lアラートなどの緊急広報実態-. 日本災害情報学会第 18 回学会大会予稿集. 2016, p.164-165.
- [2] 牛山素行, 横幕早季. 2014 年 8 月広島豪雨による犠牲者の特徴. 自然災害科学. 2015, vol.34, 特別号, p.47-59.
- [3] 牛山素行. 平成 27 年 9 月関東・東北豪雨による犠牲者の特徴. 土木学会論文集 B1(水工学). 2016. vol.72, No.4, p.I_1297-I_1302.
- [4] 牛山素行, 関谷直也. 2016 年台風 10 号災害による人的被害の特徴. 自然災害科学. 2018, vol.36, No.4, p.429-446.
- [5] 内閣府(防災担当). “避難勧告等に関するガイドライン① (避難行動・情報伝達編) 平成 29 年 1 月”. http://www.bousai.go.jp/oukyu/hinankankoku/h28_hinankankoku_guideline/pdf/hinankankokugaidorain_01.pdf, (参照 2018-12-20).
- [6] 小笠原奈保美, 大藤建太. 水害・土砂災害避難伝達文の言語学的分析. 災害情報. 2017, No.15-1, p.17-28.
- [7] 中川歩美. 日本語教育学から見た災害情報-大阪市災害時用アナウンス文の語彙・表現調査-. 災害情報. 2017, No.15-2, p.161-172.
- [8] “減災のための「やさしい日本語」”. <http://human.cc.hirosaki-u.ac.jp/kokugo/EJ1a.htm>, (参照 2018-12-20).
- [9] 明石一英. 緊急地震速報の多言語辞書の作成. 災害情報. 2017, No.15-1, p.29-39.
- [10] 横尾泰輔, 矢守克也. 東日本大震災の初動報道に関する当事者分析: キャスター自身による分析・調査と実践的考察. 災害情報. 2017, No.15-2, p.149-160.
- [11] 横尾泰輔, 大窪愛, 佐竹裕人, 早坂隆信, 吉田一貴, 里匠. ロボカメを活用した津波避難呼びかけ表現の検討: NHK 静岡放送局の研究活動報告. 日本災害情報学会第 19 回学会大会予稿集. 2017, p.14-15.
- [12] E. C. Haas & J. Edworthy. Designing urgency into auditory warnings using pitch, speed and loudness. Computing & Control Engineering Journal. 1996, vol.7, p.193-198.
- [13] S. K. Park & P. S. Jang. Effects of synthesized voice warning Parameters on perceived urgency. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. 1999, vol.5, No.1, p.73-95.
- [14] 小笠原奈保美, 大藤建太. 避難呼びかけ文をどう発話したら効果的か～発話の音響的特徴の影響～. 日本災害情報学会第 18 回学会大会予稿集. 2016, p.226-227.
- [15] 廣井悠. 情報と災害史. 災害情報論入門 (田中淳・吉井博明編). 弘文堂, 2008.
- [16] 中村功. 警報・避難勧告の受容-津波避難を中心として-. 災害情報論入門 (田中淳・吉井博明編). 弘文堂, 2008.
- [17] J. K. Riad, F. H. Norris, R. B. Ruback. Predicting Evacuation in Two Major Disasters: Risk Perception, Social Influence, and Access to Resources. Journal of Applied Social Psychology. 1999, vol.25, No.5, p.918-934.
- [18] 中村功. 避難と住民の心理. 災害危機管理論入門: 防災危機管理担当者のための基礎講座 (吉井博明・田中淳編). 弘文堂, 2008, p.170-176.
- [19] P. F. Lazarsfeld & B. Berelson. The people's Choice: How the Voter Makes Up His Mind in a Presidential Campaign. 1944. (時野谷浩ほか訳, ビーブルズ・チョイス, 芦書房, 1987)
- [20] 中村功. 避難の理論. 災害危機管理論入門: 防災危機管理担当者のための基礎講座 (吉井博明・田中淳編). 弘文堂, 2008, p.154-163.
- [21] 安本真也, 牛山素行, 関谷直也. 平成 28 年台風 10 号災害における岩泉町での避難行動の分析. 自然災害科学. 2018, vol.37, 特別号, p.33-46.
- [22] Cathy Pearl. “The Societal Benefits of Smart Speakers”. VUI Magazine, 2018-04-02. <https://medium.com/@cpearl42/the-societal-benefits-of-smart-speakers-274073cfe7ac>, (参照 2018-12-20).
- [23] E. Katz & P. F. Lazarsfeld. Personal Influence. 1955. (竹内郁郎訳, パーソナル・インフルエンス: オピニオン・リーダーと人びとの意志決定, 培風館, 1965)
- [24] A. van den Oord, et al.. WaveNet: A Generative Model for Raw Audio. 2016, arXiv:1609.03499 [cs.SD].