

背景画像の付加による避難喚起音声の印象変化

Changes in the impression of urgency-inducing speech due to added background image

山高 正烈* 坂本 修一† 鈴木 陽一† 邑本 俊亮‡
Masahiro Yamataka Shuichi Sakamoto Yôiti Suzuki Toshiaki Muramoto

1. はじめに

災害時におけるテレビやラジオ，屋外拡声放送等による緊急避難勧告アナウンスに対して，住民が迅速な避難行動を起こさないため被害が拡大するといった問題が浮き彫りになっている。例えば，東日本大震災直後のビッグデータによる人々の動線解析によると，実際に津波を目撃してから避難行動を取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[1]。2018年の西日本豪雨でも，地域防災行政無線放送を含む各種情報伝達媒体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[2]。これには，「事態の切迫度を認識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]）が一要因として考えられている。

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，気象庁による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「特別警報」が新たに設けられたり，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[4]。避難の呼びかけ音声の話す内容や話し方に着目した先行研究[5][6]では，話速やピッチを適切に操作することにより緊迫感が上昇すること，また，危険性が高いと認知した場合には避難意思が喚起されやすいことが示唆された。しかし，「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，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。

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迅速な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。我々の先行研究[7][8]では，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イメージ音の付加効果に着目し，様々な意味合いを持つ背景音の提示が避難喚起音声の印象変化に及ぼす影響を調べた。その結果，背景音を付加することにより音声の持つ切迫感が変化し得ること，また，背景音の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しまい，背景音の付加により狙った安定した効果が得られない可能性が生じた。

我々人間は，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行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極めて大きい[9]。音と映像の相互作用に関する先行研究[10]によると，効果音や環境音，音楽等は映像表現の演出効果を高めるだけでなく，リアリティの向上にも役立つことが明らか

かとなった。一方，腹話術効果[11]や McGruk 効果[12]のように，視覚刺激の提示が聴覚空間知覚に影響を及ぼすことは周知のことである。本研究では，差し迫った状況を正しくダイレクトに提示する方法として，背景画像の使用を考えた。即ち，背景画像の提示により，誰もが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思った。そこで，津波，地震，土砂災害警報といった3つの緊急避難音声に，それぞれ異なる意味合いを持つ12枚の背景画像を組み合わせる印象評価実験を実施し，背景画像を付加した場合の視聴覚融合の効果を検討した。

2. 実験内容

2.1 被験者

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18名（そのうち1名は女子）であった。

2.2 実験環境

実験刺激の提示には Android スマートフォン（UMIDIGI, A3S）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った。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，それを用いて実験を行った。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 dBA）。

2.3 実験刺激

実験で使用した音声の内容を表 1 に示す。津波警報は先行研究と同様のものを用い[7][8][13]，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音声を組み合わせ使用した[14]。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[15]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。

表 1 音声内容

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。
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。
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。

* 愛知工科大学 Aichi University of Technology

† 東北大学電気通信研究所 RIEC, Tohoku University

‡ 東北大学災害科学国際研究所 IRIDeS, Tohoku University



図 1 背景画像

背景画像の詳細を図 1 に示す。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ドクロ等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。例えば、赤信号⑥と青信号⑦はそれぞれ「止まれ」と「進め」を意味する一方、赤は「危険」青は「安全」というイメージも内含しており、音声と組み合わせた場合にどちらの意味で捉えられるかを比較するために用意した。また、避難場所を明示した場合の効果を見るために、避難所へ駆け込もうと足を伸ばしている自作イラストを用意した (図 1 の⑧)。災害カテゴリは、図 1 の津波⑨、土砂災害⑩、地震⑪と⑫のように、実際の災害場面の画像を使用した。

2.4 実験手続き

実験は SD (Semantic Differential) 法を使用し、表 2 に示す 34 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、先行研究[7][8][16][17]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) = 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を 4 種類用意し、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たれたかを評価するように求めた。

3. 実験結果

表 2 に示す 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「美的因子」、第 4 因子は「動揺因子」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%以上を基準に決めた。

