

# ハリセンの音を大きくするためには

2527 橋詰直隼 2615 紀岡武伸 2629 西川正悟

## 要旨

本研究目的は「より大きい音の鳴るハリセンを作る」であり、「どのような条件下でハリセンの音が大きくなるか」という問いに対し「ハリセンの折り数と当てる位置で変化する」という仮説を立てた。

実験は先端にハリセンを付けた棒を椅子目掛けて倒し、録音した音声をフーリエ解析等で解析することで、等ラウドネス曲線の特性より 2000~6000Hz の範囲のデータで考察した。ハリセンの折り数、及び椅子に当たる位置と音の大きさの関係を調べるため、折り数と椅子に当たる位置が異なるハリセンを用いた 2 つの実験を行い、その実験結果から、「高い周波数におけるハリセンの折り数、及び椅子に当たったハリセンの面積は音の大きさと正の相関がある」という結論に至った。

## 1、目的

物をぶつけて音を出すもので大きな音を鳴らすにはどうすればいいのかについて調べる。本研究では、自作で安定したデータがとりやすいハリセンを用いて様々な条件下における音の大きさの関係性を明らかにし、各条件を満たしたより大きな音の鳴るハリセンの作り方、叩き方について調べる。

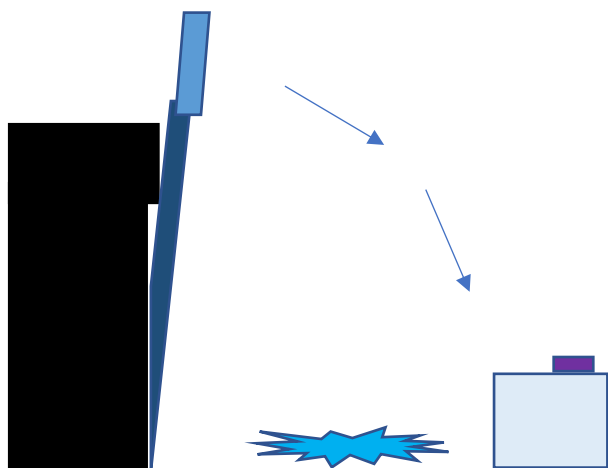
## 2、仮説

ハリセンの音の大きさはハリセンの折り目の数を増やすこと、また、物体にハリセンを当てる位置をハリセンの先端部分に近づけることによって音が大きくなると考えた。

## 3、研究・実験の手順

### 【実験の概要】

#### [実験方法 (基準)]



※棒の角度：棒を倒す前…仰角 77°

ハリセンが当たる瞬間…仰角 13°

まず、ハリセンを先端につけた棒を机の足元と天板に触れるように固定し、椅子をハリセンが当たる位置に設置する。なお、棒に触れるように設置したのは、棒の角度を一定にすることでデータの安定化を図るためである。そして、棒を椅子に目掛けて倒し、ハリセンが椅子に当たる一連の流れを IC レコーダーで録音する

[使用した器具・装置のデータ]

ハリセン (■)・棒 (■)・椅子 (□)  
ブルーシート (★)・IC レコーダー (■)  
机 (■) 養生テープ・厚紙

### 【実験 I】

#### [目的]

ハリセンの折り目の数と音の大きさの関係性を明らかにする。

#### [仮説]

ハリセンの音はハリセンを叩く瞬間に蛇腹にある空気が外側に押し出されることによって生み出されることより、ハリセンの折り目の数が多いほど音の大きさも大きくなると考えた。

#### [条件]

折り目の数が 11 回・5 回・2 回折りの 3 種類のハリセンを用いてそれぞれ 5 回の試行を行い、IC レコーダーに録音した音声を解析した。これらのハリセンは面の数が 12 面、6 面、3 面と 2 倍、4

