

振動成分が和太鼓のリアリティに与える影響について

山岡 晶[†] 風井 浩志^{††} 片寄 晴弘[‡][†] 関西学院大学理工学研究科 ^{††} 理工学研究科ヒューマンメディア研究センター [‡] 関西学院大学理工学部

1 はじめに

2001 年にナムコから登場した「太鼓の達人」は年現在でも新作が発売され好評を博している等、和太鼓の流行は未だ衰える気配がない。

しかし、そんな和太鼓であるが、個人で所有して楽しむにはいくつかの問題点がある。和太鼓を自宅で楽しもうと思うと、その音量や振動が迷惑になることが容易に想像される。また、他の楽器に比べて単価が非常に高いことや、維持、保管の難しさも挙げられる。そこで、個人で気軽に楽しめる太鼓として、「騒音の発生しない和太鼓を安価で作る」というコンセプトのもと製作した、デジタル和太鼓の評価を行った。

2 本研究における目標

デジタル和太鼓システムは MIDI パッドと PC、そしてヘッドホンで構成される。MIDI パッドを拍打することによって、MIDI 信号が PC に送られ、PC がヘッドホンに音を出力するというものである。しかしながら、ヘッドホンで本当に和太鼓の良さを再現できるのであろうか？ヘッドホンの中には、和太鼓の音の根幹とも言える低音の再現が苦手なものもある。以前の研究において和太鼓の低周波成分を除去することにより主観的、及び客観的評価が低下するという結果が得られている。そこで本研究では、和太鼓の低周波成分を低周波振動を以て補填することができるか調査を行う。

実験 1 では、振動子の有無の比較、及び低周波成分を多く含む条件及び余り含まない条件を比較する為に異なる性能のヘッドホンの比較を行い、質問紙法による主観的評価を行った。

実験 2 では、和太鼓において重要であると考えたを 3 つの要因、「音」「拍打」「振動」に分けて各条件としてそれぞれの有無の比較を行い、fNIRS による脳活動計測を行った。

3 実験 1、質問紙法による主観的評価

実験 1 の目的は低周波成分の補填を目的としてデジタル和太鼓に組み込まれた振動子が本システムの心理評価に及ぼす効果を検討することであった。

3.1 手続き

12 名の健常な被験者 (20~24 歳, 平均 23.3 歳) に対し、デジタル和太鼓を用いてヘッドホンと振動子に音刺激信号を伝達した。その際に出力される音を以下の 4 条件の下で聴取させ、質問紙による心理評価を行った。実験 1 における条件とは、低周波成分の出力の違う 2 種類のヘッドホン、及びそれぞれに対する振動子付加の有無である。低周波成分出力の少ないヘッドホン (以下 Low) の再生周波数域は 20Hz~20000Hz, 低周波成分出力の多いヘッドホン (以下 High) の再生周波数域は 7~41000Hz である。1 試行中の音の提示数は、各被験者が評価に必要であると判断した回数とした。各被験者は、全ての条件を 3 試行ずつ行った。

心理評価の設定項目は、「快／不快」「臨場感」「高級感」「ゾクゾクする」「感情が昂る」の 5 項目であった。これらの 5 項目に対して、+5~-5 の 11 段階で評価した。質問は 1 試行終了する毎に回答させた。

3.2 結果と考察

心理評価の結果が図 1 である。振動体を付加した場合の両ヘッドホンを比較すると、「高級感」以外の項目において、ほぼ同じぐらいの値であることが確認された。また、Low に振動体を付加したものは「感情が昂る」「ゾクゾクする」「臨場感」の三項目において、High に振動体を付加しないものを上回る結果が得られた。この結果より、Low ヘッドホンであっても、振動子を付加することにより High ヘッドホンと同等かそれ以上の評価を得ることができるということが明らかにになった。

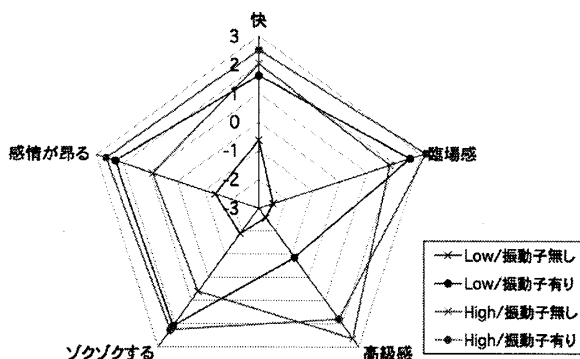


図 1: 主観評価の結果 (全体平均)

青:Low, 赤:High ×:振動体無し, ●:振動体有り

Three factors on the reality of the Japanese drum.