表 2 印象評価に用いた形容詞対

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

表 3 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	0.76	0.05	0.22	0.12
	思わず逃げたくなる	0.74	0.08	-0.16	-0.17
	眠くなる	-0.72	0.10	0.04	-0.09
	目立つ	0.67	0.00	-0.01	0.08
	緊張した	0.65	0.00	-0.24	0.00
	焦りを感じる	0.63	0.00	-0.32	-0.01
	身の危険を感じる	0.63	0.22	-0.07	-0.16
	鋭い	0.58	-0.16	0.06	0.24
	臨場感がある	0.56	0.36	0.30	-0.05
	本物らしい感じがある	0.54	0.45	0.45	-0.01
	動的な	0.50	0.18	0.09	-0.06
行動喚起因子	音量感のある	0.50	-0.11	0.04	0.35
	気が楽になる	-0.48	-0.06	0.35	0.02
	注意を引く	-0.41	0.13	-0.17	0.08
	緊迫感がある	-0.09	0.87	0.02	0.15
	リアリティのある	0.09	0.85	0.24	-0.03
	差し迫った感じがする	-0.06	0.83	0.06	0.13
美的因子	自分に関係ある	0.09	0.60	-0.14	-0.07
	気になる	0.07	0.59	-0.27	-0.12
	動きたくなる	-0.07	0.56	-0.45	0.10
	危険な	0.14	0.54	-0.20	-0.04
	重い	0.01	0.39	-0.25	0.09
	あたたかい	-0.10	0.05	0.69	0.05
	落ち着く	0.04	0.03	0.58	-0.21
	金属性の	-0.18	-0.16	-0.57	-0.10
	安心する	-0.02	-0.34	0.56	-0.07
	柔らかい	-0.25	0.01	0.52	-0.01
動揺因子	快い	-0.01	-0.10	0.47	-0.01
	明るい	0.14	0.04	0.45	-0.04
	この場にいたい	-0.23	-0.02	0.34	0.10
	落ち着いた	-0.05	0.08	0.20	-0.70
	必死な	-0.12	0.30	0.14	0.65
寄与率 (%)	騒々しい	0.47	-0.21	0.01	0.56
	慌ただしい	-0.03	0.28	-0.06	0.55
寄与率 (%)		29.38	17.32	16.23	4.60

表 3 に、抽出された各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 3 因子間の相関を算出したところ、行動喚起因子とは 0.66 と強い正の相関が認められた。切迫感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、動揺因子および美的因子との相関係数は、0.37 と -0.38 であった。

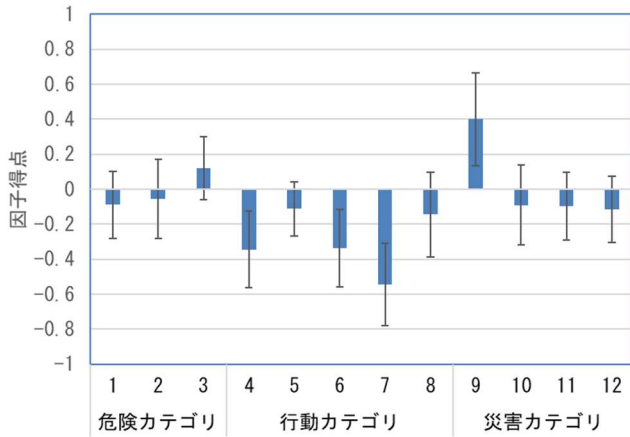


図2 切迫性因子得点 (津波)

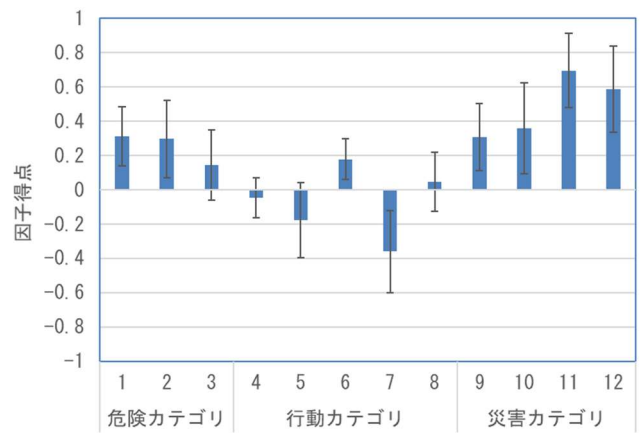


図3 切迫性因子得点 (地震)

