

災害時における「正常性バイアス」を 打破する緊急避難アナウンスの開発

代表研究者 愛知工科大学工学部 教授 山高正烈

1. 研究の目的

(1) 研究背景

地震や津波、豪雨災害等の緊急事態に直面しても、事態を楽観的に判断し、逃げなかったり逃げ遅れたりして被害が拡大した事実が数多く報告されている[1][2]. これには、「事態の切迫度を知覚せずに楽観的な情報のみを受け入れ、危険を警告する情報を拒否する」人間の心理的特性（正常性バイアス[3]（図1参照））が一要因として考えられる. 事実、東日本大震災においても、地震発生直後のビッグデータによる人々の動線解析によ



図1 正常性バイアスのイメージ

ると、実際に津波を目撃してからはじめて避難行動に移ったため避難が遅れた市民が多数に上ることが明らかとなった[4]. 2018年の西日本豪雨でも、テレビやラジオ、地域防災行政無線放送からの避難の呼びかけに対して、直ちに避難した人は5%に留まったことが問題点として挙げられている[5].

このような、災害情報が発表されても必ずしも住民の迅速な避難行動につながらない現実を踏まえ、「特別警報」という数十年に一度の重大な災害の起こる恐れが著しく高まった場合に発表する警報レベルを新たに設けたり[6]、緊迫感を強調するために放送時に命令口調で避難を呼びかけたりする等の工夫がなされている[7]. 例えば、住民の迅速な避難行動を促すために、近年テレビやラジオ等でよく耳にする避難勧告アナウンスは、「直ちに避難してください!」「直ちに命を守る行動を!」といった強い口調に変わりつつある. しかし、このような「命令口調」は一時的な避難行動の喚起は期待できるものの、災害大国である日本では何度も耳にするうちにその効果も自然に弱まると考えられる. これは、ある程度の限界までは「正常の範囲」、「過剰な反応は控える」といった人間の「心的メカニズム」が影響するためである.

緊急避難勧告に対して、「自分は大丈夫だ」という正常性バイアスを打破し避難行動を喚起させるためには、現在差し迫っている状況を正しく認識させる必要がある. そこで、差し迫った心理的状況を抱かせることが、現状を正しく認識し「思わず逃げたくなる」という避難行動につながると考えた. 例えば、喧騒音や雑踏音等は、災害時に逃げ出す人込みを連想させる可能性を有し、NTT ドコモが提供しているエリアメールのブザー音は、地震の発生をイメージさせる. これらのイメージ音が背景音として音声に重畳された場合、両者から想起される緊急性の相乗効果により音声の有する緊急性の効果を更に高めることはできないだろうか. 本研究では、既存の緊急避難勧告音声を見直し、「自分は大丈夫だ」という正常性バイアスを打破して避難行動を喚起させる新しい音声信号構築法の開発を目指した.

(2) 本研究の目的

代表者は、危険性や緊迫感を強調する手段として、既存の避難勧告音声への視聴覚刺激の付加効果に着目した。即ち、視聴覚刺激が背景として避難勧告音声に重畳された場合、差し迫った事象が直感的にイメージでき、かつ、両者から想起される緊急性の相乗効果により元々の音声の有する緊急性の効果が高まり、「思わず動きたくなる」避難行動の促進につながると考えた。

このような着想のもと、本研究では、視聴覚刺激が背景として避難勧告音声に重畳された場合、差し迫った事象が直感的にイメージでき、想起される緊急性の相乗効果により音声の有する緊急性の効果の高まりを調査する。また、避難行動の促進につながるよう既存の緊急避難勧告音声を見直し、避難行動を促進させる新たな避難勧告音声信号を構築することを目的とした。実験は計4つ行い、実験1では背景音、実験2では背景画像、実験3では背景動画の付加効果、実験4ではナッジ理論[8]の導入の効果について検討した。

本研究の成果により、既存のアナウンス手法に代わる全く新しい避難勧告音声信号が構築され、日本各地で頻発する大型台風や大雨・洪水などの緊急避難呼びかけ音声への応用に大きく貢献できると信じている。

2. 様々な背景音の付加効果

(1) 実験刺激

本研究では、大分県臼杵市で実際に使用されている津波警報音声[9]を用いた。この警報は、男性が「津波警報が発表されました。海岸付近の方は高台に避難してください」と発声したものである。この音声のピッチを、元の音声の0.75倍、1.0倍、1.25倍、話速を100 ms/mora、150 ms/mora、200 ms/moraに変化させ、それぞれピッチ条件 (low, normal, high 条件)、話速条件 (fast, normal, slow 条件) と命名した。

背景音は、セミが鳴いている音情景 (セミの声)、雑踏音、波打ち際の波の音 (波の音)、ホワイトノイズ (WN)、代表研究者が先行研究で作成した津波警報用サイン音 (サイン音) [10] [11]、NTT ドコモが提供しているエリアメールの緊急地震速報専用ブザー音 (ブザー音) の合計6種類を用意した。実験に用いた刺激はこれらを組み合わせて作成され、最終的に音声のみのものが9条件 (ピッチ3種類×話速3種類)、背景音のみが6条件、音声と背景音を合成したものが54条件 (音声9種類×背景音6種類) の計69条件となった。これらの音刺激は、聴取点で等価騒音レベル60 dBで提示した。また、音声と背景音とのS/Nは10 dBとなるように設定した。

(2) 実験手続き

実験ではSD (Semantic Differential) 法を使用し、表1に示す33個の形容詞対を用いて刺激全体の印象を7段階で評価させた。形容詞対は、音に対して抱く印象を調べた先行

研究と、臨場感について調べて先行研究で使用した形容詞をもとに、避難行動の意思の有無を表す形容詞である「動きたくなる」や「自分に関係ある」、「差し迫った感じがする」等の形容詞を追加して作成した。

表 1 印象評価に用いた形容詞対

1	快い	不快な	18	眠くなる	目が覚める
2	落ち着いた	甲高い	19	注意を引く	注意をそらす
3	金属性の	深みのある	20	緊迫感がある	緊迫感がない
4	迫力のある	物足りない	21	危険な	安全な
5	騒々しい	静かな	22	緊張した	くつろいだ
6	鋭い	鈍い	23	目立つ	目立たない
7	柔らかい	硬い	24	慌ただしい	ゆっくりとした
8	明るい	暗い	25	必死な	淡々とした
9	音量感のある	音量感のない	26	臨場感がある	臨場感がない
10	あたたかい	冷たい	27	差し迫った感じがする	差し迫った感じがしない
11	安心する	不安になる	28	本物らしい感じがする	本物らしい感じがしない
12	気が楽になる	気が重くなる	29	リアリティのある	リアリティのない
13	この場にいたい	この場にいたくない	30	動きたくなる	動きたくない
14	気になる	気にならない	31	自分に関係ある	自分に関係ない
15	聞き続けたい	聞き続けたくない	32	動的な	静的な
16	焦りを感じる	ホッとする	33	重い	軽い
17	落ち着く	イライラする			

実験は、最初に背景音のみの 6 条件を提示するセッションと、その後に、音声のみ 9 条件と合成音 54 条件とで計 63 種類の刺激を提示するセッションで構成された。刺激の提示順番は各セッションごとにランダムに行った。印象評価には、形容詞対の配置を変えた評価用紙を 6 種類用意し、評価に偏りが生じないように配慮した。

聴取者は正常な聴力を有する 20 代（20～24 歳）の大学生および大学院生 20 名（うち女性 8 名）であった。実験においては、聴取者から 1.5 m 離れた 1 個のスピーカから音刺激を提示した。

(3) 実験結果

印象評価に用いた 33 個の形容詞対について、因子分析（主因子法、プロマックス回転）を行った。その結果 3 因子が抽出され、第 1 因子は「切迫性因子」、第 2 因子は「不快因子」、第 3 因子は「金属性因子」と解釈した。なお、因子の数は、固有値が 1.0 以上、累積負荷量が 65%までを基準にして決めた。

表 2 に、抽出された因子の負荷量と寄与率を示す。正の数値は「非常にそう思う」方向であり、負は「そう思わない」方向である。表中の切迫性因子の得点が高いほど、危険性の認知が高まると考えられる。切迫性因子とほかの 2 因子間の相関係数を算出したところ、

不快因子とは 0.62, 金属性因子間は 0.65 と正の相関が認められた。不快因子の得点が高いほど不快に感じやすく, 金属性因子得点が高いほど鋭い音であると考えられる。不快因子と金属性因子間の相関係数は 0.57 であった。

表2 印象評定尺度の因子分析の結果

因子	評定項目	因子負荷量		
		1	2	3
切迫性因子	リアリティのある	0.98	-0.19	-0.11
	本物らしい感じがする	0.98	-0.15	-0.13
	臨場感がある	0.95	-0.14	-0.01
	迫力のある	0.94	-0.09	-0.06
	緊迫感がある	0.80	0.04	0.09
	自分に関係ある	0.77	0.09	-0.03
	差し迫った感じがする	0.76	0.01	0.13
	注意を引く	0.67	0.10	0.08
	必死な	0.67	-0.16	0.24
	音量感のある	0.67	0.01	-0.11
	目立つ	0.66	0.05	0.14
	気になる	0.56	0.24	0.11
	動きたくなる	0.50	0.17	0.20
	目が覚める	0.49	0.10	0.37
	緊張した	0.45	0.25	0.30
焦りを感じる	0.42	0.34	0.23	
不快因子	快い	0.21	-0.83	-0.18
	気が重くなる	0.10	0.79	-0.15
	聞き続けたくない	-0.17	0.77	0.17
	明るい	0.18	-0.72	0.36
	この場にいたくない	0.11	0.64	0.10
	不安になる	0.27	0.59	0.10
	イライラする	-0.23	0.58	0.42
	あたたかい	0.06	-0.54	-0.20
	柔らかい	0.04	-0.51	-0.29
危険な	0.41	0.46	0.09	
金属性因子	甲高い	0.11	-0.04	0.75
	金属性の	-0.16	0.14	0.71
	重い	0.48	0.54	-0.69
	鋭い	0.41	-0.12	0.58
	慌ただしい	0.35	-0.05	0.57
	騒々しい	0.18	0.12	0.47
	動的な	0.41	-0.14	0.45
寄与率 (%)		49.38	7.32	4.36

