

100均のチャンバラ剣はなぜ爆音がなるのか

群馬県立高崎高等学校

橋本大毅 小見由仁人 佐藤洋介 安原圭祐

要旨

皆様は100均のチャンバラ剣をご存知だろうか。本研究では、100均のチャンバラ剣（以下「剣」）を硬いものに打ちつけたときに心地よい大きな音がする理由を調査した。我々はこの理由は、剣がギターのような定常波的振動をしていることではないかと仮説を立てた。剣を打ちつけたときに、ギターのような音源に特徴的である倍音が出現するかどうかをwavespectra及びpraatという音の分析アプリを用いて調べたが、ギターのような音のように綺麗な倍音が現れなかったため、音の理由は剣の定常波的振動によるものではないのかもしれないということがわかった。

1. はじめに

1.1 研究全体の目的

100均のチャンバラ剣は硬いものに打ちつけると心地よい大きな音がする。不思議なことに、剣自体は軽いものの、さほど強い力をかけなくてもこの音は鳴る。この音がどのように発せられているのかを解明することが本研究の目的である。

1.2 研究の仮説

先行研究を調べたが、チャンバラ剣に関する先行研究は見当たらなかった。また、チャンバラ剣ではないが、打つと音が鳴るハリセンの音に関する研究は存在し、ハリセンを当てる位置によって音が決まるという結果であった。ここで我々は、剣を打ちつけたときの音の心地よさに着目し、剣がギターのような自由端反射の定常波的振動を行っているために音が発生していると仮説を立てた。

2. 検証実験①

2.1 仮説

剣の先端を打ちつけたときの音と剣の先端から刀身の1/3の部分で打ちつけたときの音のスペクトルを取ったとき、剣が定常波的な振動をしていれば、倍音のうち前者では現れるが後者では現れない振動数の音が見つかるはずである。

2.2 方法

剣の先端を打ちつけたときの音と剣の先端から刀身の1/3の部分で打ちつけたときの音のスペクトルを、音の分析アプリ「wavespectra」を用いて調べ、よく音の出ている振動数帯を目視で確認した。また実験を行うにあたって、剣の振り方を均質化するために製作した実験装置を図1に示す。また、実験は図2のように行った。

