

# 音を大きく伝えるメガホンの条件

2631 藤原克樹 2624 永治弦樹 2637 吉村健

## 要旨

私たちはコロナ禍での部活動の応援について着目し、音を拡張するメガホンを使用すれば、感染対策をしながら小さな声を大きく伝えられるのではないかと考え、この研究を始めた。研究の前提条件として、体育館での卓球の試合を想定して、3m先の人に大きな音を伝えられるメガホンを作ることを目的とする。はじめに、メガホンの長さを変え実験を行った。その結果、メガホンの長さが20~30cmの間で最大値をとることがわかった。このことから、20~30cmの間にメガホンの最適な長さがあると考えた。今後はその最適値を具体的に求めていく。

## 1. 目的

部活動の応援の際に、感染対策をとりながら選手に声援を届けるため、3m先の人により大きな音を伝えるメガホンを作る。

## 2. 仮説

メガホンから大きな音を出すためには、メガホンの長さと口径が関係していると考えた。(図1)

メガホンの長さについて、メガホンがない状態だと音は同心円状に広がっていくが、メガホンを使用すると、本来広がるはずだった音がメガホンの内側で反射し、音を集め、音を大きく伝えるのではないかと考えた。(図2)

メガホンの口径について、口径を小さくしていくことで、メガホンの形状が筒状になり、大型の船舶や広い建築物などで、ある対象に向けて音を伝える手段として使われている伝声管と同じ形状のメガホンを作ることができる。このことから、口径を小さくし、筒状にすればよいと考える。

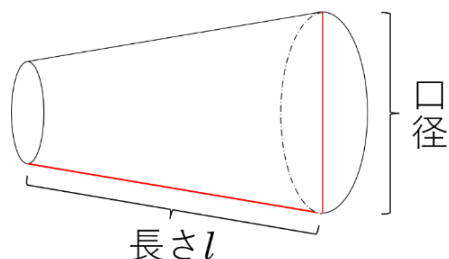


図1 メガホンの長さと口径

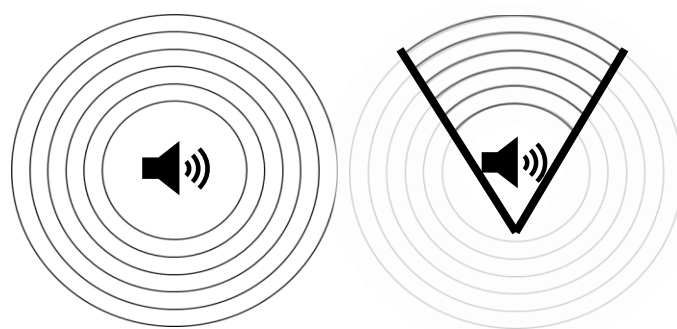


図2 音の集め方

## 3. 使用した器具・装置など

- ・画用紙
- ・スピーカー(ACTIVE SPEAKER SYSTEM SRS-M30)
- ・スマートフォン(音源)アプリ:音叉
- ・スマートフォン(測定器)アプリ:騒音測定器



図3 音源, スピーカー, 測定器の写真

#### 4. 実験の方法

スピーカーに、作成したメガホンを取り付け、メガホンを使用しない場合と、使用した場合の音圧レベルを測定する。

(1) これまでに分かっていること

《音圧》

音のない状態に比べて、音があるとき、人の鼓膜や、壁、床などに加わる圧力のこと。

《音圧レベル： $L$  (dB)》

人が聞くことができる最小の音圧「 $20 \mu\text{Pa}$ 」を基準値とし、この基準値からの変化を表したものの。

《音圧レベルの公式》

$$L = 20 * \log_{10} \frac{P}{P_0}$$

今回の実験ではメガホンを使用した際の変化を調べたいため、メガホンを使った時の音の大きさからメガホンを使用していない時の音の大きさを引き、結果を補正する必要がある。そのため、以下の式を使用して結果を補正する。

$$L = 10 \log_{10}(10^{0.1L_1} - 10^{0.1L_2})[\text{dB}]$$

$L_1$  (dB) : 「メガホン使用」の音圧レベル

$L_2$  (dB) : 「メガホン無し」の音圧レベル

$L$  (dB) : 「メガホン無し」の値を補正した音圧レベル

上式の  $L_1$ 、 $L_2$  に測定値を代入し、結果として使用する。

(2) メガホンの作成

正方形の画用紙の1つの角から上下10cm開け、そこから、 $l = 20 \text{ cm}$ 、 $25 \text{ cm}$ 、 $30 \text{ cm}$ 、 $35 \text{ cm}$  と変化させ、メガホンを作成する(図4、図5)。

