

# サクソフーン演奏におけるタンギングの検出

松本 留奈 (指導教員：椎尾 一郎)

## 1 はじめに

サクソフーン奏者に必要とされる基本的な演奏テクニックとして、初心者がまず学ばなければならない技術は、運指、息の吹き込み、タンギングの三つである。

タンギングとは、吹き口であるゴム製のマウスピースの下側に添えられる振動板、「リード」に舌で触ったり離したりして瞬時に振動の有無をコントロールすることである。息を吹き込んでいるときに舌がリードに触れると音が瞬時に止まり、舌で触れながら息を吹き込むと舌が離れた時瞬時に音が出る。

運指、息の量、タンギングのうち、運指は目で見て教わりやすく、息の量は音量に直結するため耳で聞いて把握することができる。しかしタンギングは口の中で行われるため目に見えず、息や運指と連携させながら行うため初心者には聴き取りづらい。タンギング技術は初心者にとって最初の難関である。

そこで本研究では、タンギングを視覚的に表示することで初心者の演奏技術の上達速度を向上させるためのシステムを構築する。

## 2 関連研究

サクソフォーンのタンギングの検出を目的に、ひずみゲージを使用した研究がある。[1] リードの先端近く、舌の当たらない側にひずみゲージを貼り付けることで、舌が当たってリードが歪み、離れて元の形に戻るタイミングを検出する。

しかしひずみゲージはアンプやブリッジ回路を必要とするため検出回路が複雑である。また、ひずみゲージで検出される歪みがタンギングにより発生したのか、息の量を調節したために振動が変化したものなのかの判断がつけ難く、僅かに舌が触れただけのタンギングを検出しにくいと考えられる。そこで本研究では、簡単な検出回路で確実にタンギングを検出する手法の実現を目指す。

## 3 手法の検討と実装

### 3.1 光学式

フォトリフレクタ LBR-127HLD を使い、図1のように樹脂リードの断面から内部へ赤外線を当て、反射光の量がタンギングによって増えることを検出する方式を検討した。システム構成を図2に示す。

リードへの影響がないため吹き心地は最も良かったが、市販の樹脂リードの透明度が磨いても低かったこと、舌と比べて下唇による影響が大きかったことが原因でうまく値が取れず、検出できなかった。

### 3.2 電気抵抗式

図3のように、導電性のない樹脂リードの舌が触れる面に電極を貼り付けて、舌が触れた時の電圧の変化から検出する方式を検討した。

システム構成を図4に示す。Arduinoで受け取った電圧を時間経過とともにPCディスプレイ上にグラフ表示し、タンギングが検出されたらLEDライトが点灯す

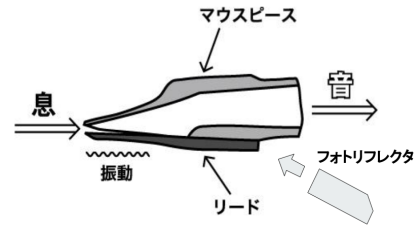


図1: 光学式のマウスピース部。

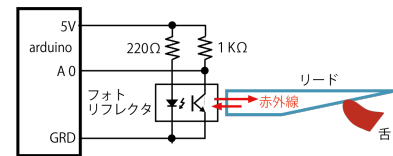


図2: 光学式の回路図。

る。電圧のグラフを図5に示す。厚生労働省「職場のあんぜんサイト」では人間の最小感知電流は0.5mA 1mAとされており、今回は感電防止のため、舌の抵抗値4MΩを加味して抵抗を40MΩ回路に加えることで人体に流れる電流を0.1mA程度に収めた。

実装したシステムではアナログ入力で受け取る電圧が下がったことでタンギングを検出することができ、音もセンサなしリードと同じように鳴った。しかしタンギング時にセンサ部を直接接触するため舌触りが悪く、唾液の影響を受けやすい。また、舌に触れる電極部分が摩擦や汚れ、酸化などにより劣化する可能性がある。

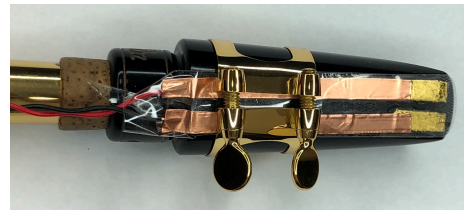


図3: 電気抵抗式のマウスピース部。

### 3.3 静電容量式

電気抵抗式ではリードのおもて面にセンサがあり演奏時の違和感があったため、図6に示すように舌が触れない面にセンサ部を貼り付ける静電容量式のセンサを試作・検討した。マルチタッチが可能なスマートフォンのタッチパネルなどで使用される方式である。

システム構成を図7に示す。啞える時に頭部と下唇が静電容量に変化をもたらしてしまうのを避けるため、センサ電極の舌が当たる部分以外を表裏共に絶縁体とアースにつないだ電極で挟んだ。また、マウスピース部からArduinoに接続するまでの間でノイズが発生しないようにシールド線を使用し、PCを接地させるため充電コードをコンセントにつないでいる。タンギングが検出されたらLEDライトが点灯する。

プログラムとして、Arduinoの8番ピンでパルスを送る。

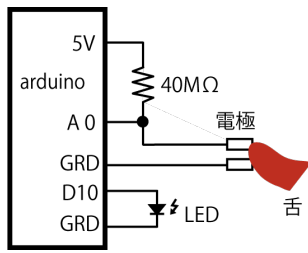


図 4: 電気抵抗式の回路図.