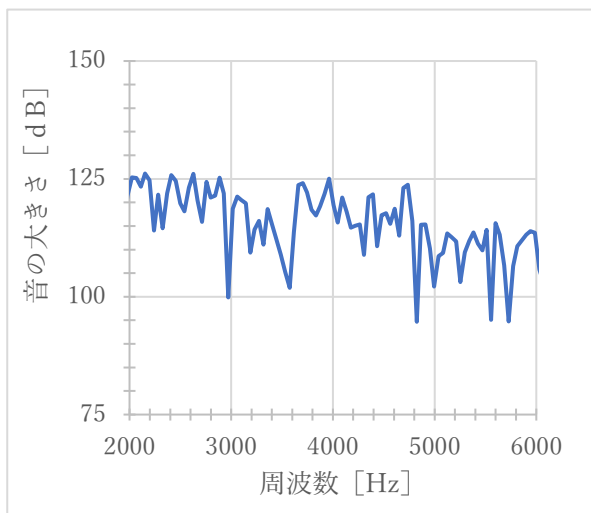
倍に増やしたものである。



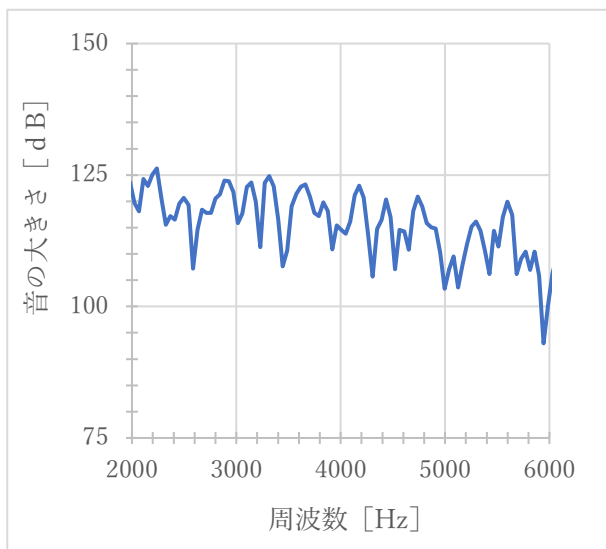
(左:11 回折り、真ん中: 5 回折り、右: 2 回折り)

【結果】

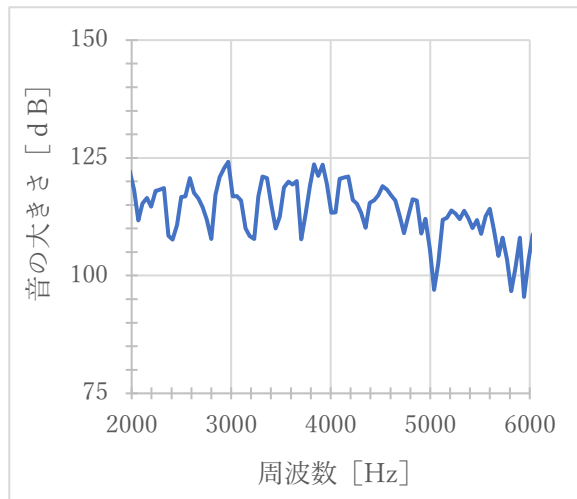
【11 回折り】



【5 回折り】



【2 回折り】



上記のグラフから 2000~4000 [Hz] ではどの折り目の数のハリセンもさほど違いは見られないことが分かった。一方、4000~6000 [Hz] では 11 回折りより 2 回折り、5 回折りのハリセンの方が音の大きさの下げ幅が大きいことが分かった。

【考察】

6000 [Hz] 付近の周波数帯では、折る数が多いほどハリセンの音の下げ幅が小さくなることから、ハリセンの折り数と音の大きさには正の相関があると考えられる。

【実験Ⅱ】

【目的】

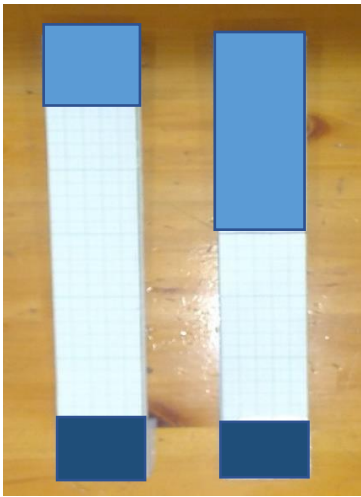
ハリセンの当たる位置と音の大きさとの関係性を明らかにする。

【仮説】

ハリセンが叩く瞬間はハリセンの根元部分より先端部分の方が速度は速く、物体に当たる衝撃が大きくなることより、当てる位置をハリセンの先端部分に近づくと音の大きさも大きくなると考えた。