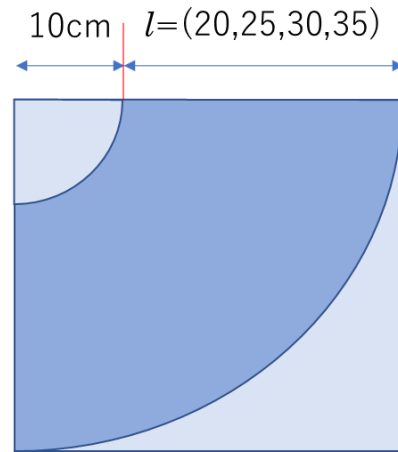


図4 メガホンの展開図



図5 作成したメガホン

(3) 実験の手順

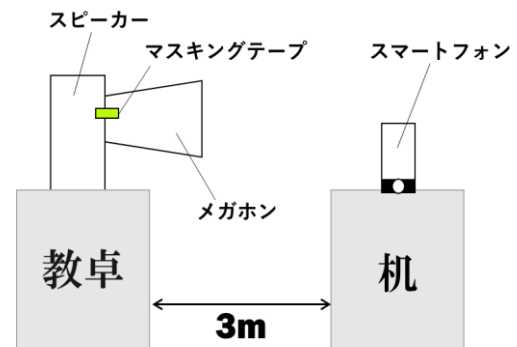


図6 実験のセットアップ

- ① 何も音が出ていない状態の部屋の音を測定する。
- ② スピーカーから一定の音量で500Hzの音を15秒間出し、3m先の測定用スマートフォンで音の大きさを測定する。(「メガホン無し」の値)
- ③ 測定器に表示される音の大きさをその点での音圧レベルとして記録する。
- ④ スピーカーにメガホンを取り付け、②と③の操作を行う。(「メガホン使用」の値)
- ⑤ 1つのメガホンにつき④の測定を10回行い、平均を出す。

## 5. 結果

表1  $l$ の長さで測定された音圧レベル(dB)

	20cm	25cm	30cm	35cm
音無し	32.32	28.7	34.06	31.77
メガホン無し	46.13	45.16	45.74	47.34
1回目	57.9	59	57.86	56.07
2回目	58.43	58.97	57.03	56
3回目	58.9	59.47	56.77	56.25
4回目	59.1	59.06	56.84	56
5回目	58.79	59.23	58	55.39
6回目	58.19	59.07	57.2	54.92
7回目	57.97	59	56.58	55.13
8回目	58.54	59.07	57.49	55.97
9回目	58.42	59	57.71	56.64
10回目	58.21	59.01	57.42	57.32

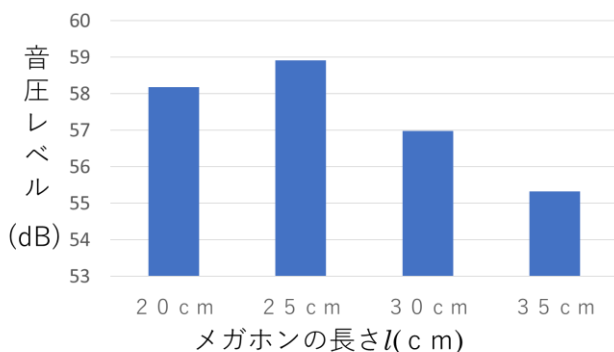


図6 音圧レベルとメガホンの長さの関係

実験結果より、20~30cmの間にピークがあるようなグラフになった。

## 6. 考察

今回の実験では、仮説で考えたような音の反射面積と音の大きさに単調増加の比例関係はなく、むしろメガホンの長さを長くすると音の大きさが減少していく箇所が見られた。このように音が変化したのは共振が関係しているからであると考えられる。

メガホンを開管としてみたとき、固有振動数が500Hzである形状に近づくことで音が大きくなり、その形状から遠ざかることで音が小さくなったと考えた。よって今回の条件である500Hzの音源

をより大きく伝えるメガホンを作るには固有振動数が500Hzであるメガホンの形状を考えればよいと考える。

## 7. 展望

今回の実験で、メガホンが音を大きく伝える仕組みには共振が関係していると考えられる。今後の実験では、固有振動数と音の伝わり方に関係があるのかどうかを調べていく。

その際にメガホンの固有振動数の求め方について調べる。さらに、口径についても着目し、長さと同様に口径の最適値を固有振動数も視野に入れながら求めていく。

また、今回の実験では、どのメガホンも画用紙(紙)で作られていることが前提となっているが、市場で販売されているメガホンの材質の多くがプラスチックであることから、プラスチックをはじめ様々な材質のメガホンでの実験も行っていきたい。

## 8. 謝辞

実験に際してご協力してくださった先生方ありがとうございました。

## 9. 参考文献, 引用文献

『曲線の事典 性質・歴史・作図法』

磯田正美 共立出版

『図解雑学 音のしくみ』

中村健太郎 ナツメ出版企画

『音のなんでも小辞典』

日本音響学会 講談社

『dB (デシベル)とは』

株式会社 小野測器

[https://www.onosokki.co.jp/HP-](https://www.onosokki.co.jp/HP-WK/c_support/newreport/decibel/dB.pdf)

[WK/c\\_support/newreport/decibel/dB.pdf](https://www.onosokki.co.jp/HP-WK/c_support/newreport/decibel/dB.pdf)

2キロ先まで声が届く!?最強メガホン

<https://www.kogakuin.ac.jp/mado/megaphone.html>