本報では、避難行動に直接的な結びつきが強いと予想される切迫性因子に着目して検討を行う。図2に、背景音のみ場合と音声のみの場合の切迫性因子の得点を示す。音声のみの場合、横軸は音声の話速、縦軸は音声のピッチを表す。図中の数値は因子得点を表す。図から、背景音のみの場合は、セミの音の因子得点が一番小さく、続いてホワイトノイズ(WN)、雑踏音、サイン音、波の音、ブザー音の順に因子得点が高いことが分かる。音声

のみの場合は、ピッチが高く話速が速いほど得点が高くなる傾向にあり、特に話速が切迫感に大きな影響を及ぼす傾向にあった。

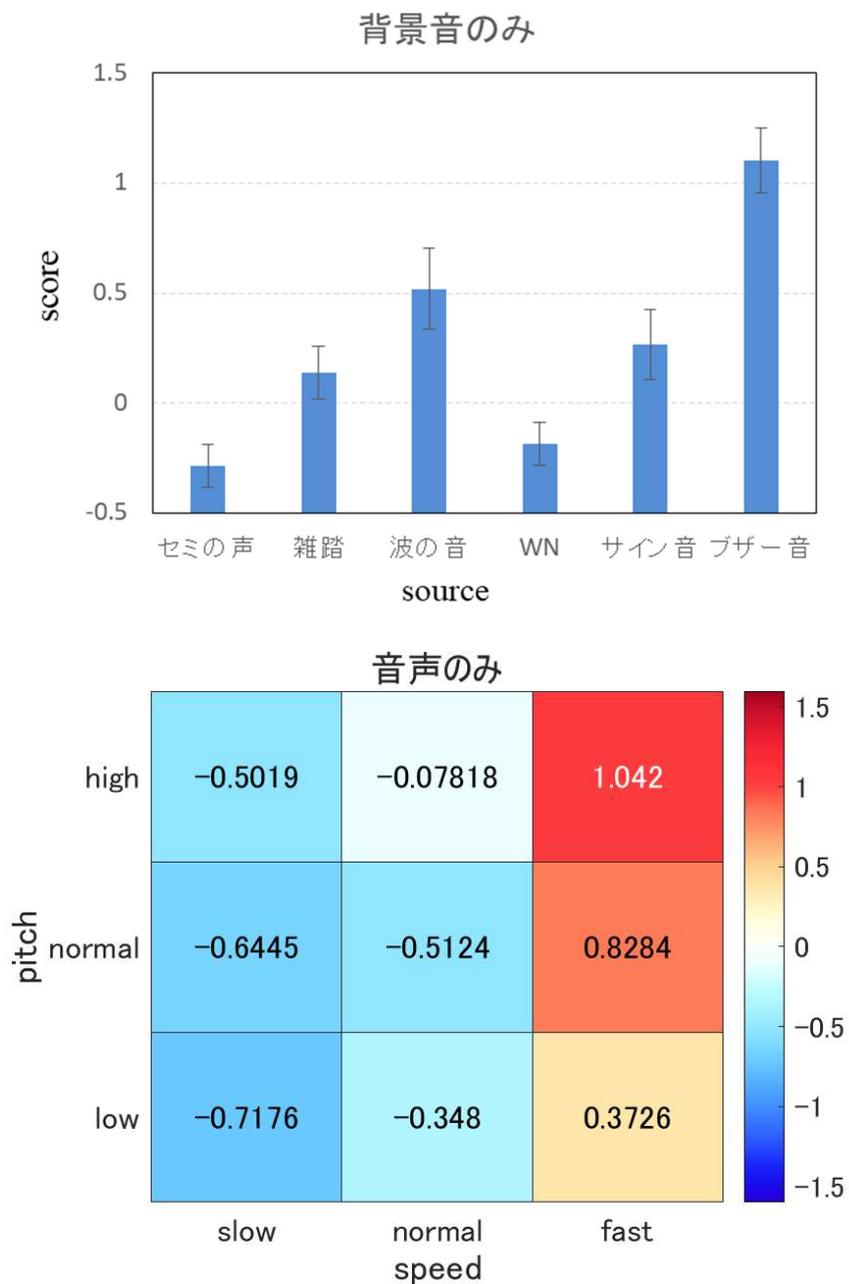


図2 切迫性因子の得点（背景音のみと音声のみの場合）

図3に、セミの音、ホワイトノイズ、雑踏音、および波の音を背景音とした場合の切迫性因子の得点を示す。図から、音声のピッチと話速がノーマル若しくは低い場合は、背景音を元の音声に付加しても切迫性因子の得点がノーマル音声の場合とほとんど変わらないことが分かる。また、切迫性因子の得点は、背景音のみの場合よりも低い傾向であった。

一方、音声のピッチが高く話速も早い条件の場合は、これらの背景音を付加することにより音声のみの場合と比べて切迫性因子の得点が逆に下がることが見て取れる。

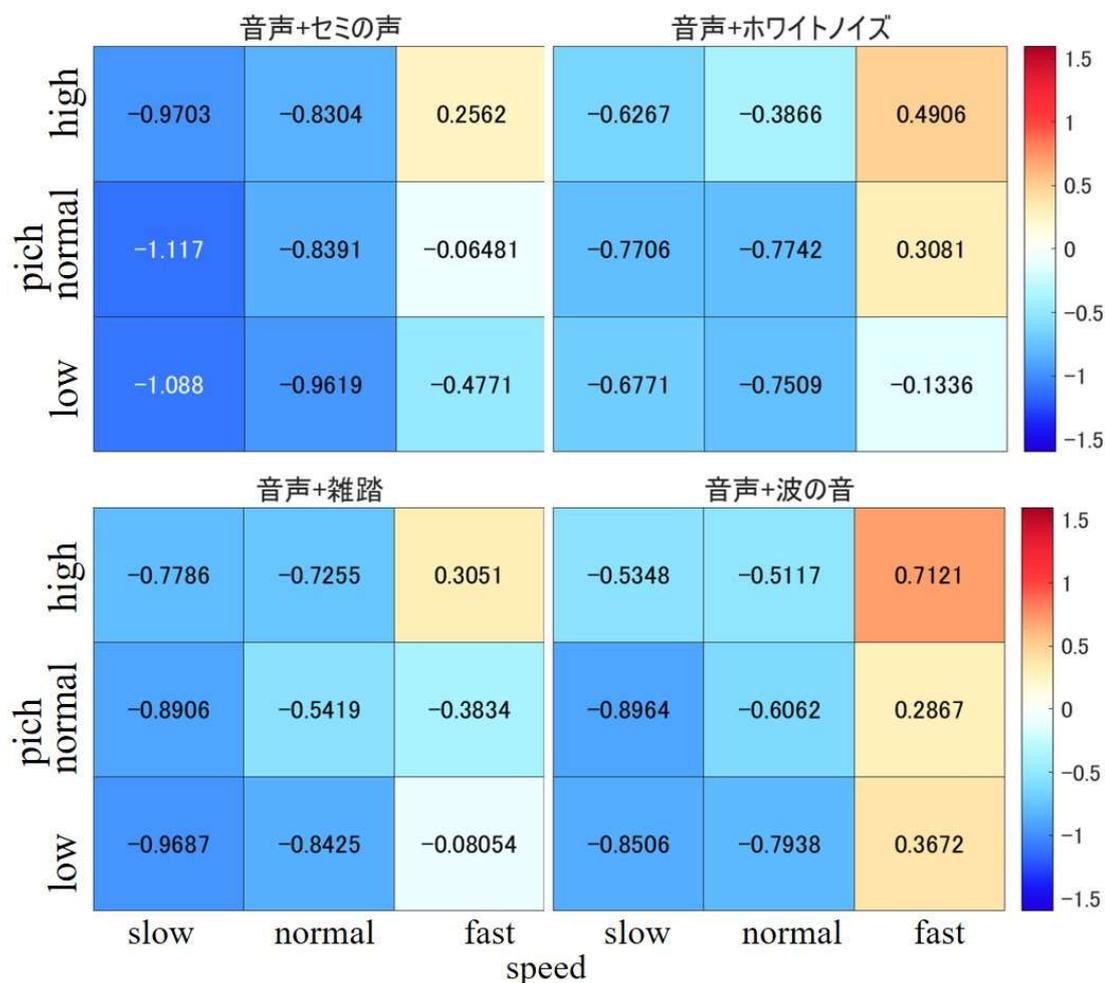


図3 切迫性因子の得点

(セミの音、ホワイトノイズ、雑踏音、および波の音を背景音として付加した場合)

図4に、サイン音とブザー音を背景音として場合の切迫性因子の得点を示す。図から、「音声+サイン音」や「音声+ブザー音」の場合は、すべてのピッチ&話速条件で得点が高く、音声のみの場合より因子得点が上昇していることが見て取れる。特にピッチと話速がノーマル若しくは低い場合は、これらサイン音やブザー音の付加により因子得点が顕著に向上した。ただし、この向上効果は、音声のみ条件における話速&ピッチが最大である場合までには及ばなかった。

