

# ペーパー・シンフォニー ～紙の厚さと音の高さの関係～

生野高校 物理4班

## 1. 目的

厚さの違う本を叩くと出る音の高さが違うように聞こえる。音の高さは、叩く物質の厚さによって変化するのではないかと考えた。今回は物質の厚さと音の高さの関係を調べる。

## 2. 仮説

紙の枚数を増やして厚さが増すと、紙を通り抜けるための必要なエネルギーが増えていくため、音の振動が伝わりづらくなり、周波数はそれに比例して小さくなっていく(音程が低くなる)と考える。

## 3. 実験

B5のコピー用紙を重ねる枚数を変えて、なる音(打撃音)の複雑な波形をFFTwave(フーリエ変換ができるアプリ)を用いて分解し、最も多く含まれている音の周波数を分析する。音は、電磁石と鉄球を用いて、高さ5cmから鉄球を落とすことで鳴らす。

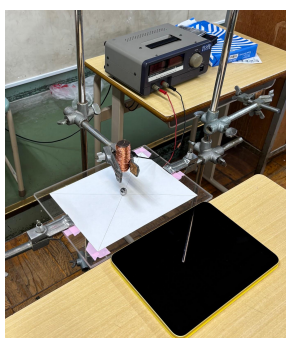
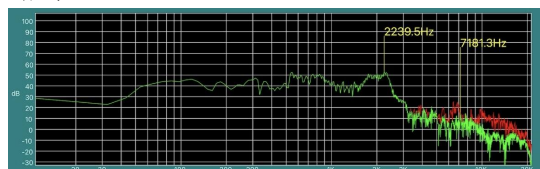


図1 実験装置

- ①空実験:アクリル板の上に鉄球を落として測定した。
- ②紙をアクリル板にのせて真ん中に鉄球を落として測定した。紙は5枚から5枚ごとに100枚まで重ねていく。それぞれ10回ずつ測定する。

## 4. 結果



↑図1 実際に測定した波形 図2↓

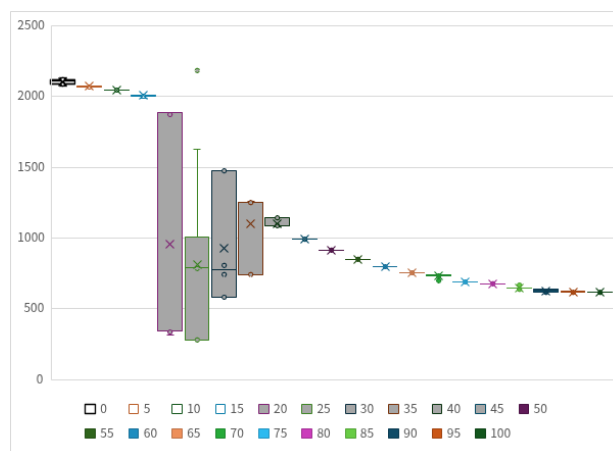


図3 紙の枚数と周波数の関係

## 5. 考察

枚数が増えて厚みが増すごとに周波数が小さくなった。このことから2つ考察をした。

①枚数を増やすことで紙の質量が増えたから

②紙が波の振動を妨げることで振動数が減ったから  
また20枚から35枚は不安定で、周波数に大きなばらつきがあった。このような結果になった原因は、アクリル板から発生する音と紙から発生する音が同時に存在していたことと考えられる。

## 6. 結論

枚数が増えるごとに周波数は小さくなっているが、仮説に反し、比例していない。枚数が増えるごとに変化の差が全体的に小さくなった。20枚から35枚が不安定になった。

## 7. 今後の展望

紙の枚数と周波数が比例していないので、周波数が収束する地点があると考え、枚数を増やして実験していきたい。

20枚から35枚までがアクリル板の厚さとの関係で不安定になっていると考えられるので、紙の下に置く物質を変えて実験していきたい。

紙の面積や長さが音の高低に関係があるのか実験したい。

最終目的は音の高低の規則を見つけ出し、メロディを奏でること。

## 8. 参考文献

東京大学 衝突による過渡的な環境音の周波数成分による識別

[https://www.istage.ist.go.jp/article/pscisp/2018S/0/2018S\\_57/pdf-char/en](https://www.istage.ist.go.jp/article/pscisp/2018S/0/2018S_57/pdf-char/en)