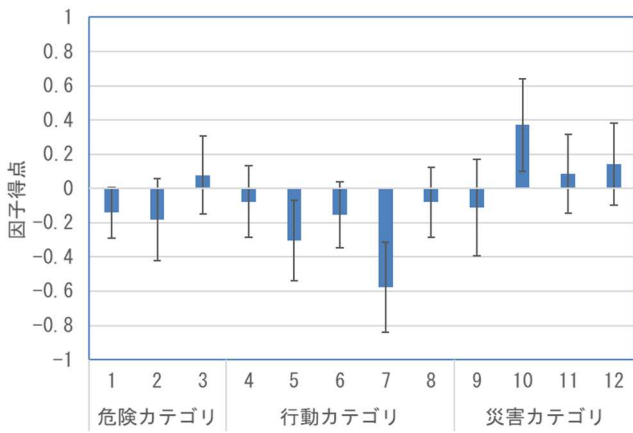


図4 切迫性因子得点 (土砂災害)

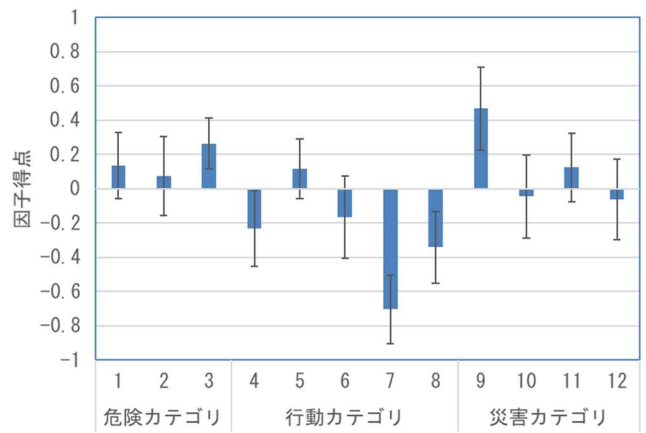


図5 行動喚起因子得点 (津波)

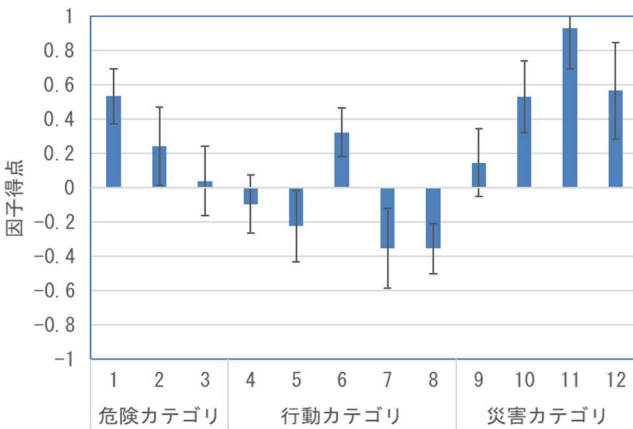


図6 行動喚起因子得点 (地震)

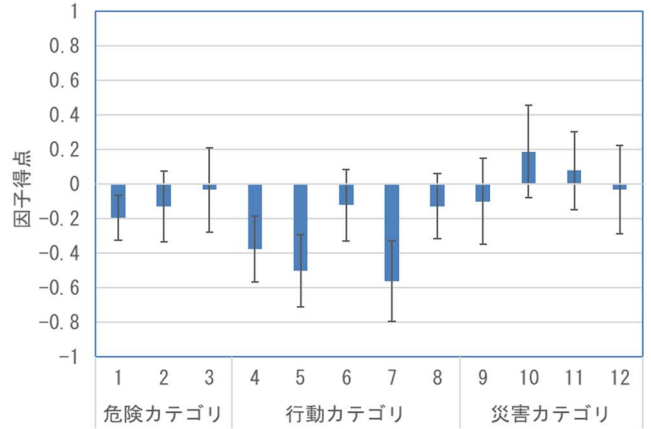


図7 行動喚起因子得点 (土砂災害)

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2～4に、津波・地震・土砂災害の順に切迫性因子の得点を、図5～7に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、津波警報の場合は画像⑨(図2と5)、地震の場合は画像⑪⑫(図3と6)、土砂災害の場合は画像⑩(図4と7)のように、各音声内容と合致する背景画像を使用する場合の因子得点が高いことが見て取れる。

切迫性因子に関して、音声と画像条件を被験者内要因として2要因の分散分析を行った。その結果、画像の主効果に有意差が認められた($F(11, 187) = 3.07, p < .001$)。画像条件の主効果における多重比較の結果(Ryan's method)、津波画像⑨の得点が青信号⑦の場合より有意に高かった。同様に、行動喚起因子について2要因の分散分析を行った結果、音声の主効果($F(2, 34) = 4.46, p < .05$)、画像条件の主効果($F(11, 187) = 4.61, p < .001$)、音声と画像の交互作用($F(22, 374) = 1.77, p < .05$)に有意差が認められた。