因子得点に関して、各因子ごとにピッチと話速、および背景音を被験者内要因として、3要因の分散分析を行った。切迫性因子の分散分析の結果、ピッチ条件の主効果 ($F(2, 38) = 39.16, p < .001$)、話速の主効果 ($F(2, 38) = 65.27, p < .001$)、背景音の主効果 ($F(6, 114)$

= 52.83, $p < .001$) とともに有意差が認められた。また、ピッチ×話速の交互作用 ($F(4, 76) = 3.36, p < .05$), 話速×背景音の交互作用 ($F(12, 228) = 6.54, p < .001$), ピッチ×話速×背景音の交互作用 ($F(24, 456) = 2.78, p < .001$) に有意差が認められた。ピッチ×話速×背景音の交互作用における単純効果, および多重比較の結果, 以下のことが分かった。ピッチが normal 若しくは low の場合, 話速に関係なく「音声+ブザー音」条件の因子得点が音声のみの場合より有意に高かった。また, 同様のピッチ条件において, 話速 normal 若しくは slow の場合は, 「音声+サイン音」条件の因子得点が音声のみの場合より高かった。ピッチ high 条件の場合は, 話速 fast 条件を除いて「音声+ブザー音」および「音声+サイン音」の因子得点が音声のみの場合より高かった。

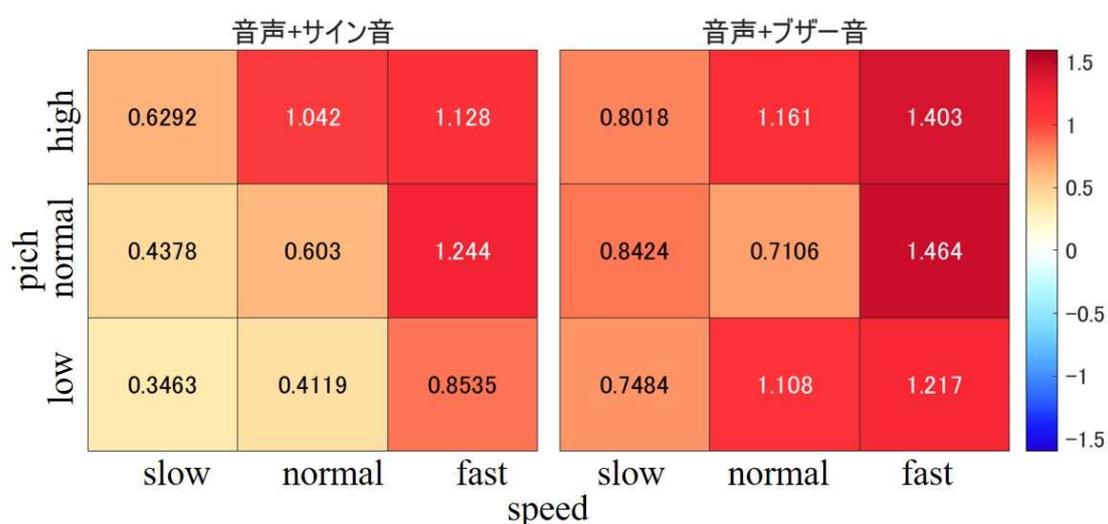


図4 切迫性因子の得点 (サイン音とブザー音を背景音として付加した場合)

(4) 考察

背景音のみ条件の結果から, 緊急地震速報として使われているブザー音の因子得点が一番高いことが分かった。一方, 代表研究者が先行研究において津波警報音として作成したサイン音単体の切迫性因子の得点は, 波の音よりも低かった。ブザー音は, 災害時に何度も聞いた経験がある音であり, 緊急性を表す音である認知度が高いと言える。一方サイン音は, 認知度が低く, すべての聴取者が初めて聞く音であった。そのため, ブザー音の高得点は災害時に何度も聞いた経験がある音だからこそ得られる学習効果とも考えられ, 事前学習により音が持つ緊迫感が強調できる可能性を示唆する。また, 波の音がサイン音よりも高い切迫感が得られたことは, 波の音から「津波のイメージ」が喚起された可能性があるとも考えられる。音声のみの場合は, 先行研究の結果と同様に, ピッチが高いほどまた話速が早いほど緊迫感を伝えやすい結果となった。この結果は一方で, 話者の技量によって切迫感が左右される可能性のあることも示唆する。

音声にセミの音、ホワイトノイズ、雑踏音、および波の音を付加した場合、切迫性因子の得点は元の音声のみの場合と同じ程度か逆に下がる場合があった。特に、音声のみで高い切迫感が得られたピッチが高く話速も早い条件の場合、これら背景音の付加により因子得点が顕著に低下した。これは背景音によって音声のイメージが影響を受けることを意味し、不適切な背景音を付加すると切迫感が低下することを示唆する。

図4の結果および分散分析の結果から、サイン音やブザー音を背景音として付加することで緊迫感を強調できることが分かった。特にブザー音の場合、すべての条件で元の音声、若しくはブザー音単体を用いた場合より高い切迫感が得られた。このことから、2つの音の相乗効果が得られたと考えられる。サイン音の場合も、ブザー音ほどではないが、すべての条件で元の音声と同程度か高い切迫感が得られた。その効果は、ピッチと話速がノーマル若しくは低い場合に顕著に表れた。

サイン音単体では、決して高い切迫感が得られなかったにもかかわらず、津波警報音を背景音として用いることで高い相乗効果が得られた。サイン音は、津波警報により過度なパニックに陥らず適度な緊張感を与えるように作成されており、それがサイン音単体では高い切迫感が得られなかった理由であると考えられる。また、ブザー音と異なり、実際の場面で使われた実績がなく認知度が低いことも、高い緊迫感が得られなかった一因とも言える。しかし、サイン音には警報音としてふさわしい和音やスweep音が含まれており、津波警報の音声と同時に聞くことで危険なイメージや身近で起きている情景が想起され、高い切迫感が得られたと考えられる。

今回の実験の結果から、音声に背景音を付加することでどんな情景が想起されるかが、切迫感の喚起に重要であると考えられる。今回の実験の内省報告から、聴取者間で雑踏音やホワイトノイズに対する認識のずれがあることが確認された。例えば、雑踏音に対しては、「商店街で人々が話している音情景」という意見がある一方、「駅を人々が歩いている様子」という意見も挙がり、災害や避難とは結びつきの弱いものではあるが浮かぶ情景には違いが見られた。雑踏音に対して、「これは災害時に逃げ出す人々の足音である」と陽に情景を想起させることで背景音の効果が強くなるのだろうか。

(5) まとめ

今回の実験結果、背景音の持つイメージと提示音声の内容が一致した時に切迫感の相乗効果が得られやすくなることが示された。しかし、同じ背景音でも個人によっては異なるイメージを持っており、狙った効果が得られない可能性も生じた。ところで、人は聴覚のみならず五感や体性感覚といった複数の感覚器官からの情報を常に同時並列的に処理しながら環境を認識しており、その中で視覚の占める割合は大きい。このような人間の多感覚情報処理の特徴を考慮して、今後は、差し迫った状況を正しく提示する方法として背景画像の使用を検討したい。背景画像の提示により、誰しも発生した事象への安定した認識を持つことが可能となり、切迫感の向上につながると考えられる。

3. 背景画像の付加効果

(1) 実験環境

実験刺激の提示には、Android スマートフォン (UMIDIGI, A3S, 画面サイズ 5.7 インチ) を使用した。これは、スマートフォンの普及率が年々増加傾向にあり、一番身近な情報媒体であることを考慮したためである。実験に先立って、Android Studio Ver 4.0 を用いて、任意のタイミングで音声と画像がランダム順に再生できるアプリを作成した。印象評価実験は、愛知工科大学のスタジオ内で行い (暗騒音レベル 25 dB)、被験者から 30 cm 程離れた机の上にスマートフォン置いて視聴覚刺激を提示した (提示音圧レベル 60 dB)。被験者は、正常な視力 (矯正を含む) と聴力を有する 20~24 歳の大学生 20 名 (うち女性 1 名) であった。

(2) 実験刺激

実験で使用した音声の内容を表 3 に示す。

表 3 提示する音声内容

土砂	ただいま土砂災害の前兆現象が確認されました。 大変危険な状況です。 直ちに安全な場所に避難してください。
地震	ただいま地震が発生しました震度 6 です。 落ち着いて避難してください。
津波	津波警報が発表されました。 海岸付近の方は高台に避難してください。

津波警報は先行研究と同様のものを用い、地震警報は JVC ケンウッド・公共産業システム社製のフリーの複数音声を組み合わせて使用した[13]。土砂災害警報は千葉県流山市で使用されている避難指示音声の文例[14]を参考に、コンデンサーマイク (ソニー, ECM-PCV80U) を用いてスタジオ内で録音して制作した。なお、音声刺激の長さは、津波と地震警報が 8 秒、土砂災害警報は 12 秒であり、すべて男性の音声 (サンプリングレート 44.1 kHz, モノラル) であった。背景画像は、危険・行動・災害をイメージする 3 つのカテゴリとし、危険 (3 種類) + 行動 (5 種類) + 災害 (4 種類) の計 12 種類の画像を使用した。危険カテゴリは黒や黄色の色彩を採用し、文字による危険表現とどくろ等の記号による表現を選択した。行動カテゴリは、文字やイメージによる表現以外に静と動の対極的なものを選択した。図 5 に背景画像を示す。



図5 背景画像

(3) 実験手続き

実験は、SD (Semantic Differential) 法を使用し、34 個の形容詞対 (表 4 参照) を用いて刺激全体の印象を 7 段階で評価するよう求めた。形容詞対は、先行研究で使用した形容詞をもとに、避難行動の意思を表す「逃げたくなる」や「身の危険を感じる」等の形容詞を追加して作成した。

