

3010 学校法人玉川学園 玉川学園高等部・中学部
気柱共鳴の位相変化を利用した指向性楽器の研究
歌川 喜矢 青山 士蓮

抄録

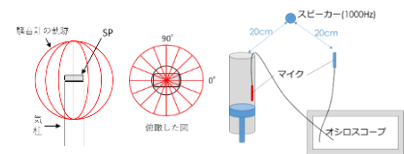
本研究では、音の基礎研究からはじめ、なぜ共鳴管が共鳴した音量が音源の音量より大きいのか研究を行った。音量変化を気柱の有無を比較しながら実験を行っていくと、八木・宇田アンテナと同様の仕組みを音でも再現できることが分かった。この結果から、音を一方向へ飛ばすことのできる鍵盤楽器の製作を行った。

1. 研究の背景と目的

我々は吹奏楽部で打楽器演奏の経験から、新しい楽器の製作に興味があった。研究は音、マイク、スピーカーの関係を明らかにすることから始めた。楽器の音を響かせる共鳴管はなぜ音源より音量が大きいのかを研究する中で、共鳴付近で位相が反転することも知り、八木・宇田アンテナのように音を一方向に飛ばせる可能性に気づいた。先行研究でスピーカーを音源にした音響アンテナの研究があったが、我々は、音叉を音源にした12音階の指向性鍵盤楽器の製作研究を行った。

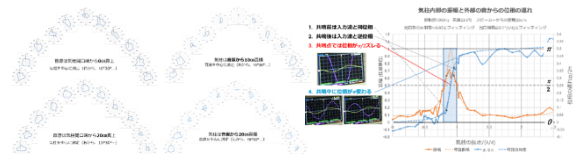
2. 方法

音の反射が少ない部屋で、天井からスピーカーをつらし、その横に気柱を抜き入れし、それぞれの状態で360°（球面状に）音量の変化を測定する。オシロスコープで気柱の共鳴付近の気柱内部と外部の音量と位相を測定する。パイプに注射器の前方を切ってつなげた可変長の閉管を音叉の前中後に配置する。



3. 結果

気柱中心に球状に共鳴音がでた。気柱と音源の距離の差で共鳴音の差がでた。共鳴点の $\lambda/40$ 前後で位相が 0.8π 急変した。単音音叉の音響アンテナは前後で7dBの差が出た。



4. 考察

気柱の共鳴音量が大きいのは特定の方向に集中したからではなく、360°発音している。場所によっては音源と十分干渉する。共鳴音は大きな音量のまま位相を 0.8π 変えられる。

5. 結論

共鳴した気柱の長さを変えることで八木・宇田アンテナの放射器、反射器と同様の仕組みを音でも使用できると分かった。それを利用して、音叉を鍵盤にした音を一方向に飛ばす楽器の製作に成功した。

6. 参考文献

田村他「音響八木・宇田アンテナ指向性制御」日本音響学会講演論文集 P575 2013.9

7. キーワード

音の干渉 位相の変化 気柱 八木・宇田アンテナ

Research on directional instruments using phase change of air column resonance

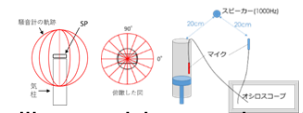
Utagawa Yoshiya Aoyama Shiren

Abstract

We studied why the volume produced by a resonant tube is louder than that of the sound source. By comparing the volume change with and without the air column, we found that the same mechanism as found in the Yagi-Uda antenna can be reproduced in sound. Based on this result, we made a keyboard instrument that can send sound in one direction.

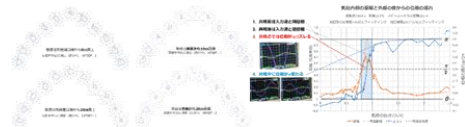
1. Introduction

As a brass band members we were interested in building a new instrument. We started our research by clarifying the relationship between sound, microphones, and speakers. While studying why the resonant tube is louder than the sound source, we also learned that the phase reverses near the resonance point, and realized the possibility of sending the sound in one direction like the Yagi-Uda antenna. While there had been previous research on acoustic antennas using a speaker as the sound source, we conducted research on the construction of an instrument using a tuning fork as the sound source.



2. Theory and Experiment

In a room with little sound reflection, we hung a speaker from the ceiling and inserted and removed an air column next to it. We measure the change in volume in 360 degrees (spherical) in each condition. We use an oscilloscope to measure the volume and phase inside and outside the air column near the resonance of the column. We used a closed tube of variable length, connected to the pipe by cutting the front of a syringe. We placed it in the front, in the middle of and behind the tuning fork.



3. Results

Resonant sound was generated in a spherical shape at the center of the air column. The difference in the sound was caused by the difference in distance between the column and the source. The phase changed abruptly by 0.8π around to $\lambda/40$ of the resonant point. The acoustic antenna of the monotone tuning fork showed a difference of 7 dB before and after.

4. Discussion

The highly resonant volume of the air column is not because it is concentrated in a particular direction, but because it is pronounced 360° . In some places, it can interfere with the sound source enough. The resonant sound can change its phase by 0.8π while maintaining a volume.

5. Conclusion

By changing the length of the resonant air column, we found that the same mechanism as the Yagi-Uda antenna could be applied to sound. Using this, we succeeded in creating an instrument that uses a tuning fork as a keyboard to send sound in one direction.

6. References

Tamura et al. "OnkyoYgiUdaAntenaShikouseiseigy" Nihononkyougakaironbunshu"575 2013

7. Key words

Sound interference, Phase change, Air column, Yagi-Uda antenna