行動喚起因子について、音声×画像条件の交互作用における単純主効果、および多重比較(Ryan's method)の結果、以下のことが分かった。津波避難勧告音声の場合は、津波事象と関連のある画像⑨(図5)、土砂災害警報音声の場合は、土砂災害と関連がある画像⑩(図7)の場合が、他の危険カテゴリや行動カテゴリの場合より得点が有意に高かった。地震警報音声の場合は、地震災害画像⑪⑫以外にも、地震と関連が深い意味合いを持つ土砂災害画像⑩の得点が、他のカテゴリの場合より有意に高かった。

4. 考察

印象評価実験の結果、先行研究[7][8]で使用した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の喚起の相乗効果が得られやすくなる可能性が示唆された。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顕著に表れた。以下、3つのカテゴリ別に考察を行う。

危険カテゴリ(図1の画像①～③)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。特に土砂災害警報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」というある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。地震の場合は、慌てて避難行動を取るのではなく、むしろ揺れが収まるまで落ち着いて行動する必要があることと関連すると考えられる。

行動カテゴリ(図2の画像④～⑧)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⑦の場合の評価点が赤信号⑥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だと考えられる。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⑧の場合は、全体を通して得点が低い結果となった。その理由の一つとして、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」という切迫感の強調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(図2の⑨～⑫)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。これらイラストと画像・写真による表現効果の違いについては、今後更に検討を進める必要がある。また、津波と土砂災害音声の場合は、地震警報の場合と比べて得点が若干低い傾向があった。その理由としては、東日本大震災を含め近年頻発する地震活動への学習効果が考えられるが、詳細については今後更なる検討を進めたい。

5. おわりに

本研究では、印象評価実験を実施し、緊急避難音声に異なる意味合いを持つ背景画像を付加した場合の効果を検討した。その結果、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ことが示唆された。今回は特定の単一画像を使用して検討したが、今後は複数の情景の組み合わせや動画等を用いて同様の実験を実施し、「思わず動きたくなる」情報提示のあり方や仕組みを解明していきたいと考えている。

謝辞

本研究の一部は、令和3年度東三河地域防災協議会助成金の補助を受けた。

参考文献

- [1] NHK スペシャル, <http://www6.nhk.or.jp/special/detail/index.html?aid=20130303>
- [2] 現代ビジネス, <https://gendai.ismedia.jp/articles/-/57510>
- [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] 気象庁, <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/tokubetsu-keiho/>
- [5] 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.
- [6] 小林まおり, 赤木正人, “避難呼びかけ音声の心理的評価”, 日本音響学会誌, Vol.74, No.12, pp.633-640, 2018.
- [7] 山高正烈, 渋谷壮, 坂本修一, 鈴木陽一, 邑本俊亮, “背景音の付加による避難喚起音声の印象変化”, 信学技報, EA2019-5, Vol.119, No.115, pp.17-22, 2019.
- [8] 山高正烈, 渋谷壮, 坂本修一, 鈴木陽一, 邑本俊亮, “防災教育映像による学習が避難喚起音声の印象変化に与える影響”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.119, No.348, pp.41-46, 2019.
- [9] 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 zjornal, Vol.54, No.4, pp.37-42, 2009.
- [10] 岩宮眞一郎, “映像メディアに活かす((音))のチカラ”, 日本音響学会誌, Vol.75, No.10, pp.590-597, 2019.
- [11] Slutsky, D. A. and Recanzone, G. H., “Temporal and spatial dependency of the ventriloquism effect”, Neuroreport, Vol.12, pp.7-10, 2001.
- [12] McGurk, H. and MacDonald, J., “Hearing lips and seeing voices”, Nature, Vol.264, pp.746-748, 1976.
- [13] 大分県白杵市ホームページ, “防災・災害情報”, <http://www.city.y.usuki.oita.jp/bousai.html>
- [14] 株式会社 JVC ケンウッド・公共産業システム, <https://jkpi.jvckenwood.com/>
- [15] 千葉県流山市広報文例 20170203, <https://www.city.nagareyama.chiba.jp/res/projects/defaultproject/page/001/007/414/kouhouhun.pdf>
- [16] 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.
- [17] <http://www.ais.riec.tohoku.ac.jp/tsunami/index-j.html>