



# 配信ライブにおけるライブ感の向上に関する研究

## — 第 2 報 振動の影響分析と一体感向上システムの提案 —

Research on Improving the Feeling of Live Streaming

- 2nd report, Analysis of the effects of vibration and proposal of a system to improve the sense of unity -

小坂真太郎<sup>1)</sup>, 高橋秀智<sup>2)</sup>

Shintaro KOSAKA, Hidetomo TAKAHASHI

1) 東京工科大学大学院 工学研究科 サステイナブル工学専攻

2) 東京工科大学大学院 工学研究科 サステイナブル工学専攻 (〒192-0982 東京都八王子市片倉町 1404-1, takahashihdtm@stfedu.teu.ac.jp)

**概要:** コロナ禍により対面ライブなどの開催の機会が減少している中、配信ライブの機会が増えてきた。そこで本報では第 1 報で調査した振動によるライブ感への影響の分析や振動装置として利用したエキサイターの振動特性の調査・分析を行った。また振動以外の要素として一体感によるライブ感への影響を調査するために実験用の一体感を向上させるシステムの提案を行った。結果として振動が迫力や会場にいる感は感じることができるということがわかった。またエキサイターへの入力を低音のみにすることでより迫力や会場にいる感が向上しライブ感を感じることができることもわかった。

**キーワード:** 配信ライブ, ライブ感

### 1. はじめに

新型コロナウイルスの流行の影響により、リモートワークなどによって人々が自宅で過ごす時間いわゆる「おうち時間」というものが社会全体で増加し、配信ライブの数が増加してきた。[1]

本研究の目的は対面ライブにおいてライブ感を感じるための重要な要素と、配信ライブにおける不満がある要素について調査し、その要素のライブ感への影響を調査することを目的とする。

これまでに実験で調査するための要素を調べるためにアンケート調査を行い、その結果から視聴環境の違いによるライブ感への影響や振動の有無によるライブ感への影響について調査するための実験をしている。

本報では、これまでの結果の分析や振動以外の要素として一体感によるライブ感への影響を調査するためのシステム提案を行う。

### 2. ライブ感とは

本研究では音楽ライブにおいての迫力や包まれ感などの観客がライブで感じることができる要素のことをライブ感とした。

### 3. 振動の影響分析

本報では第 1 報で行った実験に加えて 8 名の追加実験を行い振動の影響分析を再度行なった。また、振動装置と

して用いたエキサイターの振動特性の計測も行った。

#### 3.1 実験内容, 結果

##### 3.1.1 実験内容

5.1ch サラウンドスピーカーでの配信ライブ視聴を対面ライブでの視聴環境とし、イヤホン (振動なし)、イヤホン (振動あり)、ネックスピーカー (振動なし)、ネックスピーカー (振動あり) の 4 パターンで行なった。(以下  $Y_n$ ,  $Y_v$ ,  $N_n$ ,  $N_v$ )

4 パターンそれぞれについて迫力、会場にいる感、包まれ感の 3 つの項目について『1. 感じなかった~4. 感じた』の 4 段階で評価してもらい、整理評価として皮膚抵抗を計測していた。

##### 3.1.2 結果

図 1 はアンケートの結果を示していて、グラフの横軸は実験のパターン、縦軸はアンケートでの 4 段階評価の平均と標準誤差を示している。

皮膚抵抗は測定したデータの最初の 5 秒間と最後の 5 秒間の平均をそれぞれ求め、求めた 2 つの値から変化量を計算し、その変化量から変化率を求めている。

表 1 は皮膚抵抗の結果であり、全被験者の平均変化率を示している。

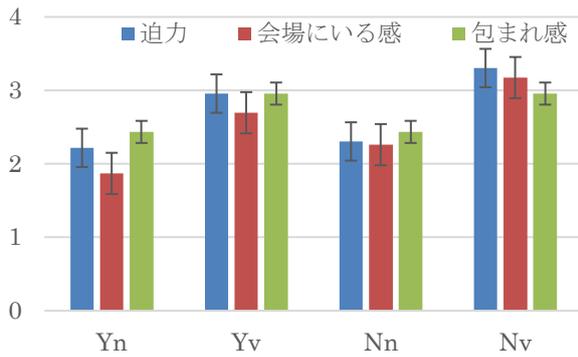


図 1 アンケート結果 (23名)

表 1 皮膚抵抗結果 (23名)

