

メガホンの形状や材質による音の届き方

2年3組 山下佳剛 2年3組 酒井 壘 2年4組 南里 漣

指導者 大久 憲一

1 課題設定の理由

内閣府の地震本部によると、30年以内に70%~80%の確率で南海トラフ巨大地震が発生するといわれている。災害時には四国全域での電力供給が約90%低下すると想定されており、スマートフォンなどの電子機器の使用は困難である。そのような状況下で、正しい情報を伝えるためには電力を必要としないメガホンを使用するのが良いと私たちは考えた。またメガホンは携帯性が重要で、特に災害時やアウトドアでの使用を想定すると軽量で持ち運びが容易なことが求められる。しかし、軽量化を追求すると耐久性や音響性能が損なわれる場合がある。このトレードオフを克服するために、材質の選定や形状の工夫を行うことで、軽量かつ頑丈で高性能なメガホンの設計を目指そうと考えた。廃棄時に環境への負荷を減らすことができる適切な形状と材質の組み合わせを見つけることで、より遠くに声を届かせるメガホンの条件について研究し、どの形状、材質がより音を遠くに飛ばすことができ、災害時に役立てることができるのかを研究テーマとした。また、選定の際の基準には廃棄時における環境への負荷を加えることとした。

2 仮説

(1) 長さの変化による音の届き方

- ア 長いメガホンは音が指向性を持ちやすいが、内側での音の反射によるエネルギー損失が発生する可能性があるのではないかな。
- イ 短いメガホンはエネルギー損失が少ないが、広い範囲に音が拡散する可能性があるのではないかな。

(2) 材質の変化による音の届き方

- ア プラスチックや金属のような固い材質では、音をよく反射するため、声がより遠くまで届き、内部の音のエネルギー損失が少ないのではないかな。
- イ ゴムや布のような柔らかい材質では音を吸収する性質が強いため、エネルギーが減衰し音が届く距離が短くなるのではないかな。
- ウ 薄い材質では振動しやすく、音漏れが発生しやすいが、厚い材質では音をより集中して遠くまで伝える可能性が高いのではないかな。

3 研究の方法

吹き込み口からメガホンの開口部までの長さがそれぞれ 12cm、19cm、26cm、31cm の4つのメガホンを用意した (図1)。また、形状を揃え、材質が工作用紙、アルミシート、プラスチックシート、フェルトの4つを用意した (図2)。



図1 仮説(1)で使用したメガホン
左から1、2、3、4



図2 仮説(2)で使用したメガホン
左から工作用紙、アルミシート、
プラスチックシート、フェルト

図3のように測定器を設置し、音源から振動数 440Hz の標準音を出力し、音の最大値を定した。

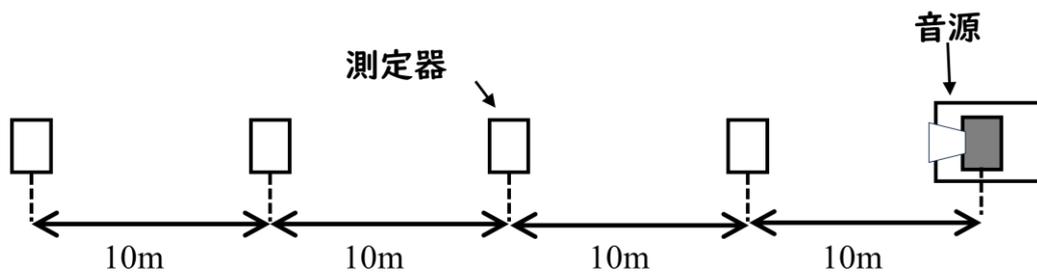


図3 測定装置



図4 音源設置図

4 結果と考察

(1) 実験結果 1

図5において、31cmの最も長いメガホンが音を最も遠くまで届かせることができ、20m、30mでは他の3つと比較したとき、かなり音が大きくなっている。また、19cm 26cmの長さのものは20mと30mでは一度音の大きさが下がっているが、40mでは距離が離れているにもかかわらず、音が大きくなっている。12cmの最も短いメガホンはどの距離においても最も低い数値になっている。