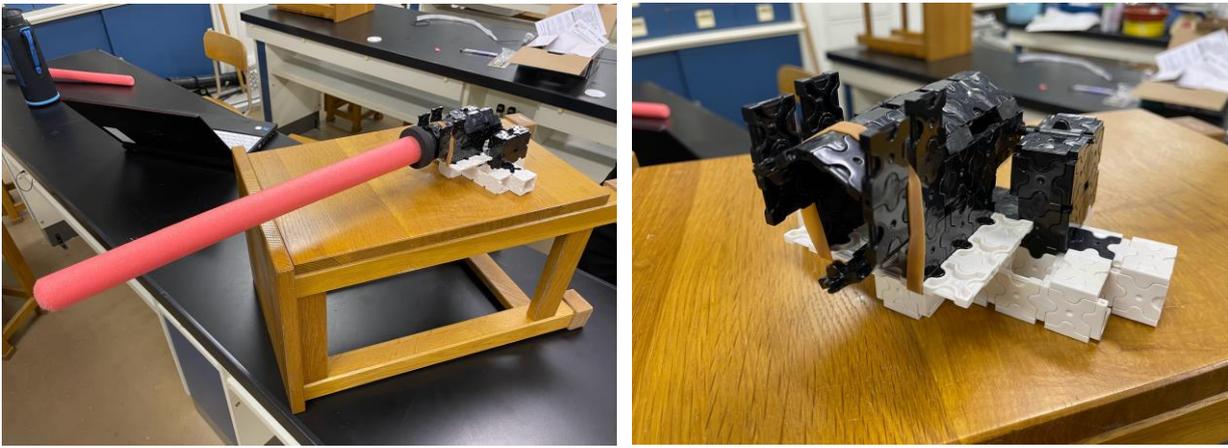


図1 剣の振り方を均質化するために製作した実験装置

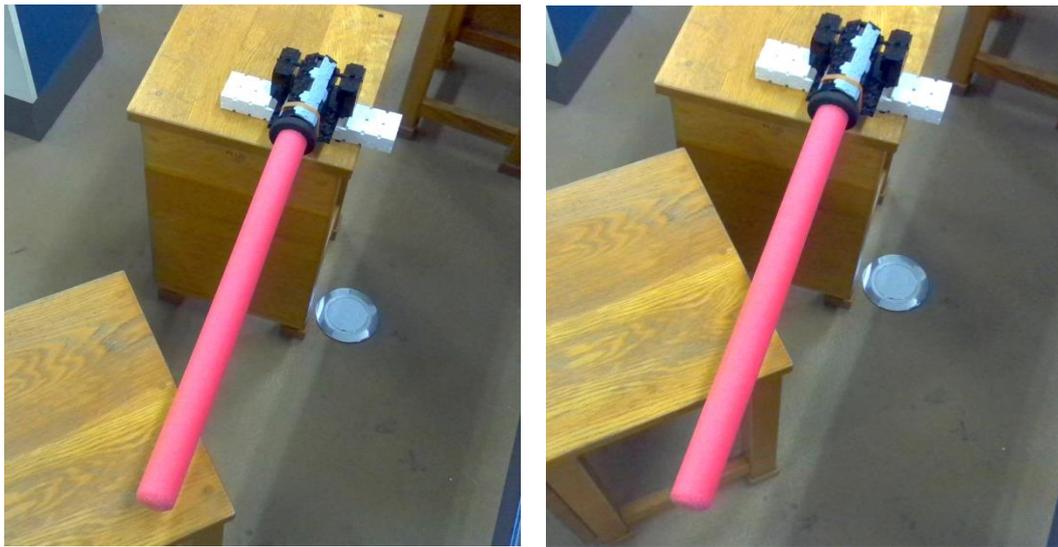


図2 実験装置の衝撃位置 先端（左） 先端から3分の1（右）

2.3 結果

図3のようなスペクトルが得られた。

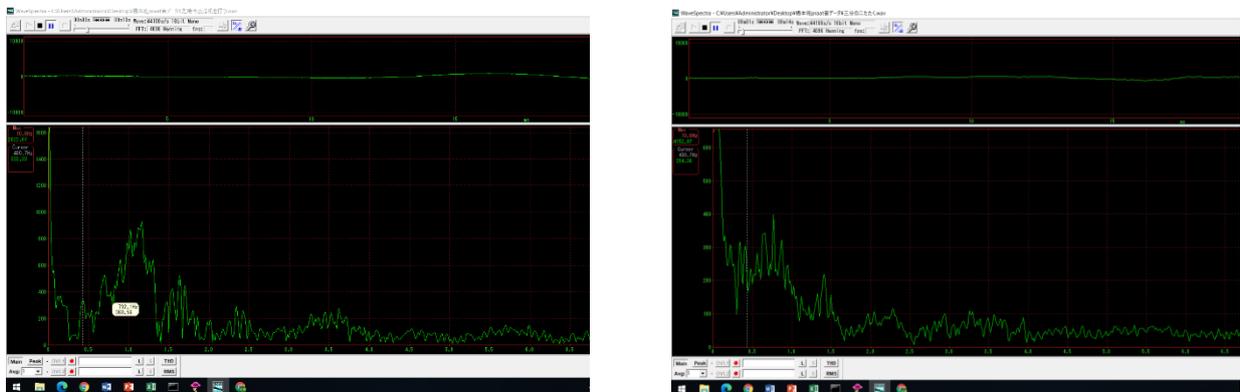


図3 得られたスペクトル 先端（左） 先端から3分の1（右）

2.4 考察

これらのスペクトルは取得した音の瞬間の振動数別の音の大きさを表示するだけであったためわずかな情報しか得られなかった。

3. 検証実験②

3.1 方法

剣の先端を打ちつけたときの音と剣の先端から刀身の1/3の部分で打ちつけたときの音のスペクトログラム（縦軸に周波数、横軸に時間経過、さらにグラフの黒点の濃さで音の大きさを表す）を音の分析アプリ「praat」を用いて調べ、打撃の瞬間によく音の出ている振動数帯を目視で確認した。