	Yn	Yv	Nn	Nv
平均変化率(%)	14.5	5.5	14.7	12.1

### 3.2 スティール・ドゥワズ法による多重比較

一元配置分散分析を行なって、有意にならないために多重比較を行わないと多重比較法により示すことのできる有意差を見逃す可能性があったり、分散分析で有意となっても多重比較では有意差のある組み合わせが存在するとは限らないため、多重比較を行う。[2]

今回はノンパラメトリック法での多重比較の1種であるSteel-Dwass法(Tukeyの方法のノンパラメトリック版)で検定を行った。

この方法により実験結果における多重比較の結果を以下の表2に示す。表2においてP<0.05より有意な差である場所には有意であった項目(迫:迫力, 会:会場にいる感, 包:包まれ感, 皮:皮膚抵抗)が記入してある。

表 2 迫力

	Yn	Yv	Nn	Nv
Yn	-	迫	×	迫, 会
Yv	-	-	×	×
Nn	-	-	-	迫, 会
Nv	-	-	-	-

第1報ではアンケートでは全ての項目で振動がある方がないときに比べ有意であったが、多重比較を行なった結果、迫力と会場にいる感においては振動がある方が有意であった。包まれ感については有意な差が見られなかった。

皮膚抵抗では第1報で有意であったイヤホンの振動有無においても有意ではなかった。

このことから振動があることにより人間の心理的には迫力や会場にいる感を感じているが、包まれ感については振動の影響はないと考えられる。

生理的には有意な差が見られなかったため振動による影響はほとんどないと考えられる。

### 3.3 エキサイターの振動特性分析

実験で振動装置として使用したエキサイター(DAYTON AUDIO HDN-8)の振動特性である周波数特性を調べた。特性を調べるために加速度計(Wit Motion, WT901BLE)を使用した。図2は測定の様子である。

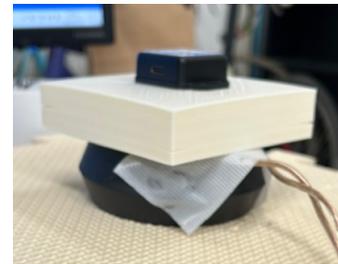


図 2 計測の様子

図3は測定結果のグラフであり、横軸は周波数(Hz)縦軸は加速度(g)を表している。

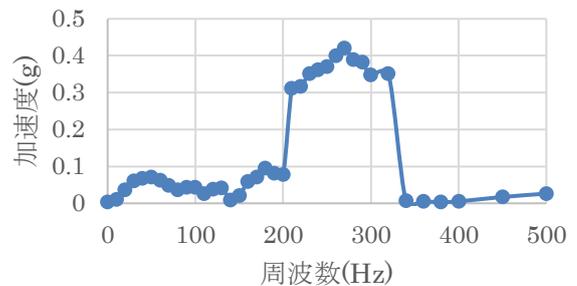


図 3 周波数特性測定結果

次にエキサイターの出力を調べた。100Hzの音声信号を用いて計測した数値を以下の式に代入することにより出力を測定した。ここでのmは図2の重りと加速度計の質量を足したものである。

$$\begin{aligned}
 F &= ma \\
 &= \left(\frac{114.26}{1000}\right) * 0.052 * 9.8 \\
 &= 0.058[N]
 \end{aligned}$$

測定した出力を以下の図4に示す。

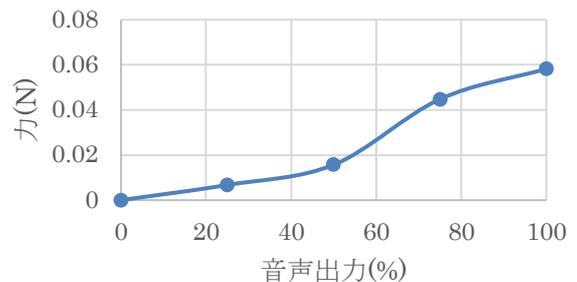


図 4 エキサイター出力

図4よりエキサイターの出力が最大になるのは音声出力100%付近でありその時の出力は約0.058Nである。加速度が最大になった270Hzは100Hzの加速度の約9.8倍であるため、270Hzの時の出力を $x$ とすると、