[†] Akira YAMAOKA(yamaoka@ksc.kwansei.ac.jp)^{††} Koji KAZAI(kazai@kwansei.ac.jp)[‡] Haruhiro KATAYOSE(katayose@kwansei.ac.jp)

Graduated School of Sci.&Tech., Kwansei Gakuin Univ. (†) Gakuen, Sanda, Hyogo 669-1337, Japan

4 実験2, fNIRS による脳活動計測

実験2の目的は振動子が太鼓再生音に対する脳活動に及ぼす効果を検討することであった。

4.1 手続き

12名の健康な被験者(20~24歳, 平均22.25歳)をに対し, 実験1と同様のシステムを用いて刺激を提示した。その際, システムに以下の制約をかけて実験条件とした。ヘッドホン出力の有無(Sound;S要因), 拍打の有無(Beat;B要因), 振動の有無(Vibration;V要因)の3つの条件を組み合わせた8条件の中から次の2条件を除いた6条件に対して脳活動計測を行った。除外した2条件とは, ヘッドホン・振動の2つの出力を両方とも除いたものである。まずヘッドホン出力の有無とは, 被験者に対して聴覚的な刺激を与えるかどうかである。拍打の有無とは, 和太鼓を叩くという動作を行うかどうかである。拍打を行わない場合は, 被験者はキーボードの鍵盤を指で押すことで拍打と同様の出力を得ることができる。振動の有無とは, 腹部に装着した振動子を動作させるかどうかである。

4.2 データ処理

fNIRSによる酸化化ヘモグロビン計測データは, 1試行毎に標準化を行い, デジタル和太鼓拍打時の平均値から安静時の平均値を差し引いた値をその試行の脳活動変化と定義した。また, 前頭部に装着した24chを4分割(ch1~7, 6~12, 13~19, 18~24)し, 分割区域ごとに脳活動変化の有意差検定を行った。被験者間平均の有意差検定として, Bonferroniの多重比較法を用いた($\alpha = .05$)。

4.3 結果と考察

4.3.1 振動要因の効果について

まず, この研究で最も興味のある振動の効果を見る。SB条件と, SBV条件を比較すると, 2つの条件間には有意な差があり, SBV条件の方が脳活動が上昇することが明らかになった。

また, 音要因のみのS条件と, それに振動要因を付加したSV条件との比較を行うと, この条件間にも有意な差があり, SV条件の方が脳活動が上昇することが明らかになった。SB条件とSBV条件, およびS条件とSV条件との比較においてそれぞれ振動付加により脳活動の上昇が認められたことから, 拍打の有無にかかわらず, 振動子付加によって脳活動が上昇することが明らかになった。その理由として, 振動子を直接腹部に当てることで, 失われた低周波成分や振動を補填しているのではないかと考えられる。これは, 和太鼓を叩いたときの内観に, 「腹に響く」という表現があることから, 腹部が振動を受けるのに適しているの

はないかとも考えられる。この結果より, デジタル和太鼓システムにとって振動子を組み込むことが有効であると示された。

4.3.2 拍打要因の効果について

SB条件と, SB条件から拍打要因を除いたS条件との比較を行った結果, 一部の部位でしか有意な差が認められなかった。同様に, BV条件とBV条件から拍打要因を除いたV条件との間でも一部の部位でしか有意な差は認められなかった。しかし, SBV条件とSV条件との比較ではSBV条件の方が全ての部位で有意な差が得られた。このことから, 拍打要因は単独では脳活動に影響を及ぼさないものの, 音要因, 及び振動要因とが全て揃った場合にのみ脳活動を上昇させるという限定的な結果が示唆された。この結果を本物の和太鼓と比較する事により, 本システムが本物の和太鼓にどれだけ迫れているかを調べることができると考えられる。

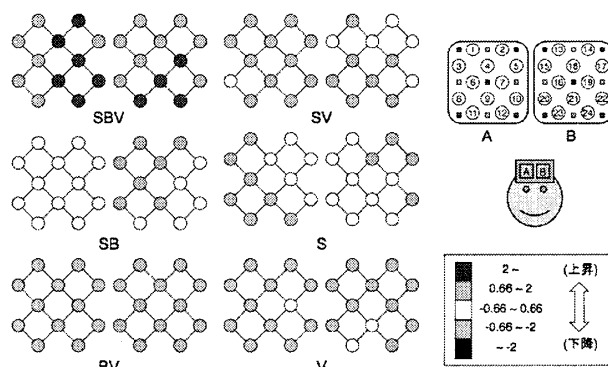


図2: 太鼓拍打時の脳活動の変化(全体平均)

5 まとめ

本研究の目的はデジタル和太鼓システムに振動子を付加することにより, サンプリング等の問題により喪失した低周波成分を補填することができるかを調査することであった。今回行った2つの実験により, デジタル和太鼓システムにおいて音, 振動, 拍打の3つが重要な要因であることが示された。また, 振動という要因は心理評定に影響を及ぼす等, 特に重要であることが示された。今後は, デジタル和太鼓システムが本物の和太鼓にどこまで迫れるかを調べる為に, 心理評定における項目設定の基準を設定していく [1]と共に, 振動が本システムに与える影響について更に詳しく調べていきたい。

参考文献

- [1] 亀井 且有, 青山 美由夏, 木下 雄一朗, クーパー エリック, 星野 孝総 (2006). SD法による心理計測および近赤外分光法による生理計測にもとづく打楽器音楽の感性評価. 日本工学会研究論文集: 感性工学, 6(4), 67-75.