

木製スピーカーの形状ごとの音響効果

2年3組 上杉 夏蓮 2年3組 清家 蒼太 2年3組 成瀬 望
2年3組 森 一琉 2年4組 山本 陸王
指導者 中村 俊貴

1 課題設定の理由

私たちの地元である宇和島市はその面積の7割を森林が占めており、その広大な森林を生かした林業も行われている街である。しかし、その林業が注目されることは少ない。私たちはこれを宇和島市の魅力として発信するべきだと考え、そのための活動の一環として宇和島産の木材を用いた独自の木製スピーカーの作成を思い立った。そこで、作成の前準備として木製スピーカーに適した構造を考察し、より効果的な木製スピーカーの形状を調べることを目標に研究を行った。

2 仮説

スピーカーの主な使用目的として、特定方向へ対する音量の増大、全方向への音量の増大の二つを考え、今回の研究では前者の、特定方向に対する音量の増大が可能なスピーカーの作成を目標とした。

音響効果の高い構造のひとつとしてホーン構造と呼ばれる円錐状の構造がある。この構造はホーン開口部では平面波に近い状態で音が放射される。そのため、ホーンとして動作している周波数範囲では指向性が強く、球面波のように音が広がらないためその分効率は高くなる。木材で曲面や円形を作成することは困難であるものの、角錐状の模型を作成することで、ホーン構造の特性の1つである、音量(音圧)を高める効果を得られるのではないかと考え以下の実験を行った。

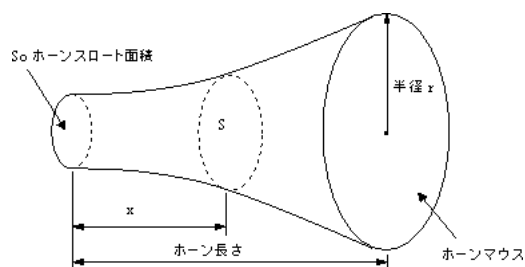


図1 ホーン構造

3 研究の方法

(1) スピーカーの作成

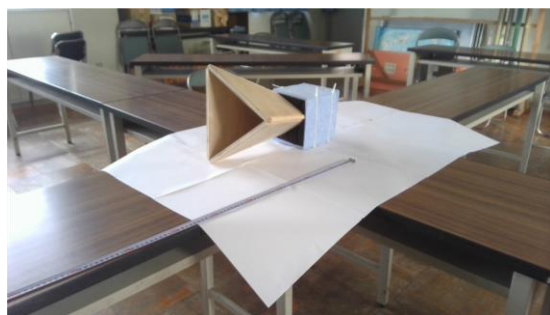


図2 三角錐型スピーカー



図3 四角錐型スピーカー

スピーカーの形状は「三角錐型」(図2)、「四角錐型」(図3)の二種を作成した。両端の大きさは、ホーン構造のスピーカーの底面が外接円となるように模型の大きさを揃えた。(底面の外接円半径5cm, 15cm)

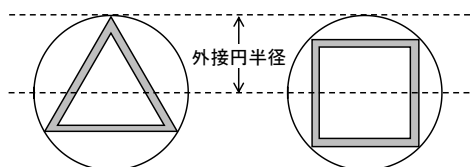


図4 スピーカー底面

(2) 音圧の測定

ア 使用物

- ・有線スピーカー
- ・吸音材
- ・騒音測定器 (Sound Meter) スマートフォンアプリケーション
- ・発音振動数と音階シミュレーション (初音)

イ 実験場所

愛媛県立宇和島東高等学校 理科教棟 3 階 視聴覚教室

ウ 実験条件

- ・発生させる音の前方以外への広がりを抑えるために発音体となる有線スピーカーの側面と裏面を吸音材で二重に囲んだ。また、前面のスピーカー模型との隙間も吸音材で埋めた。