実験では、音声刺激 (3 種類) × 背景画像 (12 種類) の計 36 種類の視聴覚刺激をランダムな順で提示した。印象評価には形容詞対の配置を変えた評価用紙 4 種類を用意し、評価に偏りが生じないように配慮した。実験時間は 90 分程度であり、1 種類のアンケートの入力を終えた任意のタイミングで、被験者ごとに要望に応じて休憩時間を設けた。なお被験者には、スマートフォンから流れる音声と画面に表示される画像を視聴しながら、アナウンス音声に対してどのような印象を持ったかを評価するように求めた。

表 4 印象評価に用いた形容詞対

快い	不快な	眠くなる	目が覚める
落ち着いた	甲高い	注意を引く	注意をそらす
金属性の	深みのある	緊迫感がある	緊迫感がない
迫力のある	物足りない	危険な	安全な
騒々しい	静かな	緊張した	くつろいだ
鋭い	鈍い	目立つ	目立たない
柔らかい	硬い	慌ただしい	ゆっくりとした
明るい	暗い	必死な	淡々とした
音量感のある	音量感のない	臨場感がある	臨場感がない
あたたかい	冷たい	差し迫った感じがする	差し迫った感じがしない
安心する	不安になる	本物らしい感じがある	本物らしい感じがない
気が楽になる	気が重くなる	リアリティのある	リアリティのない
この場にいたい	この場にいたくない	動きたくなる	動きたくない
気になる	気にならない	自分に関係ある	自分に関係ない
逃げたくなる	逃げたくならない	動的な	静的な
焦りを感じる	ホッとする	重い	軽い
落ち着く	イライラする	身の危険を感じる	身の危険を感じない

(4) 実験結果

34 個の形容詞対について、因子分析（最尤法，プロマックス回転）を行った。その結果 4 因子が抽出され、第 1 因子は「切迫性因子」、第 2 因子は「行動喚起因子」、第 3 因子は「快適性因子」、第 4 因子は「動揺因子」と解釈した。表 5 に、抽出された各因子の負荷量を示す。正の数値は「非常にそう思う」方向であり、負は「そう思わない」方向である。表中の切迫性因子の得点が高いほど、危険性の認知が高まると考えられる。切迫性因子とほかの 3 因子間の相関を算出したところ、行動喚起因子とは 0.67 と強い正の相関が認められた。切迫性因子が高いほど避難行動の意識が高まることを意味する。一方、動揺因子および快適性因子との相関係数は 0.39 と -0.36 であった。

本報では、避難行動に直接的な結びつきが強いと予想される切迫性因子と行動喚起因子に着目して検討を行う。図 6 と 7、図 8 と 9、図 10 と 11 に土砂、地震、津波の順で切迫性因子と行動喚起因子の得点を示す。図から、切迫性因子および行動喚起因子ともに、土砂災害の場合は画像⑩、地震の場合は画像⑪、⑫、津波警報の場合は画像⑨のように、各音声内容と合致する背景画像を使用した場合の因子得点が高いことが見て取れる。

表5 因子分析の結果

因子	評定項目	因子負荷量			
		1	2	3	4
切迫性因子	迫力のある	0.78	0.02	0.22	0.11
	逃げたくなる	0.75	0.10	-0.13	-0.17
	眠くなる	-0.69	0.08	0.04	-0.03
	緊張した	0.66	-0.00	-0.23	0.00
	目立つ	0.66	0.01	-0.00	0.04
	焦りを感じる	0.64	0.01	-0.29	-0.00
	身の危険を感じる	0.63	0.24	-0.01	-0.17
	臨場感がある	0.57	0.32	0.30	-0.01
	鋭い	0.56	-0.18	0.00	0.26
	本物らしい感じがある	0.55	0.40	0.45	0.00
	動的な	0.54	-0.08	0.07	0.29
	騒々しい	0.53	-0.20	0.00	0.50
	音量感のある	0.52	0.18	0.10	-0.06
	気が楽になる	-0.46	-0.09	0.34	0.04
	注意を引く	0.40	0.14	-0.17	0.06
行動喚起因子	緊迫感がある	-0.07	0.83	0.04	0.20
	リアリティのある	0.10	0.81	0.26	-0.00
	差し迫った感じがする	-0.01	0.78	0.07	0.17
	自分に関係ある	0.05	0.63	-0.12	-0.08
	気になる	0.04	0.62	-0.25	-0.11
	危険な	-0.04	0.58	-0.40	0.10
	動きたくなる	0.10	0.58	-0.18	-0.06
重い	-0.02	0.39	-0.23	0.06	
快適性因子	あたたかい	-0.04	0.01	0.68	0.04
	金属性の	-0.11	-0.14	-0.55	-0.02
	落ち着く	-0.02	0.01	0.52	-0.21
	安心する	-0.04	-0.35	0.52	-0.09
	柔らかい	-0.27	-0.01	0.48	-0.01
	明るい	0.10	-0.12	0.44	0.03
	快い	0.08	0.03	0.42	-0.06
この場にいたい	-0.22	-0.05	0.32	0.10	
動揺因子	落ち着いた	-0.05	0.08	0.23	-0.67
	必死な	-0.11	0.28	0.13	0.62
	慌ただしい	-0.02	0.26	-0.06	0.52

(5) 考察

印象評価実験の結果、実験1における背景音の付加提示の場合と同様に、画像を付加した場合も避難勧告音声の印象が変化し得ることが明らかとなった。また、背景画像が持つイメージと提示音声の内容が合致する場合に、切迫感および行動意識喚起の相乗効果が得られやすくなることが示された。特に、記号やイラストを用いる場合よりも、災害場面の写真を用いた場合の効果が高かった。以下、3つのカテゴリ別に考察を行う。

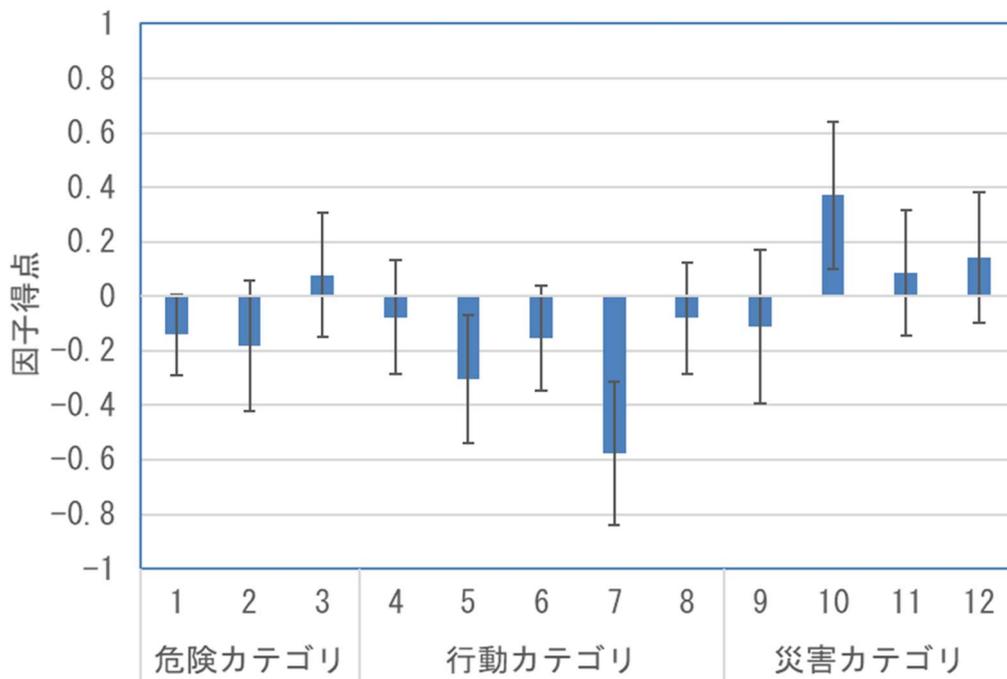


図6 切迫性因子得点 (土砂)

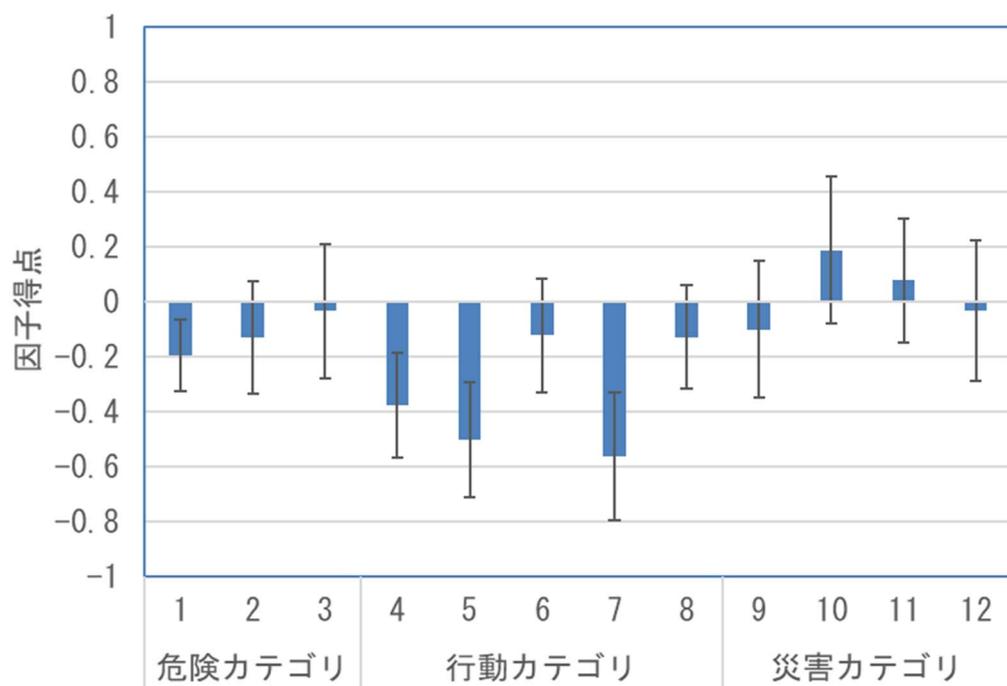


図7 行動喚起因子得点 (土砂)

