

筋電センサを用いた動作楽器の開発と 幼児向けリトミックでのコミュニケーション能力強化方法の提案

高橋 大斗^{†1} 川野邊 誠^{†1}

現在のリトミックは、インストラクタと幼児間でのコミュニケーションは行われているが、幼児が演奏能力を有していないこともあり、幼児同士の音と動作を使ったコミュニケーションは困難である。そのため、幼児同士という観点において、コミュニケーション能力の強化はされにくいのではないかと考える。これに対し、本研究では、幼児の動き自体から音を発生させることが可能であれば、上記問題の解決が可能であると仮説立て、演奏能力のない幼児にも容易に扱うことが可能な動作楽器を開発し、リトミックへ導入することを目的としている。本稿では、筋電センサを用いた動作楽器の試作開発について報告する。

キーワード: リトミック, 筋電位, 筋電センサ, MIDI

Development a Motion Musical Instrument using Myoelectric Sensors for Children's Eurhythmics.

HIROTO TAKAHASHI^{†1} MAKOTO KAWANOBE^{†1}

In childhood education, eurhythmics is one of the most useful method to improve little children's rhythmic senses, physical abilities and communication skills. The current eurhythmics focuses on interactions between eurhythmics instructors and little children. On the other hand, the interaction between little children is not regarded as important, because almost little children don't have musical performance abilities. Therefore, current eurhythmic cannot be expected to improve communication skills between little children by musical instrument sounds and body motions.

In this study, we developed a motion musical instrument using myoelectric sensors for children's eurhythmics to this problem. Our motion musical instrument is able to convert little children's actions into musical instrument sounds. Expectation effects of this study are to facilitate interaction between little children and to improve their communication skills by the eurhythmics.

Keywords: Eurhythmics, Myopotential, Myoelectric Sensors, MIDI

1. はじめに

リトミックとは、音楽と身体動作を用いて楽しみながら様々な能力の向上を目指した教育法である。それは、幼児教育に有益とされており、音楽的感性や身体的能力のみならず、自己表現やコミュニケーション能力など社会的基礎力を育成することができるといわれている[1][2]。

現在のリトミックでは、インストラクタの演奏に合わせて幼児が身体を動かすことや、幼児の動きに合わせてインストラクタが演奏することが主な音(音楽)と動作の組み合わせ手法になっている。この手法では、インストラクタと幼児間でのコミュニケーションは行われているが、幼児同士の音と動作を使ったコミュニケーションは行われていない。その背景として、幼児が楽器演奏の能力を有していないことが挙げられる。そのため、幼児同士という観点において、コミュニケーション能力や社会性の強化はされにくいのではないかと考える。

これに対して、本研究では、幼児の動き自体から音を発生させることが可能であれば、演奏能力を有していなくとも音

と動作を用いた幼児同士のコミュニケーションが成り立つのではないかと仮説を立て、リトミックに対して筋電センサを用いた動作楽器の導入を目的とする。その結果、リトミックにおいて、幼児同士の音と動作を用いたコミュニケーションが成立することから、コミュニケーション能力や社会性の向上が期待できる。本研究の全体の研究構想については、図1に示す。なお、本論文では、筋肉の動きから発する電位を基に、音を奏でるデバイスを実験的に開発した結果を報告する。

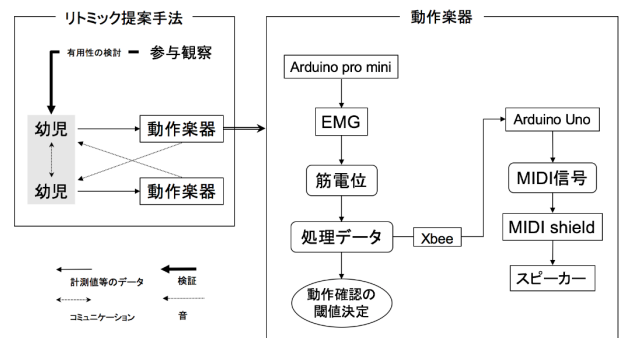


図1 研究構想

^{†1} 産業能率大学情報マネジメント学部
School of Information-Oriented Management, SANNO University

2. 筋電センサを用いた動作楽器の試作

2.1 動作楽器の概要

開発した筋電センサを用いた動作楽器のシステム構成を図2に示す。動作楽器は、センシング部で筋電センサにより筋電位を計測し、演奏制御に用いる筋電位の範囲を決めるためのキャリブレーションを行う。キャリブレーションを経て取得した筋電位は変換部へと送られ、演奏制御に使われる。変換部では、センシング部から送られた筋電位をMIDI信号に変換することで音を鳴らしている。