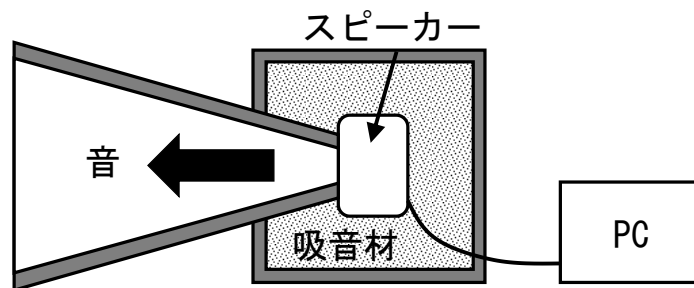


図 5 発音体内部構造

- ・発音体からは一定の音量で 2000Hz の音を流して測定する。(図 6)
- ・測定内容は発音体から 2.0m 離れた地点からの音圧の計測を行う。(図 7)
- ・発音体正面を 0 度として 30 度毎に測定を行ったこのとき、図 7 では右回りを正として表記した。

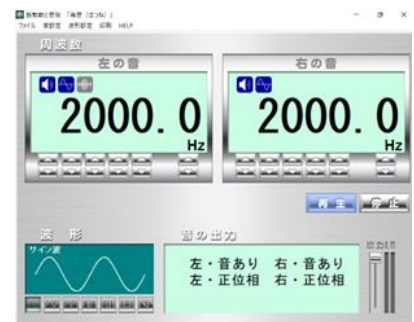


図 6 初音操作画面

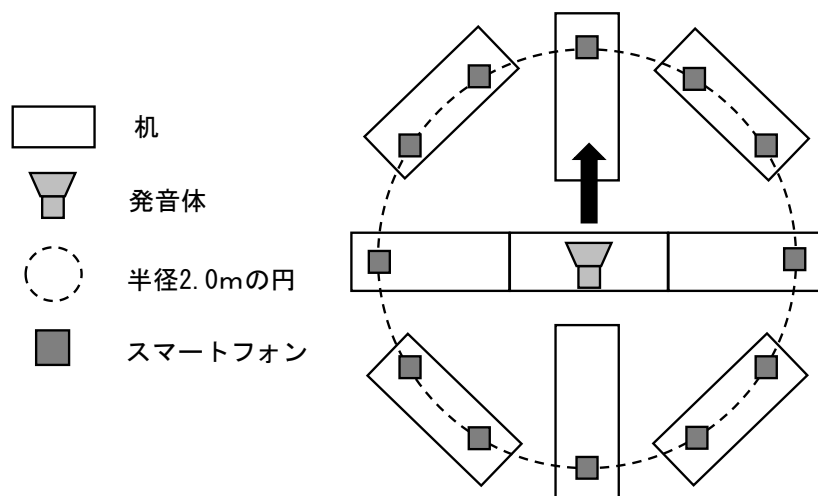


図 7 実験装置配置図

4 結果と考察

実験の結果を以下に示す

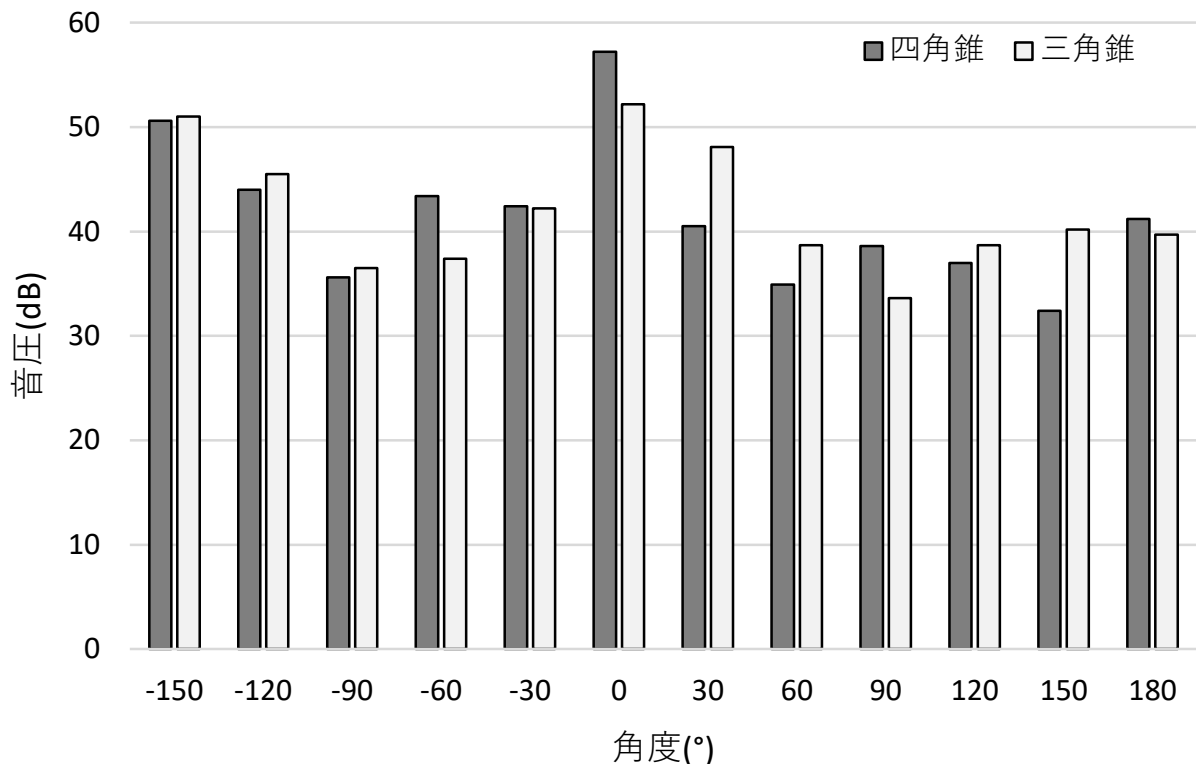


図8 角度と音圧の関係

四角錐と三角錐で音圧に変化はみられなかった。このとき、-90度から正の方向に90度まで角度を経るごとに音圧がだんだんと変化した。また、-90度から負の方向に向けては、上記のような相関的な変化はみられなかった。

底面がなめらかな円形で、側面がアーチ状をしたホーン構造を基にして考えると、多角形の角が増えるほどホーン構造の増加効果によって音圧が増大すると考えていた。しかし、四角錐と三角錐とで音圧に対する大きな差はなかった。そのため近似的なホーン構造の効果を検証するためには図形の頂点を大幅に増やす必要があると考えられる。

また、結果より90度から0度までに音圧が増大しているため、スピーカーによる音圧の増強効果を検証できたと考えられる。

5 まとめと今後の課題

(1) まとめ

今回の実験では三角錐と四角錐の両方とも正面に対する音圧が一番大きく、90度から0度にかけての角度においてのスピーカーが正面方向以外への音圧の減少効果を検証することができた。