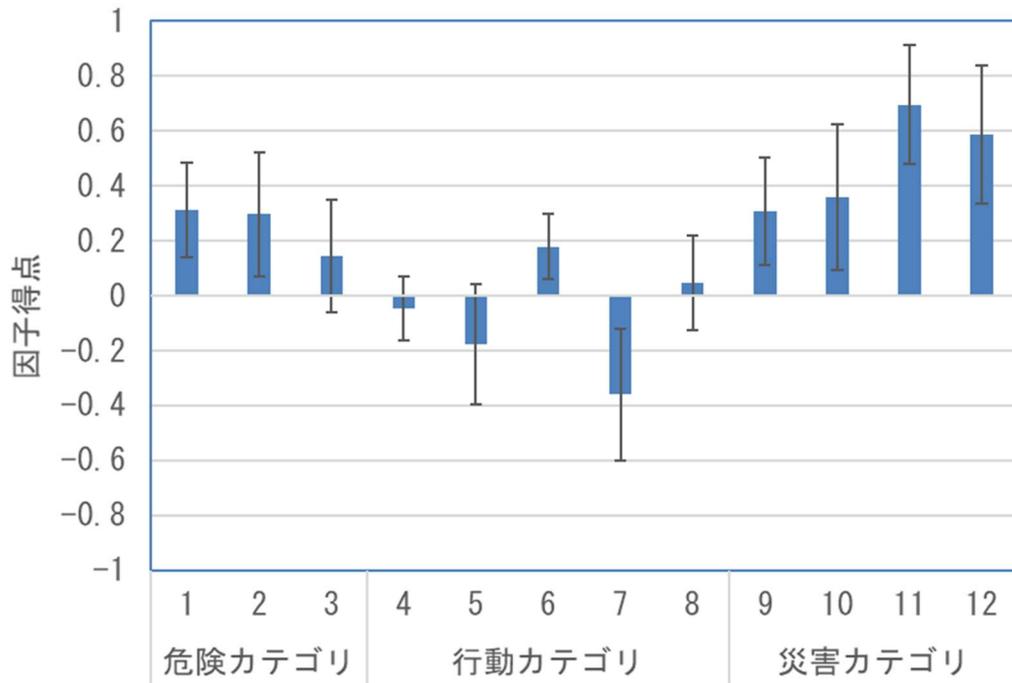


図8 切迫性因子得点（地震）

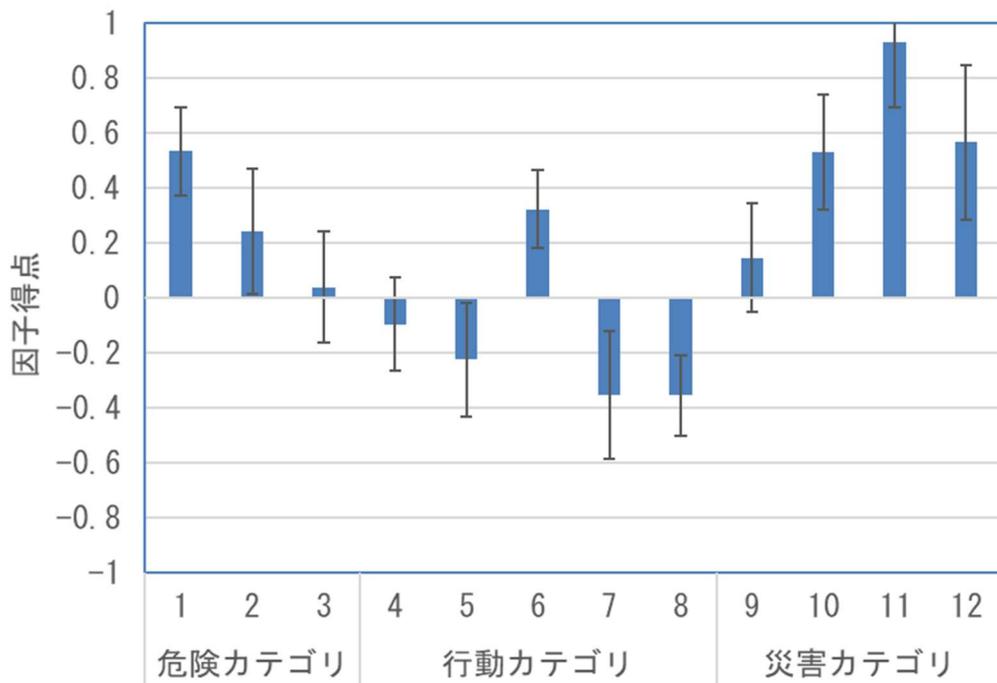


図9 行動喚起因子得点（地震）

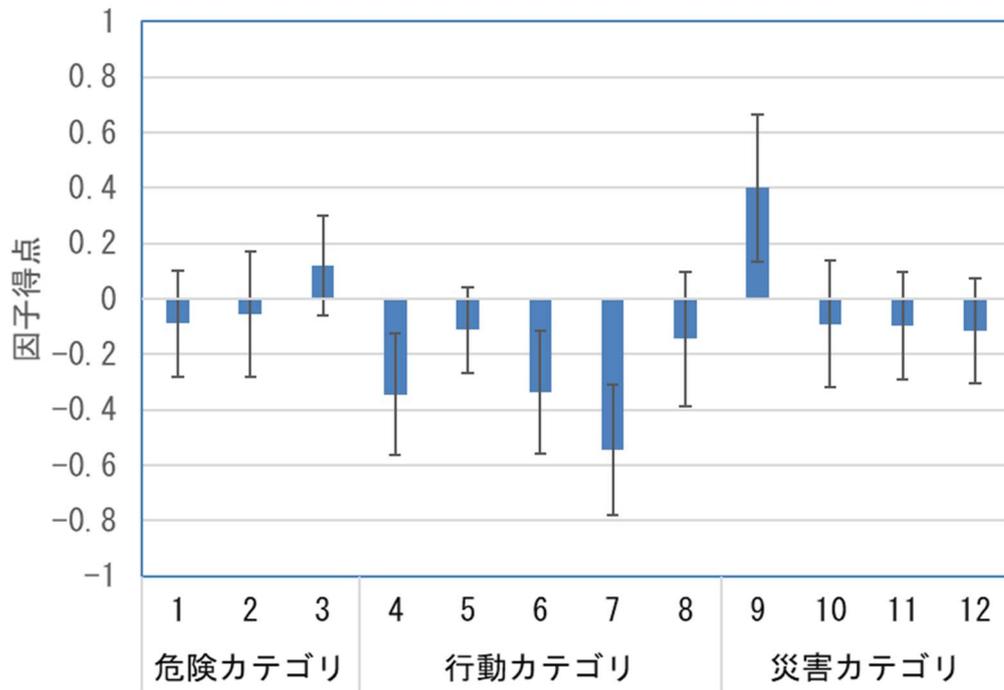


図 10 切迫性因子得点 (津波)

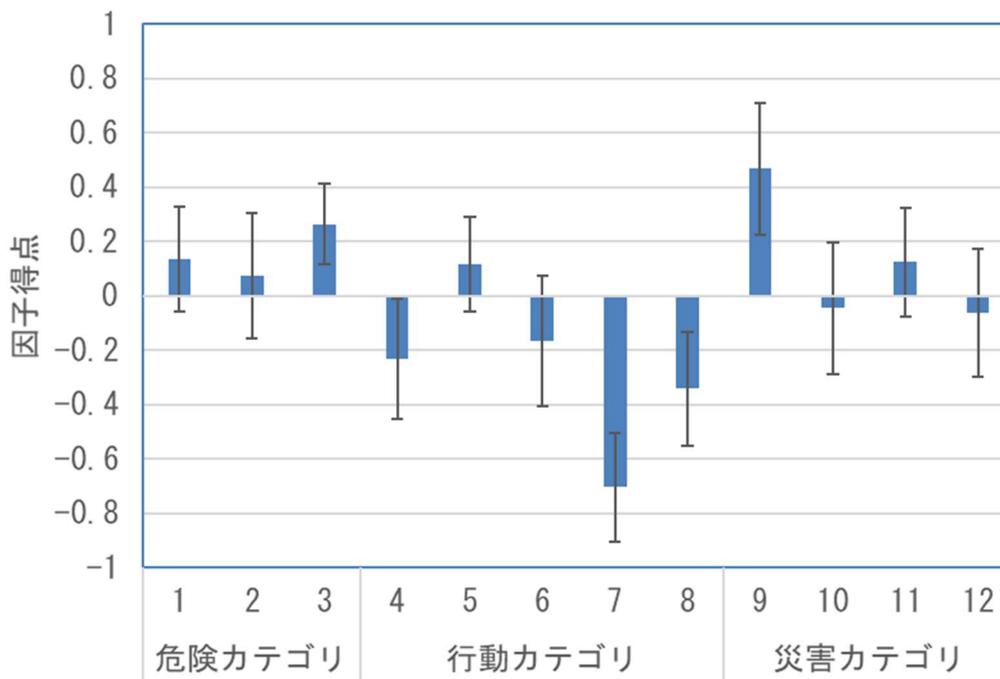


図 11 行動喚起因子得点 (津波)