3.2 結果

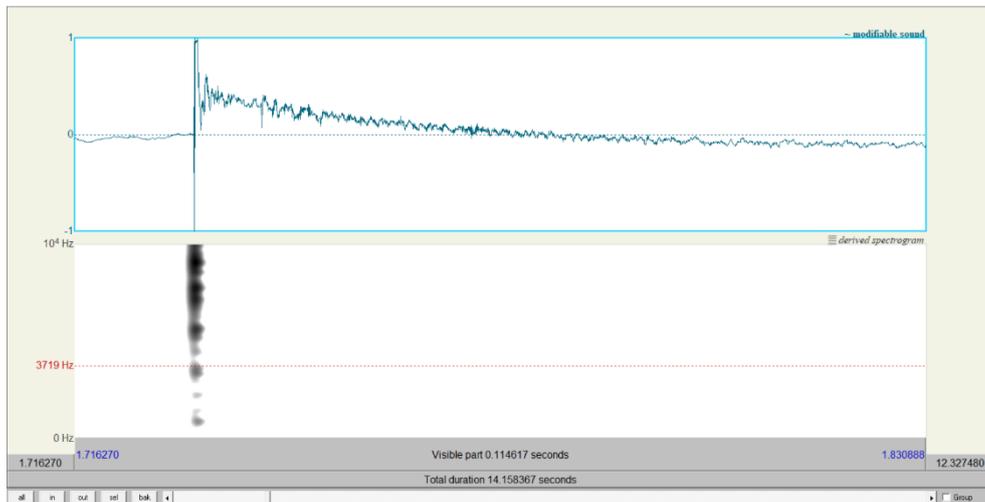
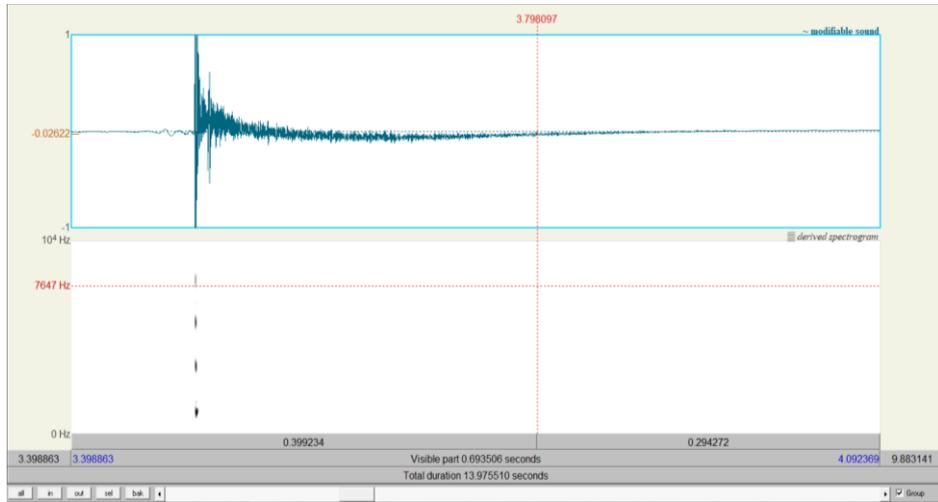


図4 「praat」により得られたスペクトログラム 先端（上） 先端から3分の1（下）

3.3 考察

仮説を裏付けるような範囲の倍音が見られたので、定常波動的な剣の振動が実際に起こっていると考えられる。しかし、同時にQ値（音エネルギーの損失の大きさを表し、スペクトログラムにおいては黒点の横軸方向の広がりとして表現される）が異様に広いので、正確性にかけるデータであるかもしれない。

4. 検証実験③

4.1 仮説

剣の表面状態を変えてデータを集めQ値の大きさの変化を読み取ればQ値に影響を与えている要因がわかるかもしれない。

4.2 方法

Q値に影響を与える要因を調べるためにアルミホイルやラップを巻いて剣の表面状態を変えて同様に実験を行ったが、得られたデータを分析していたときに今まで我々がデータを読み取る際にミスをしていたことが発覚した。スペクトログラムを読み取る際に、表示する時間範囲を短くしてしまったために黒点が横軸に沿って引き伸ばされ、Q値が広く現れてしまっていた。該当箇所の一例を以下に示す(図5)。なお、以下の例はともにデータの同一箇所をとっている。