今回開発した動作楽器は、リトミックに導入するため、幼児であっても容易に操作が可能であることを目指す。開発した動作楽器各部の詳細は2.2, 2.3で説明する。

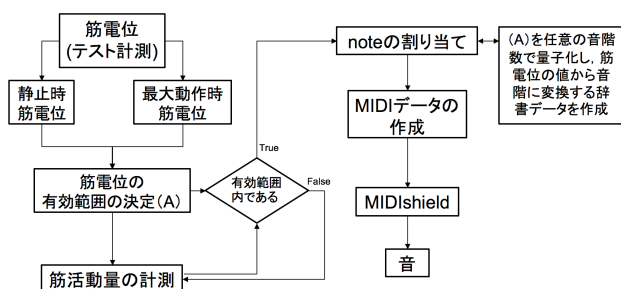


図2 動作楽器システム構成

2.2 センシング部

センシング部では、Advancer Technologies社のMyoWare Muscle Sensorという筋電センサを用いて、筋電位を計測する。幼児は、手を上げる、叩くなどの動作が多いため、今回のシステムにおける筋電位計測位置は、それら動作の主動作筋である三角筋(前部)とした。

本動作楽器は、動作に応じて音を発する仕組みのため、静止時に音が発生してはならない。したがって、静止時に音を鳴らさないようにするため、静止時に発生する微弱な筋電位を明らかにする必要がある。さらに、筋量には個人差があるが、筋電位の動作時の上限値も明らかにし、動作楽器使用者の筋電位の範囲を定めることで、筋量の差に関わらず動作楽器を使用することが可能になる。

以上のことから、キャリブレーションで静止時と動作時の筋電位を求め、音階制御に利用する筋電位の範囲を決定しなければならない。キャリブレーションの手順は以下の通りとする。

- ① 青色LEDの点灯に合わせて動きを静止し、静止時の筋電位を計測し、記録する
 - ② 赤色LEDの点灯に合わせて可動域の最大まで腕を上げた状態の筋電位を計測し、記録する
 - ③ ①②から動作楽器使用者の筋電位の範囲を決定する
- 以上の手順を経て、音階制御に利用する筋電位の範囲が決定され、その情報は変換部へと送られる。

2.3 変換部

変換部では、センシング部で計測した筋電位をMIDI信号へ変換する。実際の発音には、MIDIshieldを利用する。MIDIshieldは、Arduinoから送られるシリアルデータを用いてMIDIを制御することが可能である。今回は、sparkfun社Musical Instrumentを使用した。このMIDIshieldは、ピンソケットをハンダ付けしてArduinoに接続する。

変換部で行われる処理について以下記述する。まず、センシング部で定めた筋電位の範囲を音階に振り分ける。音階の振り分けは、腕の位置を単純に音階に割り当てると、同音を鳴らそうと考えた時に動きが静止してしまうため、動作量を音階制御に利用する。MIDIの制御に使用するコードは主に2種類あり、noteOnとnoteOffである。noteOnは音を鳴らすという指令で、noteOffは音を止めるという指令である。2つのコードはともに、channel, note, velocityに値を設定し制御する。Channelで音色(楽器)を指定するために、プリセットされている音色に対応する数値を入力する必要がある。noteは、音階を意味することから、noteの値には発生した筋電位の計測値を入力し、音階を制御する。velocityは、音の強さを意味するが、今回のシステムでは固定値を入力しておき、音量は一定とする。

今回の制御では、仮に腕を下げた状態を0度とし、30度上げた状態から10度下げる動作、同様の状態で10度上げる動作をそれぞれ行なった場合は、同じ音が鳴るような設計となっている。筋電位の音変換手順は以下の通りである。

- ① 筋電位の計測範囲を音階の数で量子化する
- ② 音階の数で分けた範囲それぞれに音階を割り当てる
- ③ 発生している筋電位と1つ前のタイミングで計測した筋電位の差を求める
- ④ ③で求めた値と②から音階を判定し、その音階のノートナンバーをnoteに代入する
- ⑤ noteOnを送信
- ⑥ 次のnoteOn送信直前にnoteOffを送信

これにより、腕の上下運動によって音階の制御を実現している。

3. 動作検証実験

3.1 実験概要

本研究で開発した動作楽器の検証実験について述べる。今回の実験では、開発した動作楽器の簡単な仕様や操作方法を被験者に伝えた上で、実際に被験者に動作楽器を装着・使用してもらい操作性や発せられる音、改善点についてインタビュー調査を行う。実験環境は以下のとおりである。

- 実験機器：本論文で試作した動作楽器(図3)
- 被験者：男性4人(肥満体型でない)
- 筋電位計測位置：三角筋前部(図4)

- 発音音域: ノートナンバー60(C3)~72(C4). ただし, 半音は除く
- 音の大きさ: velocity = 60
- 音色: channel = 0 (ピアノ)
- 質問項目: 操作感, 発せられた音, 改善点についてインタビュー形式で回答を求めた