危険カテゴリの背景画像を付加した場合は、津波や土砂災害警報音声の印象評価が全体的に低かった。特に土砂災害の場合には得点が負の値で低く、文字や記号による切迫感表現の限界を表した。今回使用した危険カテゴリの画像は、「この場所は危険だ」という場所への立ち入り禁止の意味合いを含んでおり、津波や土砂災害の場合のように、その事象・場面からいち早く離れる必要がある避難行動の喚起には役立たなかったと考えられる。一方、同じ背景画像であっても、地震警報の場合の印象評価は全体的に高い傾向が見られた。注意喚起を促す道路標識と似ていることから、身近なもので切迫感が感じられたと考えられる。

行動カテゴリの場合は、全体的に評価点が低く、津波・地震・土砂災害警報ともに避難勧告音声との相乗効果が認められなかった。特に、青信号の場合の評価点が赤信号より顕著に低かった。青信号は「進め」の意味合いを含んでおり、進んで避難行動を取るという避難意思促進の狙いで使用したが、今回の実験範囲内では、青信号から「安全・安心」、避難行動を取らなくても良いと認識してしまったと考えられる。一方、赤信号には「止まれ」のイメージを内含しており、これにより避難行動が阻止される可能性もあると考えたが、今回のように避難勧告音声に付加提示された場合は「危険」の意味合いで処理されたと考えられる。また、避難所という行動先を明示した自作画像の場合は、全体を通して得点が低い結果となった。イラストによる現実味と重みが薄い表現手法により、「危険」「緊急避難」といった切迫感が欠如した可能性があったのではないかと考えられる。

災害カテゴリの場合、切迫性因子および行動喚起因子ともに、音声内容と合致する背景画像を使用した場合の評価点が高かった。音声に対して視覚的に事象を示すことにより、安定して切迫感が強調されたのではないかと考えられる。即ち、適切な背景画像の付加によって危険な状況がダイレクトに伝わり、状況を想起しやすくなり、避難行動の喚起につながったと考えられる。今回の実験結果、画像や写真を使用した方が、文字や記号等イラストによる危険表現の場合より評価が高かった。これは、災害状況をダイレクトに伝えられる画像や写真の方がリアリティを持ち、危険状況を想起しやすく、音声と画像との相乗効果が得られやすくなったものと考えられる。

(6) まとめ

実験では、画像や写真を使用した方が文字や記号等イラストによる危険表現の場合より評価が高かった。これは、災害状況をダイレクトに伝えられる画像や写真の方がリアリティを持ち、危険状況を想起しやすく音声と画像との相乗効果が得られやすくなったものと考えられる。また、音声と背景音が一致するなど、特定の組み合わせ次第ではより高い効果の得られることが判明した。特に地震が発生する際に使用するアナウンス音声の場合は、組み合わせ次第で大きな相乗効果を得ることができた。土砂と津波関連音声の場合には、最適な組み合わせにより高い得点が得られたものの、地震の場合に比べるとそれほど高い効果は得られなかった。これらについては、今後条件を増やしてさらに検討を進めたい。

4. 背景動画とスライドショーの効果

(1) 実験刺激

音刺激は、3章において背景画像の付加効果があっさり出ている津波警報音を使用し、津波警報音のピッチを 1.25 倍、話速を 100 ms/mora に調整して使用した。以降この条件を「音刺激 high-fast」と称する。

背景画像は、津波警報と関連のあるイメージ図(図12の①)を使用した。背景動画は、東北地方整備局より二次使用の許可を頂いたもの(図12の②と③)を使用した。図12の②(以降、動画1)は災害直前の動画のキャプチャ画像であり、図12の③(以降、動画2)は災害直後の動画のキャプチャ画像である。

スライドショーは、災害発生前後のストーリー性を表す図12の④の順に並べたものを使用した。なお、すべての背景動画並びにスライドショーの再生は1回だけであり、津波警報音に合わせた7秒間提示した。

■ 静止画



■ 動画



■ スライドショー



図12 背景画像と背景動画, および, スライドショーの一例

(2) 実験手続き

実験条件は、音刺激ありと音刺激なしの2パターンを用意した。音刺激ありパターンは5条件(音刺激 high-fast のみ条件, 音刺激 high-fast+図12の4種類の背景情報)であり、音刺激なしパターンは4条件(図12の4種類の背景情報)であった。実験では、これら実験刺激9条件(表6参照)をランダム順に提示し、背景動画の付加効果に着目した印象評価実験を実施した。被験者には、机の前に実験用スマートフォン、アンケート回答用ノートパソコンを用意し、椅子に座るよう指示した。

表 6 実験刺激

種類	提示内容
音声あり	音声 high-fast 音声 high-fast + 背景画像(画像) 音声 high-fast + 動画1(出典:東北地方整備局) 音声 high-fast + 動画2(出典:東北地方整備局) 音声 high-fast + スライドショー
音声なし	画像 動画1 動画2 スライドショー



実験では、シェッフェーの一対比較法（浦の変法）[15]を用いて2種類ごとの実験刺激を体験させ、その都度どちらの実験条件がより切迫感と行動を喚起させるかを7段階で評価させた。また、避難音声を日常生活で聞かれる騒音として想定し、スマートフォンの音声を等価騒音レベル 60 dB になるように調整した。実験時間は1時間ほどで、休憩はそれぞれのアンケートを入力し終えたタイミングで任意でとってもらった。

(3) 実験結果

実験結果を図13と図14に示す。実験結果、切迫性と行動喚起ともに、「音声+動画2」の印象評価が最も高かった。即ち、災害直後の動画を背景として音声に付加した効果が最も高かった。

切迫性に関して、シェッフェーの一対比較法（浦の変法）を用いて分散分析を行った。その結果、「主効果」、「主効果×個人」、「組み合わせ効果」に有意差が見られた。また、実験刺激条件を被験者内要因として1要因の分散分析を行った結果、実験刺激条件の主効果に有意差が認められた ($F(8,56) = 15.548, p < 0.01$)。実験刺激条件の主効果における多重比較の結果 (Ryan's method)、背景画像と比較した時「背景動画2」、「音声 high-fast+画像」、「音声 high-fast+動画1」、「音声 high-fast+動画2」、「音声 high-fast+スライドショー」で有意差が見られた。

同じく、行動喚起に関しても分散分析を行った。その結果、「主効果」、「主効果×個人」、「組み合わせの主効果」に有意差が見られた。また、実験刺激条件を被験者内要因として1要因の分散分析を行った結果、実験刺激条件の主効果に有意差が認められた ($F(8,56) = 20.288, p < 0.01$)。実験刺激条件の主効果における多重比較の結果 (Ryan's method)、背景画像と比較した時「背景動画2」、「音声 high-fast+画像」、「音声 high-fast+動画1」、「音声 high-fast+動画2」、「音声 high-fast+スライドショー」で有意差が見られた。

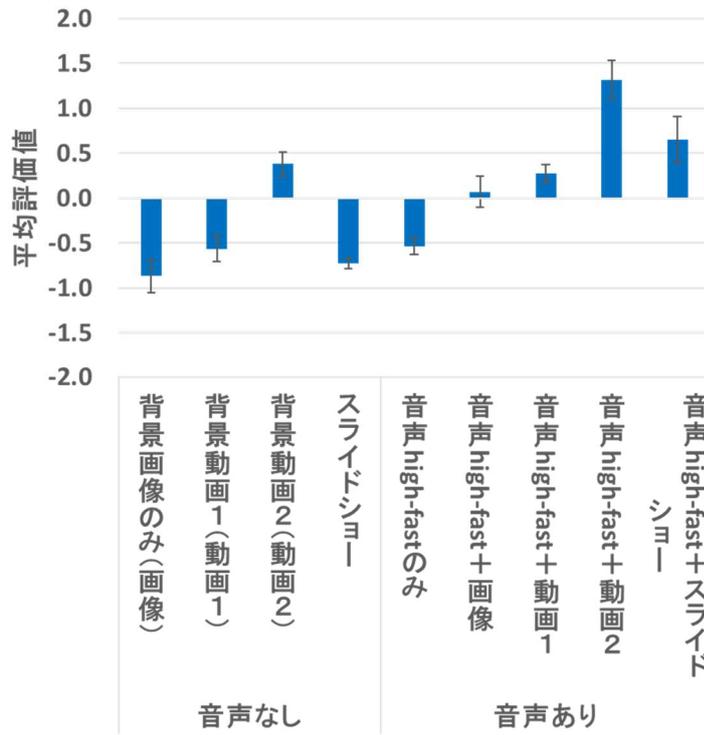


図 1 3 実験結果 (迫迫性)

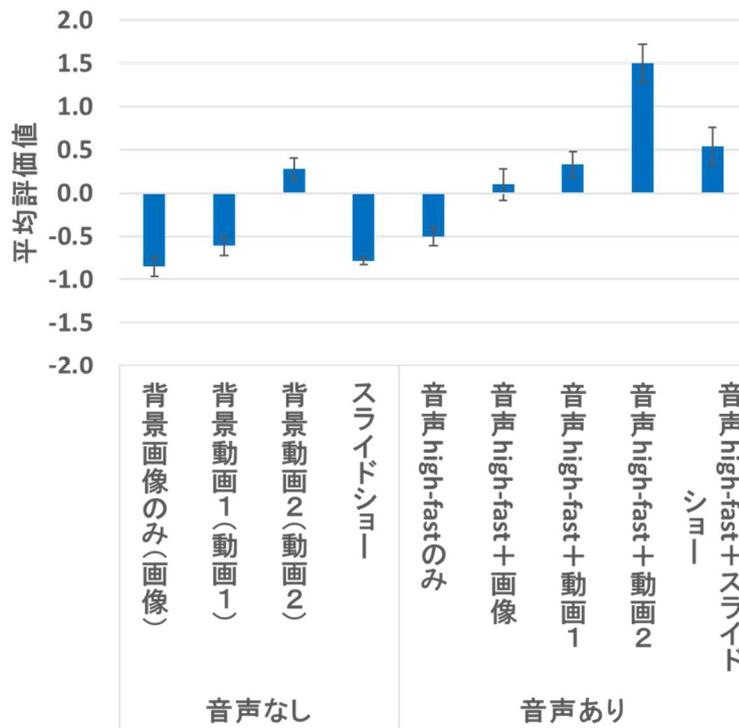


図 1 4 実験結果 (行動喚起)

