

クラドニ図形についての研究

～周波数による模様のでき方の変化～

生命医療(元広域科学)グループ 上原夕明

1 はじめに

1.1 要旨・概要

部活でティンパニをチューニングしている際にティンパニの上にある埃が振動に合わせて様々な方向に跳ねていることに気づいた。ティンパニの音階が変わると、埃の動きも変わるのが気になって調べるとクラドニ図形という単語が出てきたため調べることにした。

自作でも図形が確認できるのか、またできた図形に規則性はあるのかを研究した。

今回の研究は先行研究や論文が少なく実験に使う装置が高価なため、すべて自作の物や代用品で行っている。また、研究期間が短かったためあまり深くはやっていない。詳しく知りたい方は、参考文献にある記事を見ることを勧める。

1.2 クラドニ図形とは

クラドニ図形は水平面上に置かれた砂などの細粒に対して、振動を加えたときに細粒が描く模様である。加えた周波数や波形によってできる模様の形状が異なる。また、“クラドニ (Chladni)”名前の由来は、図形の発見者である“Ernst Florens Friedrich Chladni”に因んで名づけられた。

2 実験について

2.1 実験装置の制作

実験装置(振動板と加振器)を制作するにあたって必要なもの

厚さ 2mm のアルミ板...2mm 未満だと板ごと動いてしまい、3mm 以上だと振動が伝わらないので 2mm の板を使用した。

黒い塗料(アルペン ラッカーズプレー)

薄い布、新聞紙

スピーカー(百均 USB スピーカー)

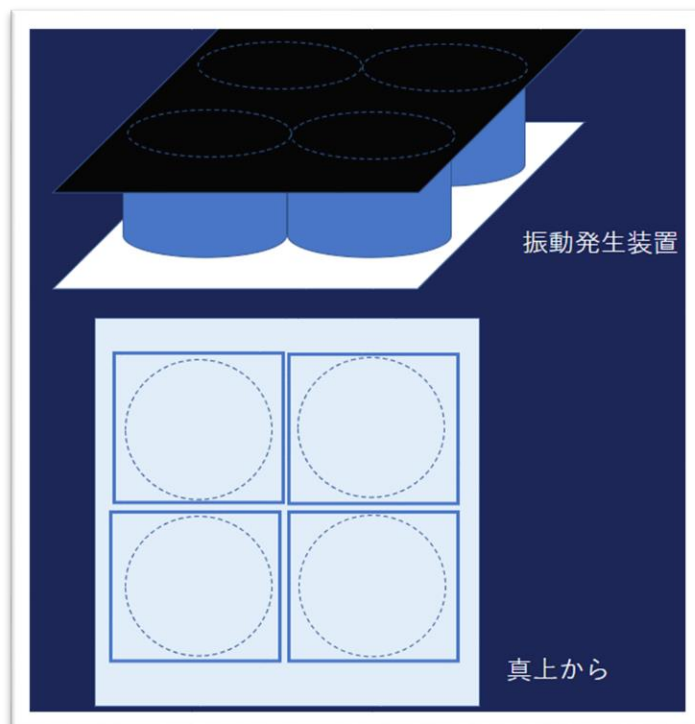
市販のコーヒースユガー

2.1.1 振動板の制作

まず、アルミ板をスピーカーの形に合わせて 200×200 の正方形の形に加工する。その次に平面性と粒子の視認性を上げるために黒い塗料を塗布する。

2.1.2 装置の組み立て

振動板の制作が完了したら、スピーカーと組み合わせて振動装置を制作する。



まず、新聞紙を広い範囲で敷きその上にスピーカー、振動板の順で設置する。このとき、スピーカーに砂糖の粒子が入るのを防ぐため、スピーカーと振動板の間に薄い布を敷く。(左の図のようになる)

2.2 実験方法

まず、制作した振動板の上に砂糖を均等に撒き、周波数アプリを使って 400Hz から順にスピーカーから

音を出して振動させる。30秒から1分ほど模様ができるまで観察する。このとき、1分ほどたっても模様ができない場合は砂糖の粒子を拭き取り、振動板を乾燥させもう一度やる。

図形を確認することができたら、図形を写真に記録し波数を写真に書き込む。記録ができたら図形が確認できなかった時と同様に砂糖の粒子を拭き取り、振動板を乾燥させて10Hz下の周波数で観察する

この作業を200Hzまで確認する。

3 結果

結果は以下の写真のようになった。すべて乗せると多いため特にきれいに模様が確認できた周波数だけを乗せる。

400Hz



370Hz



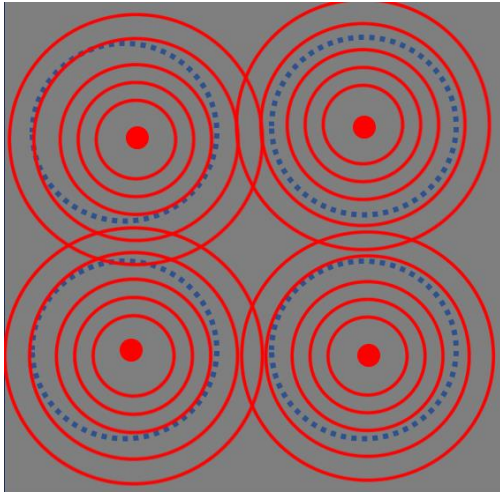
230Hz



それぞれの Hz で違う模様が確認できた。

4 考察

4.1 なぜ、形の違う模様が浮かび上がるのか？



左の図のように、音の波が重なり合うことによって振動する場所(図の赤い場所)としない場所(図の赤くない場所)が分かれてくる。すると、振動しない場所(節)に粒子が集まってくる。振動板の端で跳ね返った波がさらに多くの節を作って模様が出来上がっていく。

音には、それぞれの周波数がありその周波数によって違う形の波がそれぞれある。そのため、波の形を目で見えるようにしたクラドニ図形も振動によって跳ね返る場所が違うため、それぞれ別の形で浮かび上がって

いく。

4.2 まとめ(結論)

自作の振動板を使ってもクラドニ図形を作ることができ、それぞれの周波数の図形が確認できた。

なぜ、違う模様ができるのか。

振動板の振動する場所としない場所があり、それぞれその場所は違うため、振動しない節に粒子が集まってくる。

5 謝辞

今回の研究を進めるにあたって、研究部の皆様には大変お世話になりました。研究部広域科学グループアドバイザーである太田拓也先生には研究への様々なアドバイス、サポートをして頂きました。また、角川ドワンゴ学園及び研究部の運営に携わっている皆様にはこのような研究を発表する機会、紀要を書く機会を提供していただいたことに心より感謝申し上げます。

6 参考文献

クラドニ図形

(<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%AF%E3%83%A9%E3%83%89%E3%83%8B%E5%9B%B3%E5%BD%A2>)

鹿児島県高等学校文化連盟、クラドニ図形の研究(<https://www.kakoubun.com/koubunren/wp-content/uploads/2018/12/9688ff3e3dee306eb4143645fbd65685.pdf>)