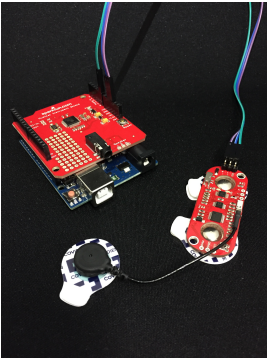


図3 動作楽器

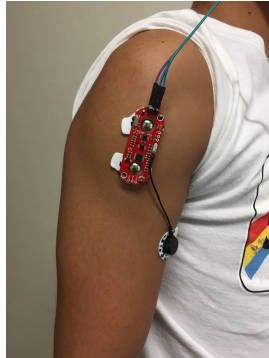


図4 筋電位計測位置

3.2 実験結果

まず, 開発した動作楽器を被験者に装着し, キャリブレーションを行った. いずれの被験者においても, 静止時と最大動作時の筋電位をもとに, 容易に音階制御に用いる筋電位の有効範囲を定めることができた. キャリブレーションの結果, 個人の体格差にかかわらず筋電位の値を用いて, 動作量に応じて音を鳴らすことに成功した. 被験者の自由な動作に対して発せられる音は, 静止時以外は連続した音列となっており, 聞いている感じとしては, 偶発的な音列にも関わらず, 意味を持った曲のように聞こえた.

被験者に対するインタビューの結果, 以下のような回答が得られた. まず, 操作性については, 4人全員が「最初に発音した際に驚きを感じた」と回答した. また, 「特に操作上の煩わしさ等はなく, 動きが音に変換されることが意外に楽しい」という感想も得た. ただし, 「自分が思ったような音階を出そうとしても, その制御はかなり困難であり, 事実上無理ではないか」という意見も全員から得た.

その一方で, 「音階を制御できないが, 偶発的な音の羅列は不快な感じはなく, 現代音楽やヒーリングミュージックのような面白さがあった」「リトミックに活用するのであれば, 音階を制御するのではなく偶発的な発音の方が, より考えて動く必要があり, 想像力が必要となることから学習効果が上がるのではないか」という意見も得た.

改善点としては, 「しばらく使用していると次第に動作に対して音のズレを感じる」「動作と音のズレが違和感」という改善点が示された. その他, 最終的には装着のしやすさ等の改善は必要であるが, 試作段階での発音部分の検証では無視できる範囲であることが示された.

3.3 考察

実験の結果より, 操作自体に大きな問題はないことを確認することができた. また, 本システムを装着して体を動かすことによって, 音を出す行為自体が楽しいと感じることも分かった. これは, 子どもがリトミックで本システムを扱うことを想定すると非常に重要な要素であると考えられる.

しかしながら, 任意の音階の音を出そうと思っても, 動作量の調整で制御することは非常に困難であることも判明した. 結果として, 本システムを被験者が体験している際に発した音は偶発的な音列となってしまった. ただし, リトミックへの導入を考えると, 意図した音を出力するよりも, 偶発的に出た音に対して動きを考え, その動きがさらに偶発的な音に繋がる方が, 教育効果が高くなる可能性も考えられる. これについては, 今後, 実際にリトミックの指導者や子どもを被験者に用いて, どのような音を出力するのが適しているのかを考慮していく必要がある.

一方で, 動作と音のズレが気になる場面があることも明らかとなった. これは, 早く動いた際に, 動きから遅れて発音されるために違和感を覚えることが判明した. これについては, 筋電位の測定間隔を調整することで解決できることから, 大きな問題ではないと判断する.

4. おわりに

本論文では, 筋電センサを用いた動作楽器の試作結果について報告した. 今回の開発システムでは, ソフトウェアの設計に注力した結果, 機械や音楽に対する知識がなくとも, 腕の動作量(筋電位)を基に音を発することで, 容易な操作性を実現した. また, キャリブレーションにより, 筋量の差に関わらず動作楽器を使用できることは, 幼児向けリトミックへの導入を目指す上では非常に重要な点である. しかし, システムの改善の余地はあり, 音の制御の方向性を決めて開発を進めることに加えて, 動きと音の連動性についても検討する必要がある.

今後は, 子どもを被験者に実験を行い, そのフィードバックをもとに動作楽器を改善する. さらに, 実際にリトミックで使用することで, 本研究で開発する動作楽器がリトミックの学習効果向上に有用であるかについて検証する.

参考文献

- [1] “特定非営利活動法人リトミック研究センター”
<https://www.eurhythmics.or.jp>(参照 2017-07-24).
- [2] 長島礼, 五味克久. 保育におけるリトミックの意義に関する一考察-幼稚園教育要領・保育所保育指針における音楽とリトミックの比較分析-. 神戸大学大学院人間発達環境学研究所研究紀要 第8巻 第1号 2014.