(4) 考察

①切迫感について

音声 **high-fast** に動画 2 を付加した得点が高かった。背景動画の付加効果は、音声 **high-fast** に背景画像を付加した場合よりも高いことが分かる。災害直後の情景を提示しており、災害の脅威を再認識することができたため、切迫感の向上に繋がったと考えられる。しかし、音声 **high-fast** に動画 1 を付加した場合には得点が低かった。災害前の情景を提示したため、これから起こりうる災害のイメージが出来たとしても、切迫感が欠如され災害の脅威を知らせるには不十分であったと考えられる。

音声 **high-fast** にスライドショーを付加した場合は、上記の音声 **high-fast** に動画 2 を付加した場合程ではないが一定の切迫感を強調させることが現れた。災害の情景を部分的にでも表示したことが脅威を認識させる効果に繋がったと考えられる。特定の災害状況を強調し、スライドショーに災害のストーリー性があったことから、災害の全体図がイメージしやすくなったのではないかと考えられる。以上の事から、切迫感を強調させるためには、災害直後の背景動画の付加効果が最も有効であることが示唆される。

②行動喚起について

上記の切迫感の場合と同様に、動画 2 を付加した場合の得点が最も高かった。背景動画の付加効果は、音声 **high-fast** に背景画像を付加した場合よりも高い得点を得られていることが分かる。災害直後の動画を提示することによって、災害イメージをよりダイレクトに認識することができ、思わず逃げたくなるような状況を作り出せたと考えられる。

また、音声 **high-fast** にスライドショーを付加した場合の得点が比較的高かった。特定の被害情景を提示することにより避難意思が喚起されたのではないかと考えられる。例えば、人物、物体、被害風景等特定の場面を強調して提示することで、より切迫感と行動喚起を促すものと考えられる。共通の脅威であるモノに対して、無意識に行動喚起を促すということからナッジ理論による効果に起因するとも考えられる。例えば、近年の新型コロナウイルスのような脅威に対して、マスクの着用やソーシャルディスタンスを無意識におこなっていることもナッジ理論による効果の一例と言える。このようにナッジ理論を応用することにより、災害という脅威に対して、無意識に避難行動が喚起させられる避難警報に近づくのではないかと考えられる。

災害の一部しか表示していなかった静止画や災害前の動画は、起こりうる災害の被害イメージを認知しづらく災害状況を把握していたとしても脅威にはなり得なかった。災害直後の動画とストーリー性のあったスライドショーは印象評価が高く、よりダイレクトに現実味のある災害情景を提示することができていたため、災害状況をイメージしやすく行動喚起させらるものであったと考えられる。

以上の考察から、避難行動を無意識的に行わせるためには、行動経済学的なメッセージ介入が有効と考えられ、仮想的な災害状況を想定した上でメッセージによって避難意図を促す方法を検討する必要がある。

(5) まとめ

実験結果「音声+動画2」の切迫感および行動喚起の促進効果が最も高かった。これは、動画による災害直後の情景提示を行うことで災害の脅威を再認識させることができ、切迫感の強調に繋がったと考えられる。行動喚起の場合においても、音声に動画2を付加した場合の得点が高かった。災害イメージをよりダイレクトに認識させ、思わず逃げたくなるような状況を作り出せたと考えられる。

一方、スライドショーの付加効果は、切迫感と行動喚起共に2番目に評価が高かった。特定の災害状況を強調表示し、スライドショーの提示内容に災害のストーリー性を与えることで災害の全体図をイメージしやすくなったと考えられる。しかし、スライドショーによる情景提示は、個人によって脅威や避難意思の違いが生じやすく、標準偏差の幅が大きくなってしまった。そのため、スライドショーの付加提示を考える場合は、人物・物体・被害風景等の特定の場面を強調して提示する必要があると思われる。

以上の事から、積極的に動画による情報提示を優先させ、付加する情報量を考慮する必要がある場面ではスライドショーによる情報提示を取り入れる等、柔軟な対応が求められると考える。

5. ナッジ理論に基づく情報提示の効果

(1) 目的

行動経済学的なメッセージ介入が、無意識的な避難行動の促進に有効か否かを検証し、仮想的な災害状況を想定したメッセージの提示によって避難意図の形成がどのように変化するかを検討した。

(2) 実験条件

豪雨災害時の早期避難促進ナッジ理論[16]に関する先行研究[17]を参考にし、背景文字を表7のように「損失局面」、「利得局面」の2種類を作成した。損失局面は、避難しないことが後悔につながることを認知させるメッセージである。一方、利得局面は自らの避難行動が他人の避難行動を誘発するという外部性があることを認識させ、利他性に訴えかけるメッセージである。

表7 提示する文字内容

種類	提示内容
損失局面	まわりの人が避難しています！今動かないと遅れてしまいます。 後悔しない行動をとりましょう！
利得局面	あなたが避難することでまわりの人も避難したい気持ちになります！！

音声刺激を表8に示す。背景画像の付加効果があきらかにしていた津波警報を使用し、津波警報音のピッチを1.25倍、話速を100ms/moraに調整した（以降、音声 high-fast と称する）。背景動画は、第4章で最も平均評価値が高かった災害直後の映像を使用した。再生時間は、音声刺激に合わせた7秒である。なお、刺激はすべて同じタイミングで提示した。

表8 提示する音声刺激

種類	提示内容
背景文字なし	音声 high-fast 背景動画 音声 high-fast + 動画
背景文字あり	背景文字1(損失局面) 背景文字2(利得局面) 音声 high-fast + 損失局面 音声 high-fast + 利得局面 動画+損失局面 動画+利得局面 音声 high-fast + 動画+損失局面 音声 high-fast + 動画+利得局面

(3) 実験手続き

実験では、実験刺激11条件をランダム順に提示し、先行研究[17]を参考にし背景文字の付加効果に着目した印象評価実験を実施した。視聴覚刺激を印象評価シートにランダム順で指定しAndroidスマートフォンから11条件をそれぞれ再生可能なアプリを作成した。被験者には、机の前に実験用スマホ、アンケート用ノートパソコンを用意し、椅子に座るように指示した。実験刺激の提示画面の一例を図15に示す。

アンケートは、シェッフェーの一対比較法（浦の変法）を用いて2種類ごとの実験刺激を体験し、その都度どちらの実験条件がより切迫感、行動喚起させられるかを7段階で評価させた。また、避難音声を日常生活で聞かれる騒音として想定し、スマートフォンの音声を等価騒音レベル60dBになるように調整した。実験時間は1時間ほどで、休憩はそれぞれのアンケートを入力し終えたタイミングで任意にとってもらった。

被験者は、20～24歳の大学生8名であった。

(4) 実験結果

実験結果を図16と図17に示す。実験結果、切迫性感の場合、「損失局面+音声 high-fast+背景動画」の評価が最も高かった。行動喚起の場合においても切迫感の場合と同様に「損失局面+音声 high-fast+背景動画」の評価が高かった。



図 15 スマートフォンによる実験刺激の提示画面

切迫感について、シェッフェーの一対比較法（浦の変法）を用いて分散分析を行った。その結果、「主効果」、「主効果×個人」、「組み合わせ効果」、「順序効果」、「順序効果×個人」すべてに有意差が見られた。また、実験刺激条件を被験者内要因として1要因の分散分析を行った結果、実験刺激条件の主効果に有意差が認められた ($F(10,70)=18.156, p<0.01$)。実験刺激条件の主効果における多重比較の結果 (Ryan's method), 背景動画と比較した時、「動画 high-fast+動画」、「損失局面+音声 high-fast」、「損失局面+音声 high-fast+動画」、「損失局面+音声 high-fast+動画」で有意差が見られた。

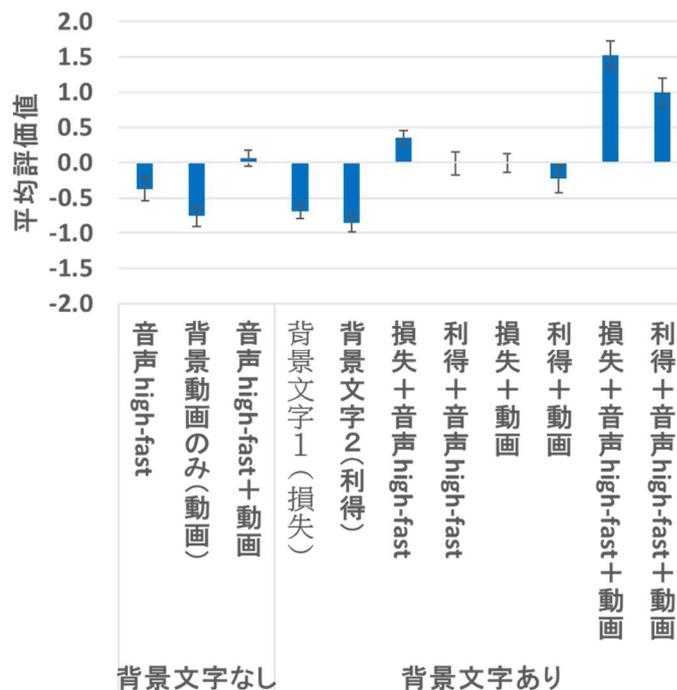


図 16 実験結果 (切迫感)

