

緊急時に遠くまで届きやすい言葉の探求

概要

本研究では、緊急時に遠くまで届く言葉を知るために「音の距離減衰」と「音の聞こえやすさ」に着目し分析・調査を行なった。その結果、「助けて！」や「早く！」よりも「誰か！」や「火事だ！」などの「か」が含まれる言葉が遠くまで伝わりやすいことがわかった。

1. 背景・目的

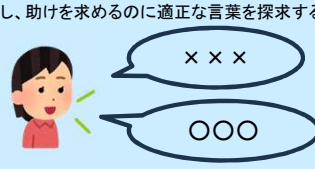
防犯ベルなどを持っていない状態で危険な場面に遭遇した時は大声で助けを求めることが大事。そのときに発する言葉は、できるだけ遠くまで届き周りの人に聞こえやすい言葉であることが望ましい。



そこで、本研究では

- ・音の伝わり方
- ・声の聞こえ方

に関する様々な実験を通じて、どのような言葉が遠くまで伝わるのか、そして人に聞こえやすいのかを調査し、助けを求めるのに適正な言葉を探求する。



2. 遠くまで届く言葉とは？

遠くまで良く聞こえる言葉に必要な特徴を分析するため、以下の2つの特性を把握する。

1. 音の伝わり方(距離減衰)について

音は距離によって、伝わりやすさが変化する。図1に音の距離減衰の様子を示す。図から「距離が倍になるごとに音圧レベルは6dBずつ低減する」傾向があることがわかる。ただし、地面や木々などの障害物の影響でこの理論値以上に減衰する場合がある。



図1 距離減衰特性(理論値)

2. 聞こえやすい言葉について

人間の聴覚は、高い音と低い音で音の感じ方が異なるため、実際に人がどのように聞こえているのかを考える必要がある。

そこで、図2に示す人間の耳の特性を考慮した補正値である「A特性」を用いて分析を行うこととした。図から、1000Hz付近(赤)の音は100Hz付近(青)の音よりも人間にとって聞き取りやすいことがわかる。



図2 A補正

本研究では様々な言葉を対象に、遠くにいる人まで良く聞こえるかどうかを、以上の指標を用いて把握していく。

3. 実験①(距離減衰)

音の距離減衰を把握するため、緑地帯における音の大きさを複数箇所で計測し、その音の変化を比較する。実験では図3のようにスピーカーからピンクノイズを発生させ、各計測地点でマイクを地面からの高さ1.5mの位置に設置し、3回ずつ計測する。
※ピンクノイズ:高周波ほど、音の大きさが小さくなる音(例:強い雨や滝の音)

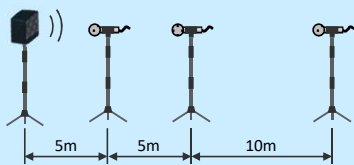


図3 マイクの位置



図4 計測の様子

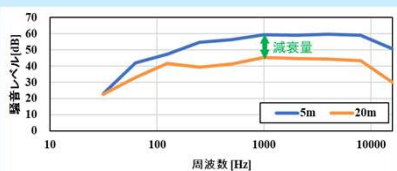


図5 緑地帯における音の距離減衰量



図6 周波数ごとの距離減衰

4. 実験②(聞こえやすい言葉)

ここでは聞こえやすい言葉を把握するため、様々な言葉を収録し、言葉による聞こえやすさの違いを比較する。表に示すように10名のアンケート調査結果から、緊急時に発する可能性がある言葉11語を選定した。次に、対象とした11語を6名(男性2名、女性4名)が各々発声し、その音を収録した。最後に、録音したそれぞれの言葉に対して周波数分析を行った。一例として、Aさんの「助けて」という言葉の周波数分析結果を図8に示す。図では音圧レベル(青)とその音に聴覚特性(A補正)を考慮した、騒音レベル(橙)を比較した。その結果、聴覚特性としては低周波帯が聞こえにくく、高周波帯が聞こえやすいことがわかった。

選定した言葉	
大変	助けて
早く	誰か
痛い	お母さん
危ない	お父さん
来て	火事だ
おーい	



図7 録音の様子

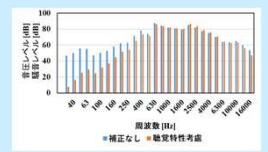


図8 言葉の周波数分析結果

5. 実験③(遠くまで聞こえやすい言葉)

最後に遠くまで聞こえやすい言葉を把握するため、図9の算出過程のように5mから20mまで、即ち15m離れた地点での言葉の周波数特性を実験①の距離減衰と聴覚特性を考慮して求めた。図10では、5m位置での音圧レベル(青)と同位置で聴覚特性を考慮した騒音レベル(橙)、さらに緑地帯での15m離れた場合の距離減衰を考慮した騒音レベル(灰)を比較した。その上で全体の音の大きさ変化の傾向を把握するために各周波数の音を加算して15m離れた地点での音の大きさ($L_{A,15m}$)を求めた。この値と元々の音のエネルギー合計(図8の補正なしのエネルギー合計)($L_{E,0m}$)との差を本研究では言葉が伝達した際の聴覚的な減衰量($D_{e,h}$)として定義した($D_{e,h} = L_{E,0m} - L_{A,15m}$)。この値を各言葉ごとに算出し、発話者平均を求めた。その結果を図11に示す。なお、 $D_{e,h}$ は値が小さい方が効率よく遠くまで聞こえる言葉ということになる。

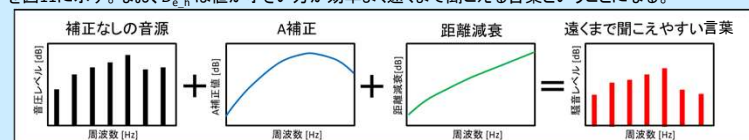


図9 遠くまで聞こえやすい言葉の算出方法

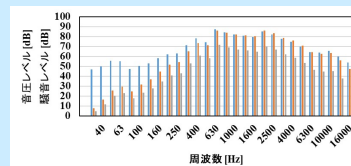


図10 周波数分析結果



図11 各言葉の減衰量

この結果、「誰か」、「火事だ」などは $D_{e,h}$ が小さく、遠くまで聞こえやすい言葉であることがわかった。さらにこの特徴は性別や個人差も少なく普遍的な特徴である傾向も見られた。

まとめと考察

様々な実験の結果、危険な場面では「火事だ!」「誰か!」など「か」を含む音が遠くまで聞こえやすいことがわかった。危険な状況で人を呼ぶ際には大きな声で「誰か——!」と叫んでください!