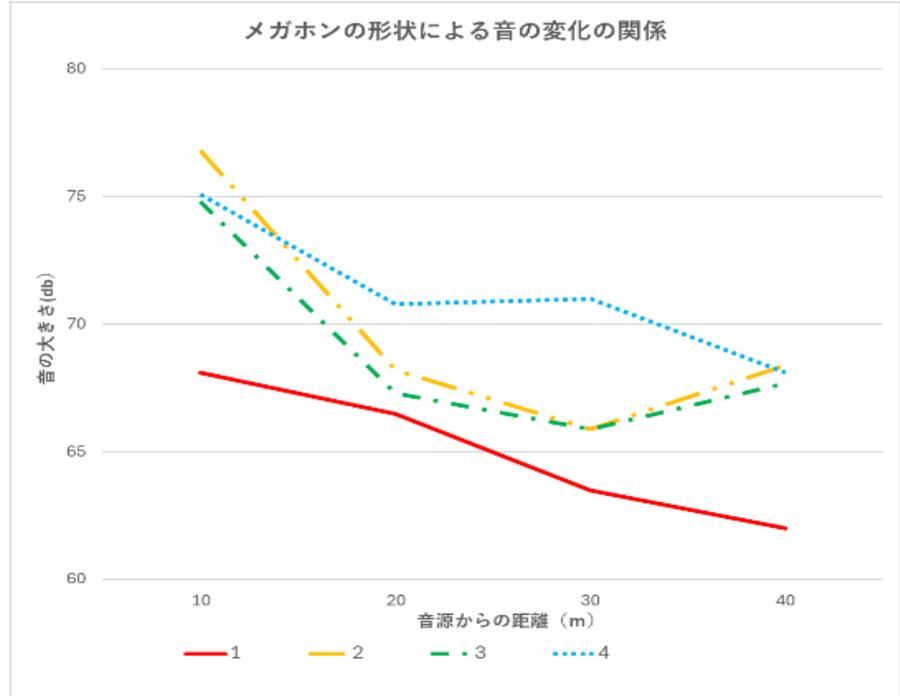


図5 形状の違いによる音の届き方の変化

(2) 実験結果 2

図6において、フェルトは距離が離れるにつれて、音の大きさが小さくなっているが、工作用紙、アルミシート、プラスチックシートの3つでは20mの地点で音が小さくなっている。10m、20mではフェルトが最も音が大きくなっているが、30mの地点では他の3つのメガホンのほうが音が大きくなっている。また、40mでは工作用紙は音が再び大きくなっている。

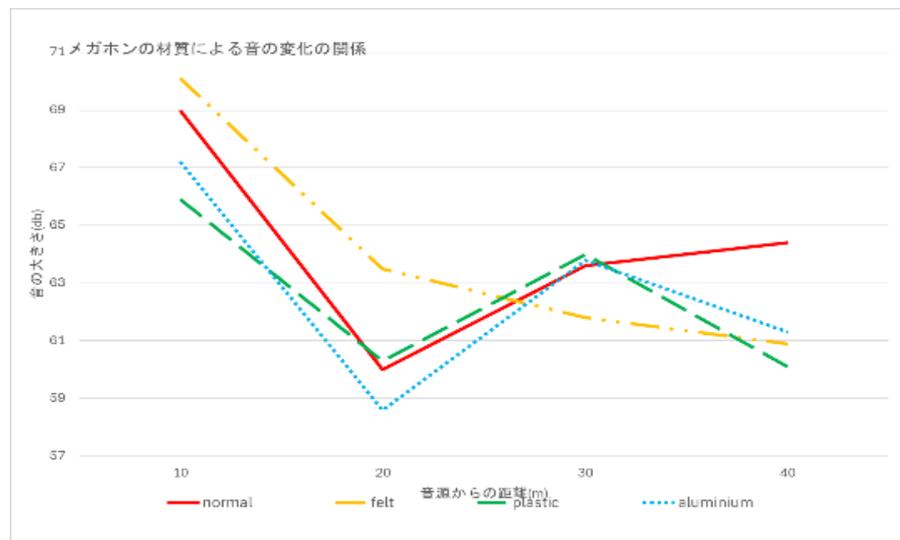


図6 材質の違いによる音の届き方の変化

(3) 考察

吹き込み口と開口部の大きさを統一したときは、メガホンの管の長さが長くなるにつれて音が遠くまで届くということが分かった。メガホンの管長が長くなると、音が進む方向がより直線的になり、エネルギーが広がらずに集中する傾向がある。この指向性の強化により、音

がより遠くまで届き、聞こえる音量が大きくなっていったと考える。また、メガホンの管長が長くなると、管内で音波が反射・干渉しやすくなり、特定の周波数で共鳴が発生する可能性がある。この共鳴現象により、音波のエネルギーが増幅され、音が大きくなることが考えられる。プラスチックシートとアルミシートでの音の届き方は同様であると考えられる。また、フェルトの材質から考えるとフェルトのメガホンが一番音が小さくなると思ったが、そうはならなかった。フェルトの厚さがほかの材質のものより厚かったことで、音のエネルギーの損失が抑えられたのではないか。材質の厚さを一定にして、音の振動エネルギーをできるだけ減衰しない状態で実験をすることが必要である。また、硬い材質では、内部で音が反射しすぎて共鳴やノイズが発生する可能性がある一方、フェルトは音波を適度に吸収しながらも反射するため、不要な共振が抑えられ、クリアで大きな音が届く可能性があると考えられる。

5 まとめと今後の課題

実験1により一番管の長いメガホンが一番遠くまで大きな音が届くことがわかった。

実験2により、近距離ではフェルトが一番音が大きくなるが、遠距離では一番小さくなっていることがわかった。

実験2の材質の違いによる音の伝わり方については、材質の厚さや硬さ等について再考した上で、再度実験する必要があると考える。今回は加工が簡単な工作用紙など、厚さが薄い材質になってしまったため、メガホン自体による音の振動エネルギーの減衰が大きく影響してしまった。更に今回はできなかったが、「メガホンの広がり角を変えたときの音の届き方」、「音源の振動数を変えたときの音の届き方」、「内部構造を工夫した音の届き方」についても実験し考察できれば研究も深まってくる。

参考文献

- <https://www.kogakuin.ac.jp/mado/megaphone.html>
- <https://www.tbs.co.jp/radio/kodomotel/science/20030518.html>
- <https://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/R03ssh/sc2/22121.pdf>
- https://www.jstage.jst.go.jp/article/pesjtaikai/16/0/16_85/_pdf/-char/ja
- <http://www.gtr.co.jp/hobby-site/mc/mc-horn.htm>
- <https://www.machinaka-music.com/%E9%9F%B3%E9%9F%BF%E5%B7%A5%E5%AD%A6>
- <https://note-oto.toa.co.jp/n/nbce015497d3b>