# バイオリン演奏ロボットの研究 左手指改良によるビブラートの再現

西　村　友　之
Tomoyuki NISHIMURA
機械システム工学専攻修士課程　1 年

## 1. はじめに

2017 年 5 月 10 日から 13 日にかけてビックパレット福島で行われたロボティクス・メカトロニクス講演会 2017 に参加し「バイオリン演奏ロボットの研究　左手指改良によるビブラートの再現」というタイトルで発表した.

## 2. 研究内容

### 2.1　緒言

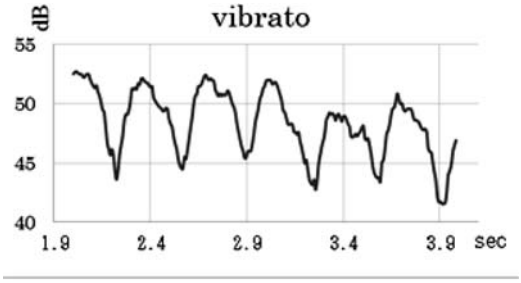
近年，ロボットの社会における役割として工場の生産ラインや宇宙空間などの人間が作業するに際して危険な場所で使用されている．これらのロボットは人目につきにくい現場で活躍している.

一方で人とのコミュニケーション能力を持つものや，筋電義手などの生活のサポートを行うものなど，表舞台で活躍するロボットも多く現れている.

本研究は，人が自己表現できる楽器の中でも演奏のバリエーションが多く，左右の腕や手が異なる動きをするバイオリンに着目し，実際に感情豊かな表現をさせ人と一緒にメロディを奏でられるロボットの開発を目標とした.

### 2.2　研究背景

実際の演奏者の方にビブラートがある状態とない状態で演奏していただき，その差を音量と周波数スペクトルの観点で解析し，ビブラートの実態を確認した．また，弾き方のインタビューを行い，どういった動作を行っているのかを確認した．また，実験時に演奏データを録音し，演奏データから「Oscope 2」を用いて解析し音量レベルを出力した．その解析結果を図 1 に示す.




Human’s vibrato

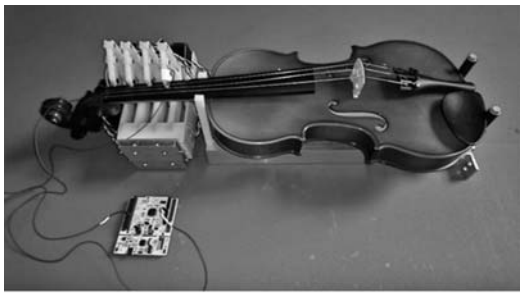
**Fig. 1　Analysis result of sound level**

図 1 において，ビブラートがある場合は約 3 Hz の周期，約 10 dB の変動がみられた．演奏を行ってもらった際，ビブラートの速さ等の指定を行わず弾いていただいたため，演奏者本人の行いやすいビブラートが表れていると考えられる．また，インタビューにおいて，ビブラートを行うにあたって動かしている体の部位について尋ねたところ，指先のみ，または手首から先という指摘を受けたためそれをもとに実験装置を開発した.

### 2.3　ビブラート機構

本年度は，左ハンドの指に対する機構の追加を行った．昨年度までの左ハンドの指の駆動方式として RC サーボと並行リンクによるフィンガリングが行われていたが，高速で動作を切り替える必要の出てくるビブラートを行うことができないため，2 章において得られた稼働部位の情報から，指先を動かすことによるビブラートの再現のために現在の指の先端部に小型のアクチュエータを追加するという方法でビブラートの実現を目指した.

また，細かく動かすという動作を，モータの回転運動を往復直線運動に変換することのできる往復すべり子クランク機構を用いることで，2 章において得られた稼働部位の情報から，手首から先を動かすことによるビブラートの再現ができるのではないかとも考え製作することとした．往復すべり子クランク機構には，スライダクランク機構とスコッチ・ヨ



Vibration motor system

Clank system

**Fig. 2　Laboratory equipment**

ーク機構を採用，製作を行い，同時にクランク機構からの動力を伝達できるような指の設計・製作も行った.

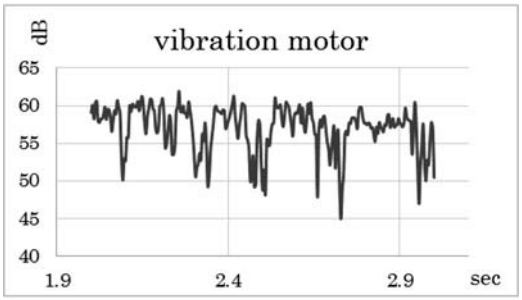
それぞれで製作した実験装置を図 2 に示す.

小型アクチュエータとして，振動モータを現在の左ハンドの指先に取り付けた．加えて，この振動モータを制御するマイコンの開発環境がオンラインコンパイラを基本としていたが，これのオフライン環境での安定した開発が可能となった.

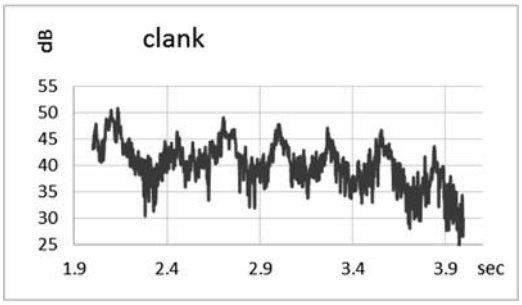
### 2.4　実験

以上の実験装置を用いて演奏実験を行った．その際のグラフの一例を図 3 に示す．縦軸が音量，横軸が計測タイミングである.

図 3 において，(a) のグラフは振動モータによる実験装置，(b) のグラフはクランク機構による実験装置で演奏した場合の音の解析結果である.




(a) vibration motor




(b) clank

**Fig. 3　Analysis result of sound level**

結果としては図 3 の（a）において，雑音によるノイズがあるものの，実験時に設定した 5 Hz の周期で，約 10 dB の変化が起こっていることが分かった.

また，図 3 の（a）において，人と同じ約 3 Hz の周期で約 10 dB の変化を生み出すことに成功した.

## 3. おわりに

今回，学会に参加して，自分には無い様々な視点・考え方をもつ方々との質疑応答などとても貴重な経験をすることができた．また，自分の研究における発展の余地を見つけることができ周りの発表から得られるものがたくさんあった．この学会から得られた経験をすぐに研究に活かしていこうと考えさせられた.