4.3 結果

図5のような結果が得られた。

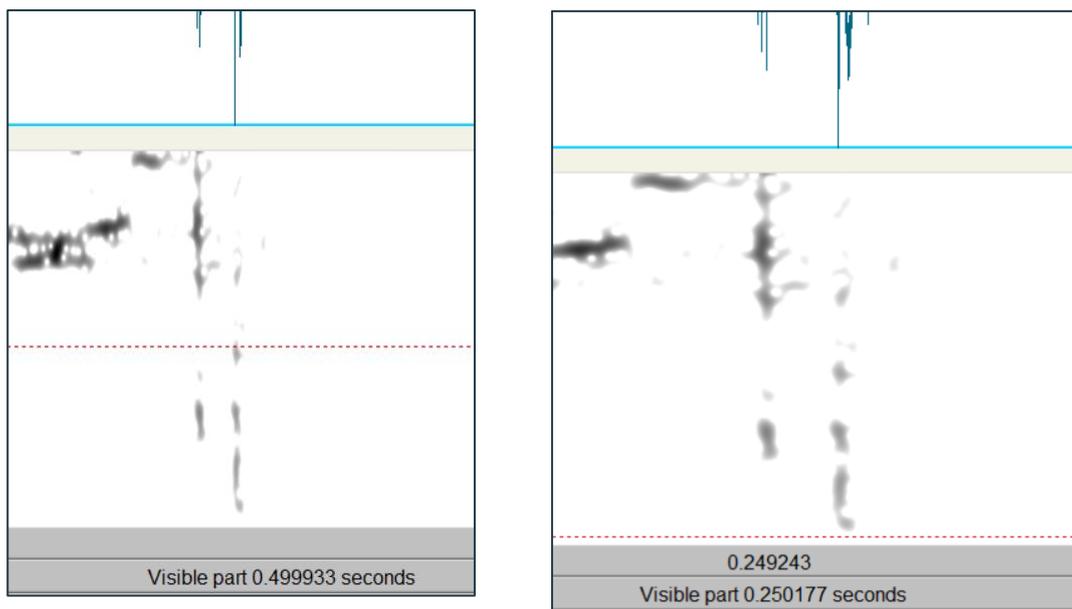


図5 スペクトログラム 元のデータ (左) 引き伸ばされたデータ (右)

4.3 考察

グラフの横軸の表示範囲がデータごとにずれており、Q値が大きく不自然だと思われていたデータも実際はグラフが引き伸ばされた影響で大きく見えていただけであった。

5. 検証実験④

5.1 方法

検証実験②の結果で提示したデータは横軸の表示範囲が一定でなく正確性に欠けるため、検証実験②と同様の方法でデータを再度集め、グラフの横軸の表示範囲を一定に揃えた上で打撃の瞬間によく音の出ている振動数帯を目視で確認した。なお、以下の図6の上部の波形グラフで最も振幅が大きくなっている部分が打撃の瞬間であり、その直下の部分のスペクトログラムが対応している。