一方、スピーカー後方では効果が見られないため、発音体前面に設置するスピーカー構造のほかに良い手段を考察する必要がある。

(2) 今後の課題

本実験では、模型の作成に期間を要したため、実験の回数が満足に行えなかった。また、今回は各クラスから離れている視聴覚教室で実験を行ったが、学校内での実験は授業や放課後の部活動等などの雑音が入りやすく、正確な計測結果を測定することが出来ていない

可能性が高い。そのため、今後は授業や部活動による雑音の影響が少ない時間帯に実験を実施したい。また、制作した模型の大きさから、発音体から 2.0m という遠い地点での計測を行ったが、防音性のある空間で実験を行う都合上、模型のサイズ、距離などの規模を縮小して実験を行う必要があると感じた。

今後はこれらの解決に加え、2000Hz で固定していた周波数を変更することで生じる影響などの音圧以外の音の要素の変動についての調査や、より多角形の頂点を増やし、スピーカーの側面についてもホーン構造のアーチ状の側面の傾きに近似させ、近似的なホーン構造とした場合の音圧増加効果を調べ、本研究の実験データ及び考察を補強したい。

多角形の頂点を増やした疑似的なホーン構造については、材料費や製作工程の複雑さを考慮しつつ、検証する必要がある。

謝辞

研究を指導してくださった中村先生、遮音材を提供してくださった先輩方に感謝申し上げます。

参考文献

- ・ 振動数と音階（発音：はつね）シミュレーション | 素材詳細情報 | 理科ねっとわーく (rikonet.com)
- ・ ホーン内の波動方程式および各種ホーンの特性 2 頁 (expydoc.com) 辻野次郎丸
- ・ ホーンスピーカーの原理と構造について (ms-laboratory.jp)