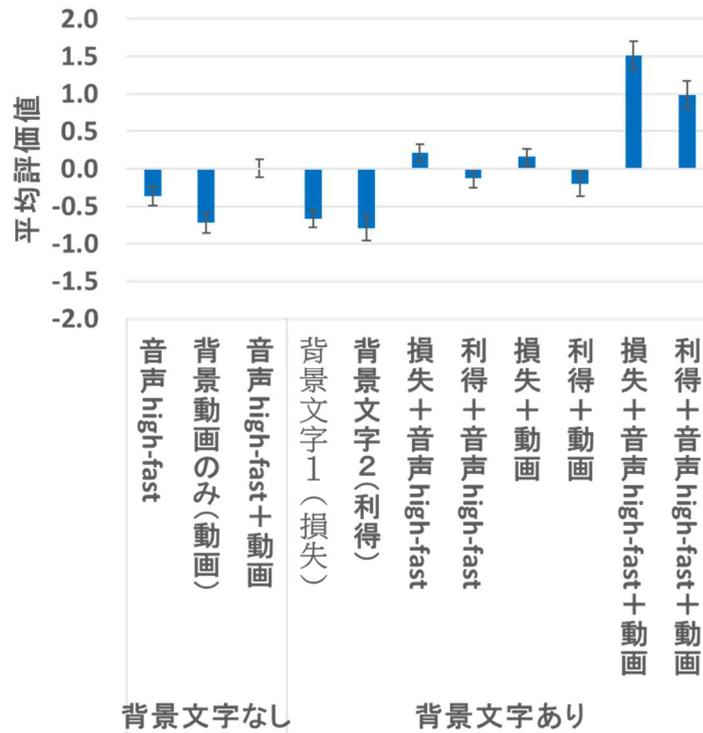


図 1 7 実験結果 (行動喚起)

行動喚起について、同じく分散分析を行った結果、「主効果」、「主効果×個人」、「組み合わせ効果」で有意差が見られた。実験刺激条件を被験者内要因として 1 要因の分散分析を行った結果、実験刺激条件の主効果に有意差が認められた ($F(10,70) = 19.805, p < 0.01$)。実験刺激条件の主効果における多重比較の結果(Ryan's method), 「音声 high-fast + 動画」と比較した時、「損失局面 + 音声 high-fast」、「損失局面 + 動画」、「損失局面 + 音声 high-fast + 動画」、「損失局面 + 音声 high-fast + 動画」で有意差が見られた。

(5) 考察

① 切迫感について

実験結果「損失局面 + 音声 high-fast + 背景動画」の評価が高かった。また、背景文字 1 の提示は損失局面を持っており、背景文字 2 の利得局面より印象評価が高かった。これは、「損をしたくない」というごくごく自然な気持ちが、無意識に行動や選択に影響を与えるプロスペクト理論[18]が働いたのではないかと考えられる。プロスペクト理論は、自分の選択の結果に得る利益や損失、確率が既知の状況において、人がどのような意思決定を行うかをモデル化したものである。そして利得局面との差が生まれたのは、「得を求めるよりも損を避ける」という人間の心理傾向の損失回避性があると考えられる。

② 行動喚起について

切迫感の場合と同様に「損失 + 音声 high-fast + 背景動画」の評価が高かった。これは災

害直後の動画と背景文字を同時に提示することによって、災害イメージをよりダイレクトに認識することができ、思わず逃げたくなるような状況を作り出せたと考えられる。人々の利他性を刺激し、責任感をもたせるメッセージを用いることが現実的だと考えられる。ナッジメッセージは、金銭的なインセンティブを用いないで心理的なインセンティブを用いている。その際、大きな心理的コストをかけるものはナッジとしては望ましくなく、比較的小さな心理的インセンティブで人々の行動変容を促すものが望ましいと言える。その点から利得局面の実験刺激は、ナッジ理論の効果としては適性であると判断できる。同じ内容であっても、プラスの面を見せるのかマイナスの面を見せるのかで大きく印象が変わると考えられる。このように印象を少しずらすことで得られる効果（フレーミング効果）[18]を言葉に加えることで、より無意識化に印象操作が行えるようになると考えられる。

また、ナッジメッセージは金銭的なインセンティブを用いないで心理的なインセンティブを用いている。その際、大きな心理的コストをかけるものはナッジとしては望ましくなく、比較的小さな心理的インセンティブで人々の行動変容を促すものが望ましいと言える。今回は、背景文字に着目しナッジ理論の応用を考えたが、前述の実験結果からストーリー性のあったスライドショーの印象評価が高く、よりダイレクトに現実味のある災害情景を提示することができていたため、スライドショーとの関係性も検討すべきと考えている。

(6) まとめ

切迫感の場合は「損失局面+音声 high-fast+背景動画」の評価が高かった。これから、背景文字による情報提示は、利得局面より損失局面を強調する内容で情報を構成する必要が示唆される。その理由としては、「損をしたくない」という自然な気持ちが無意識的に行動や選択に影響を与えた事を意味する。即ち、「得を求めるよりも損を避ける」という人間の心理傾向の損失回避性が影響するものと考えられる。

行動喚起の場合は切迫感の場合と同様に、「損失局面+音声 high-fast+背景動画」の評価が高かった。災害直後の動画と背景文字を同時に提示することによって、災害イメージをよりダイレクトに認識することができ、思わず逃げたくなるような状況を作り出せたと考えられる。即ち、人々の利他性を刺激し、責任感を持たせるメッセージを用いることが有効と考えられる。

6. 結論と今後の展開

本研究では、第2章では、緊急避難音声に異なる意味合いを持つ背景音を付加した場合の効果について、第3章では、様々な背景画像を付加した場合の効果について、第4章では背景動画とスライドショーの付加効果について、第5章ではナッジ理論に基づく情報提示の付加効果について比較・検討した。その結果を以下にまとめる。

(1) 背景音の付加効果

背景音や背景画像が持つイメージと提示音声の内容が合致する場合に、切迫感の相乗効

果が得られる。

(2) 背景画像の付加効果

背景画像単体の付加効果は背景音を使用する場合より小さい。ただし、画像や写真を使用した方が文字や記号等イラストによる危険表現の場合より評価が高かった。

(3) 背景動画とスライドショーの効果

動画による災害直後の情景を付加提示した場合の効果が最も高い。スライドショーの付加効果は限定的である。ただし、付加する情報量を考慮する必要がある場面ではスライドショーによる情報提示も有効な手段である。

(4) ナッジ理論に基づく情報提示の効果

提示する背景文字は損失局面を意識して構成する必要がある。避難行動の喚起には「得を求めるより損を避けたい」という人間の心理傾向である「損失回避性」が影響するためと考えられる。また、背景文字に加えて、背景動画を同時に付加した場合の効果が最も高く、災害情報をダイレクトに伝えて切迫感を強調しつつ、損をしたくないという「損失回避性」を強調させた方が迅速な避難行動に繋がると考える。

本研究で行った一連の検証や分析結果が、屋外拡声装置による情報提供のみならず、テレビやスマートフォンを含む様々な情報機器による避難情報提示においても、住民達の情報伝達と迅速な避難行動に貢献できることを願っている。

【参考文献】

- [1] 産経ニュース, <https://www.sankei.com/west/news/180719/wst1807190107-n1.html>
- [2] NHK NEWS WEB, <https://www3.nhk.or.jp/news/html/20180823/k10011587431000.html>
- [3] 井上裕之, “命令調を使った津波警報の呼びかけ”, 放送研究と調査, NHK 出版, 2012.
- [4] NHK スペシャル, <http://www6.nhk.or.jp/special/detail/index.html?aid=20130303>
- [5] 現代ビジネス, <https://gendai.ismedia.jp/articles/-/57510>
- [6] 気象庁, <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/tokubetsu-keiho/>
- [7] 赤木正人, 鶴木祐史, 久保理恵子, 小林まおり, “雑音残響環境での避難誘導音声呈示”, 信学技報, EA2018-50, 2018.
- [8] 大竹文雄, 坂田桐子, 松尾佑太, “豪雨災害時の早期避難促進ナッジ”, 行動経済学, Vol.13, pp.71-93, 2020.
- [9] 大分県臼杵市ホームページ: “防災・災害情報”, <http://www.city.usuki.oita.jp/bousai.html>
- [10] 崔正烈, 増見洋治, 岩谷幸雄, 勝本道哲, 坂本修一, 鈴木陽一, “長距離伝搬に頑健な津波警報候補音の作成”, 日本感性工学会論文誌, Vol.13, No.3, pp.459-469, 2014.

- [11] <http://www.ais.riec.tohoku.ac.jp/tsunami/index-j.html>
- [12] 鈴木陽一, “マルチモーダル情報処理の時代と音響技術”, Panasonic Technical zjournal, Vol.54, No.4, pp.37-42, 2009.
- [13] 株式会社 JVC ケンウッド・公共産業システム, <https://jkpi.jvckenwood.com/>
- [14] 千葉県流山市広報文例 20170203, <https://www.city.nagareyama.chiba.jp/res/pr>
- [15] 高木英行, “使える！統計検定・機械学習Ⅲ ー主観評価実験のための有意差検定”, システム制御学会誌, Vol.58, No.12, pp.514-520, 2014.
- [16] 医療法人社団平成医会, 2021.01.11, 身近なところに使われているナッジ理論 (アクセス日, 2021 年 10 月頃), <https://heisei-ikai.or.jp/column/nudge-theory/>
- [17] 大竹文雄, 坂田桐子, 松尾佑太, “豪雨災害時の早期避難促進ナッジ”, 行動経済学, Vol.13, pp.71-93, 2020.
- [18] 損をするのが怖い人必読！「プロスペクト理論」を徹底解説, 2020.11.26 (アクセス日, 2021 年 1 月頃), <https://service.plan-b.co.jp/blog/marketing/11273/>