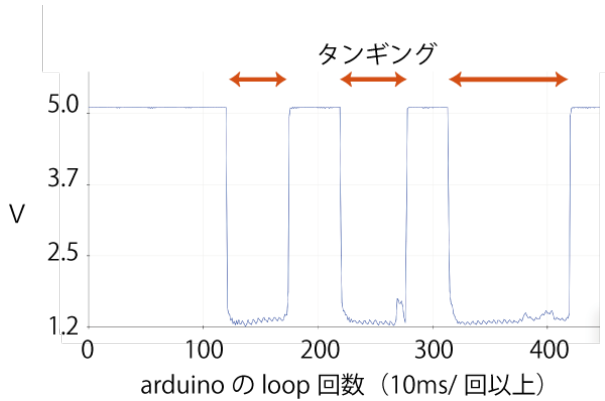


図 5: 電気抵抗式の実験グラフ.

立ち上げ、9番ピンで立ち上がるまでの時間差を計測してグラフに表示するものを作成した。タンギングをしていない時はほぼ一定の僅かな時間差しかないが、タンギングによって舌がセンサに近づいた時、舌がコンデンサ代わりのように電荷が人体に貯まり、蓄えきった時9番ピンでパルスが立ち上がる。グラフの縦軸はその8番ピンでパルスが立ち上がってから9番ピンで立ち上がるまでのカウント、横軸はArduinoのloop関数を繰り返した回数である。

タンギングしてみると、図8のグラフが示すように舌をつけるタイミングでその時間差が大きくなり、舌を離すと元に戻る事が分かる。しかしこのセンサリードは厚みが増したため振動しにくく、吹くためには通常の演奏の何倍もの息の量を必要とするため、実際にタンギング練習に使うのは困難であった。

そこでアース電極でセンサ部を挟む構造を維持しつつ薄型のリードを作成することを試みた。銅テープだった電極をアルミテープや金箔にし、面積を小さくした他、絶縁素材をセロテープから接着剤に変更した。しかしセンサ部とアース電極の幅の大きさが近づいたためか、唇が触れた時点でパルス波が立ち上がるまでの時間差が大きくなってしまい、そのノイズのため検出が難しくなってしまった。



図 6: 静電容量式のマウスピース部.

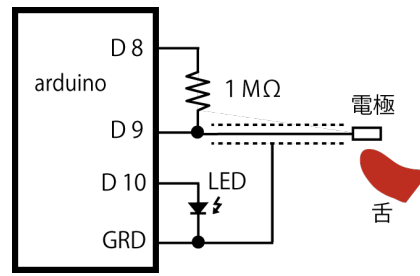


図 7: 静電容量式の回路図.

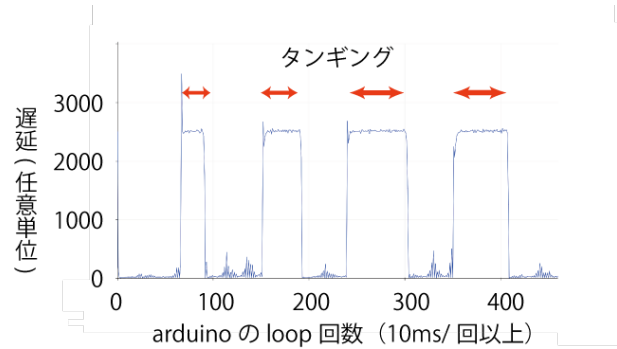


図 8: 静電容量式の実験グラフ.

## 4 結果

サクソフォンのタンギングを検出する方式として新たに光学式、電気抵抗式、静電容量式の3つを検討し、それぞれ実装したところ、電極式と静電容量式で検出と視覚表示ができた。どちらもリードを作成したのものに取り替えるだけで検出できる。

電気抵抗式では凹凸の問題が発生したため吹きづらいので、今後はセンサ部をより薄くすることやセンサが貼られた部分のみリードを削って平らにすることを検討する。

静電容量式では試作品では演奏への影響が大きかった。今後は薄型化したリードでも検出を成功させたい。

## 5 まとめと今後の課題

本研究では、サクソフォンのタンギングをリードについてセンサのみで検出するシステムを検討・実装した。電気抵抗式と静電容量式で検出でき、それぞれ凹凸や薄型化などの課題が残ったがArduinoとPC、簡単な回路と電極のみでタンギングを視覚表示することが可能となった。今後はそれぞれの方式の課題を解決するため実験の条件を変えて調整したい。

視覚表示は現在グラフとLEDのみであるが、リードのイラストの上にグラフィカル表示することも検討している。またセンサデータと録音データを同期させて保存するソフトウェアも開発したいと考えている。

## 参考文献

- [1] Hofmann Alex, Chatziioannou Vasileios, Kausel Wilfried, and Goebel Werner. The influence of tonguing on tone production with single-reed instruments. In *5th Congress of the Alps Adria Acoustics Association, AAAA '12*, 2012.