【条件】

当てる位置が先端から 5 cm・15 cm 内側の 2 種類のハリセンを用いてそれぞれ 5 回の試行を行い、IC レコーダーで録音した音声を解析した。これらは、ハリセンの先端から当てる位置までの距離を 3 倍に増やしたものである。

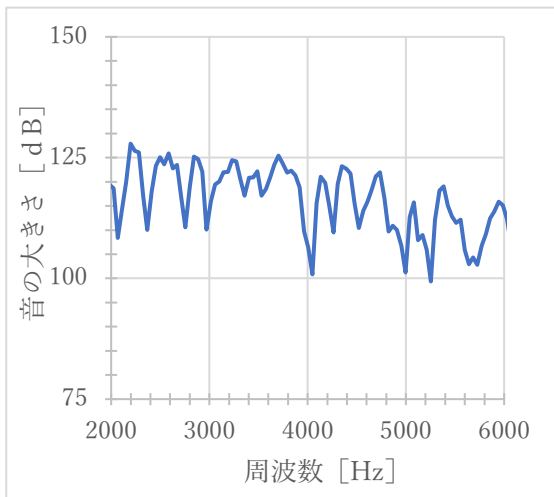


(左：先端から 5 cm、右：先端から 15 cm)

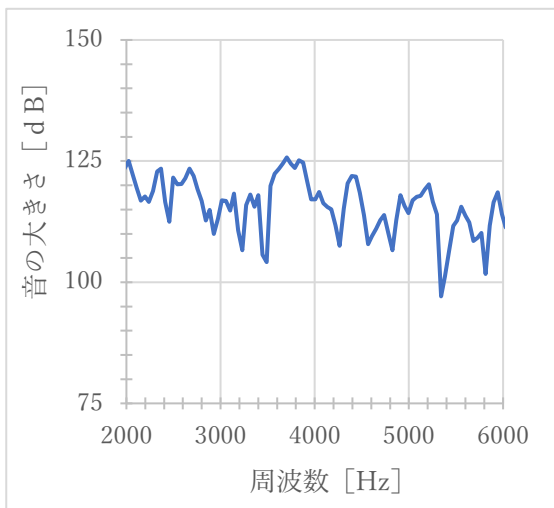
- ※ ■ … ハリセンが物体に当たる部分  
■ … ハリセンを手で持つ部分

[結果]

【先端から 5 cm】



【先端から 15 cm】



上記のグラフからどの周波数においても先端から 15 cm 内側で当たった時の方が、先端から 5 cm 内側に当たった時よりも全体的に音が大きいことが分かる。

[考察]

2000～6000 [Hz] の範囲では、ハリセンが当たる面積が大きいほど音が大きくなる。このことから、物体に当たるハリセンの面積と音の大きさには正の相関があると考えられる。

3、結論

6000 [Hz] 付近の周波数帯において、実験 I からハリセンの折り数が多いほどハリセンの音の下げ幅が小さくなることから、ハリセンの折り目の数と音の大きさには正の相関があると考えられる。また、実験 II から物体に当たったハリセンの面積と音の大きさは正の相関を表すと考えられる。よって、より大きな音の鳴るハリセンを作るには、ハリセンの折り目の数を増やし、ハリセンが当たる面積を増やすように叩くことが条件だと分かった。

5、展望

今後はハリセンを作る紙の材質、ハリセンと IC レコーダーの距離、ハリセンを当てる速さと音の大きさに焦点を当て、各条件下における音の大きさの関係性を明らかにする。

6、謝辞

本研究において物理科の原田 健先生より大変貴重なご指導とご助言を頂きました。まことにありがとうございました。

7、参考文献・引用文献

- ・同じ大きさのはずなのに、同じ大きさに聴こえない？ 耳と周波数の関係  
<https://www.soundzone.jp>
- ・フーリエ解析とは  
[dic.nicovideo.jp](http://dic.nicovideo.jp)
- ・Excel を使ったフーリエ級数をグラフに描く  
<https://www.sit.ac.jp/user/kobayasi/GraphByExcel.p>

## 8、付録

### 【フーリエ変換】

これは周期的な波で表すことができる現象を単純な正弦波・余弦波の組み合わせで表現し、積分等の計算をすることで振動しているものを解析する手法のことである。複雑な現象を、比較的単純化して記述することができるため、得られるデータの比較が容易になる。我々が示す実験データは横軸を周波数、縦軸を音の大きさとして示されている。本研究では音声データの解析時に用いた。