$$x = 9.8 * 0.058 \\ = 0.5684[N]$$

となるため、本実験で使用したエキサイターの最大出力は約0.57Nである。

#### 4. 比較実験

第1報ではエキサイターに実験用の音源をそのまま入力したため、低音のみの音源を入力したときと比較実験を行なった。被験者は20代10人（男性9名、女性1名）である。

##### 4.1 実験方法

全音の音源と低音のみの音源の2パターン（以下 full, bass）をランダムな順番で聞いてもらい、各パターンの後にアンケートに答えてもらった。

アンケートの内容としては迫力、会場にいる感、包まれ感の3項目についてそれぞれ4段階で評価してもらった。

さらに生理評価として皮膚抵抗の計測も行った。

##### 4.2 実験結果

アンケートの結果を図5に皮膚抵抗の結果を表3に示す。図5のグラフの横軸は実験のパターン、縦軸はアンケートの結果の平均値と標準誤差を示している。

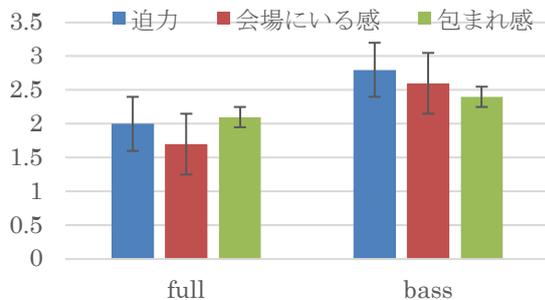


図5 比較実験アンケート結果

表3 比較実験皮膚抵抗結果

	full	bass
平均変化率(%)	2.10	1.08

t検定の結果、 $P < 0.05$ よりアンケートでは迫力と会場にいる感の差は有意であり、包まれ感では有意ではなかった。皮膚抵抗では有意な差は得られなかった。

##### 4.3 考察

結果より、迫力と会場にいる感は低音のみの音源の方が評価が高かった。これは音源の中高音域をカットしたこと

により、会場で感じるウーハーの音により近くなったためではないかと考えられる。

皮膚抵抗では、有意な差が見られなかったため全音と低音のみの効果はわからないが、全体的に数値が上がっているためリラックスしていると考えられる。これは、リクライニングチェアを使っているため体勢によってリラックスしてしまったためであると考えられる。

#### 5. 一体感向上システム

振動以外の要素として、第1報のライブ感に関する調査の結果より、一体感についても調査する。

##### 5.1 視聴者のとる動作

配信ライブ視聴中に視聴者がとる動作として以下のものが実現されている。

- ・サイリウムを振る
- ・手拍子
- ・体を揺らす
- ・コメント
- ・投げ銭

この中でも“サイリウムを振る”、“体を揺らす”の2つの動作に着目し一体感を向上させるためのシステムを構築し実験を行う

##### 5.2 システム概要

視聴者の動きを取り込み、取り込んだデータから複数のアバターを視聴者と同じように動かすことで他の視聴者がいるように感じさせたりし、一体感を演出する。

##### 5.2.1 動作の取り込み方法

動作の取り込み方法としては以下の2つがある。

- ・加速度センサ  
体や手首あたりにセンサを取り付け体の動きを取り込む。  
センサのついた棒を持って振ってもらいペンライトを振る動きを取り込む。
- ・モーションキャプチャー  
視聴者の体全体をkinectなどのカメラで撮り、体の動きやペンライトを振る動作を取り込む。

今回のシステムではkinectを使用し体や腕の動きを取り込む。

##### 5.2.2 モデルの表示方法

事前に取り込んだデータからサイリウムや体の動きのモデルを作成し、映像の下部にある余白部分に複数表示する。

実際には頭に見立てた丸い形状のモデルとサイリウムに見立てた棒のモデルをそれぞれ用意し、サイリウムだけ動く場合とサイリウムと頭両方が動く場合の2パターン

作成する。

映像にモデルを表示するイメージ図を以下の図 6 に示す。



図 6 イメージ図

配信ライブでは映像が切り替わったりもするためモデルを映像の下にそのまま表示しては違和感が生じる可能性もあるため実装する際には映像の上下左右に装飾をしライブ会場のモニター風にする事で他の観客と共に会場にいる感を感じることができるようにする予定である。

## 6. おわりに

結論として、振動があることにより迫力や会場にいる感

は感じることができるということがわかった。またエキサイターへの入力を低音のみにすることでより迫力や会場にいる感が向上しライブ感を感じることができることもわかった。

生理評価の結果より、振動による生理的な影響は見られなかったが、数値が全体的に上がっていることにより身体的にはリラックスしているということがわかった。

今後の課題として、比較実験の結果では標準誤差の値が大きいため、今後被験者を増やしデータをもっと取っていく必要がある。

また一体感のシステムについては今回提案したシステムを実装しテストや実験を行うことでライブ感に関するその効果を検証していく必要がある。

## 参考文献

- [1] 池和田一里, コロナ禍で激変したライブエンタメ市場とオンラインライブの動向, 実演家著作権隣接センター.
- [2] 永田靖, 多重比較法の実際, 応用統計学 Vol.27, No.2(1998)