5.2 結果

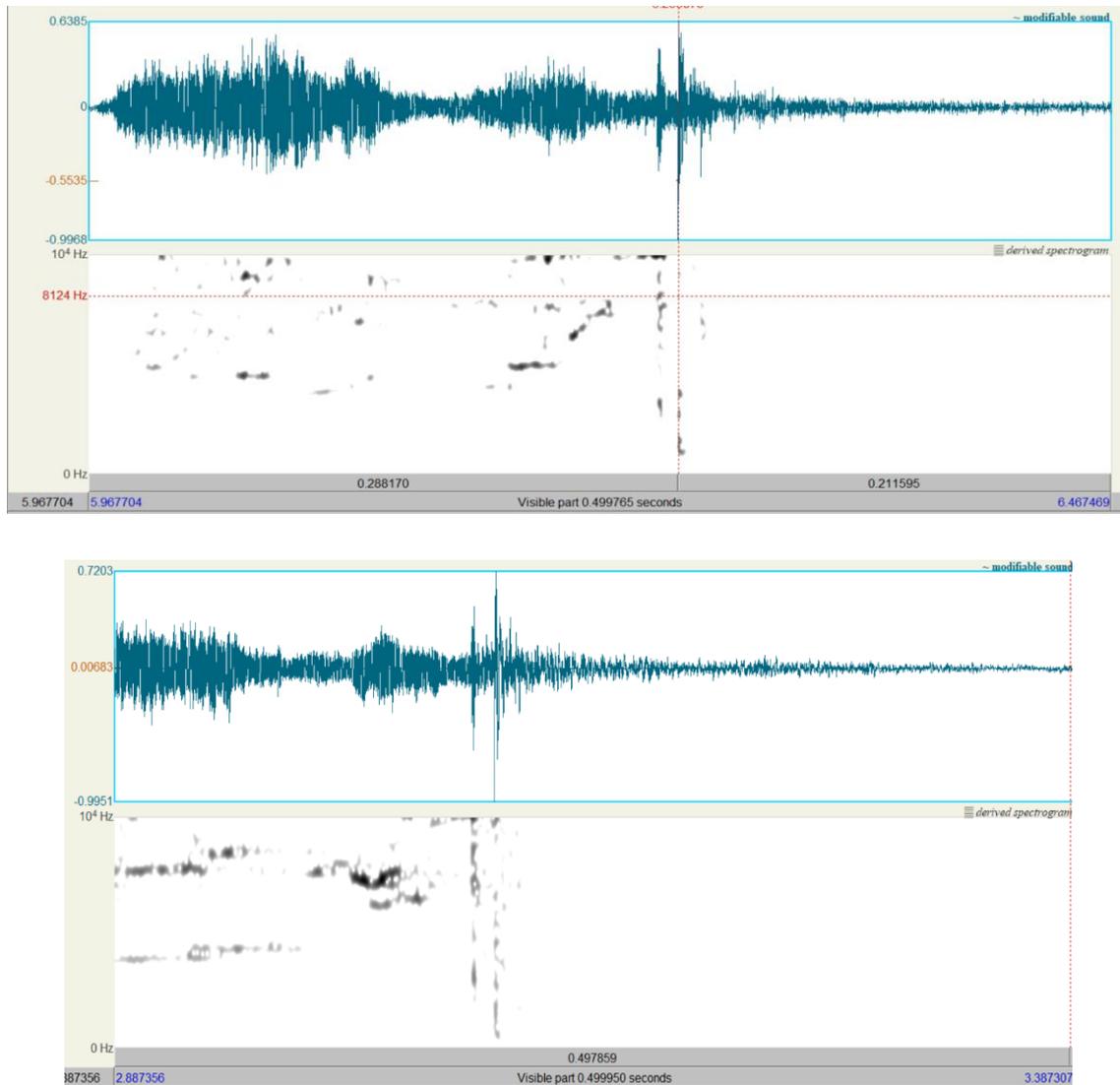


図6 検証④のスペクトログラム 先端（上） 先端から三分の一の点（下）

5.3 考察

倍音のように周波数がとぎれとぎれの音が観測されたが、倍音のようにきれいなグラフにはならなかったため、倍音であるとは決定づけられない。

6. まとめ

6.1 結論

百均のチャンバラ剣を硬いものに打ち付けたときに心地よい大きな音がする理由について、剣がギターの弦のような定常波動的な振動をしているのではないかと仮説を立てて調査をした。その結果、pramatで観測した音のスペクトルからそれらしいものは見られたが倍音だと決定することができず剣が定常波動的な振動をしていると断言するに至ることはできなかった。

6.2 今後の展望

他の材質(硬さ・重さ)で作った剣で同様に実験を行ったときのスペクトログラムを測定しチャンバラ剣との比較実験をする。また、実験を繰り返し爆音の正体を暴く。

謝辞

指導教官の高崎高校SSH部長岡田直之氏には終始適切なお指導を賜りました。ここに深謝の意を表します。

参考文献

<https://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/R04ssh/sc2/22224.pdf>

<https://www.youtubeeducation.com/watch?v=Q55F71sx454>

<https://www.youtubeeducation.com/watch?v=-xG6tDS-gyo>

<https://www.youtubeeducation.com/watch?v=ovmWWZX0aiI>

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jasj/5/6/5_KJ00001451572/_article/-char/ja/

<https://kotobank.jp/word/%E7%88%86%E9%9F%B3-600124>