

ビニールホースシンセサイザーで、 人の声が出る仕組みをさぐる パートⅡ

袋井市立袋井北小学校

5年 松井 陽希

1 動機

昨年行った同じテーマの研究を、もっと掘り下げて考えてみたいと思った。去年は、声の違いが分かりにくいことと、安定した音を簡単に出すことが難しいという課題があったため、それらの改良から行ってみたいと思う。

2 手順

(1) 昨年の研究を振り返る

ア 人の声が出る仕組み

声帯は、息でふるえてブザーのような音が出る。声帯の音が、声道、舌、くちびる、鼻を通り、声となって外へ出る。声帯、声道、舌、くちびる、鼻を動かし、声をつくる。



人の声が出る仕組み

イ ビニールホースシンセサイザーの構造

リードは、声帯の仕組みを似せたもの。ビニールホース、プラスチックシート、ビニールテープで作る。息でリードがふるえて、ブザーのような音が出る。ボディは、声道（舌、くちびるを含む）を似せたもの。ビニールホース、ビニールテープで作る。リードの音がボディを通して外に出る。ボディのかたちの違いで、出る音が異なる。



ビニールホースシンセサイザーの構造

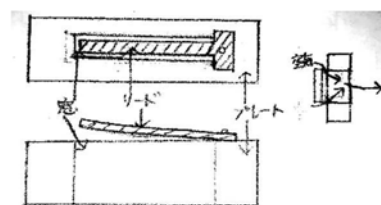
ウ 良かった点と悪かった点

良かった点は、リードにカップをつけることで、音を鳴らしやすくなったこと。つめものをビニールホースに入れることで、ボディのかたちを作りやすくなった。悪かった点は、リードにつけるプラスチックシートの位置や角度の違いで、音の出しやすさに差があったこと。ビニールホースに入れるつめものの位置の違いにより、同じ音を再現しにくかった。

(2) 安定した音を出しやすいリード（声帯）を考える

ア リードの仕組みを調べる

楽器メーカー「ヤマハ」のウェブページ「ハーモニカのしくみ〔実験〕音の出るしくみ」を読んで、リードの仕組みを調べた。リードの先端を重くすると音が低くなる。窓というすきまの大きさがちょうど良くないと音が出ない。



ハーモニカの仕組み

イ 色々なリードを作る

ビニールホースを長さ 5 cm (太さは色々) に切り取り、片端を長さ 2 cm にななめに切り取る。プラスチックシートを長さ 2.5 cm に切り取り、片端から長さ 5 mm の所を折り曲げる。ビニールホースの切り口をふさぐように、プラスチックシートを当てて、ビニールテープで固定する。ビニールホースの直径が異なるリードを作る。太さ 16mm、12mm、10mm、8mm、6mm の 5

種類のビニールホースで、それぞれのリードを作る。リードを吹きやすくするために、カップを作って、取り付ける。カップは、リードのプラスチックシートに当たらない太さのビニールホースを長さ4cmに切り取ったものとする。カップを取り付けるために、ソフトテープを巻き付けて太さを内径に合わせる。

ウ 作ったリードの音の出しやすさや、音の違いを調べる

各リードを吹いたときの、吹きやすさや音の大きさ、高さを調べる。

太さ	16mm	12mm	10mm	8mm	6mm
吹きやすさ	むずかしい	むずかしい	ふつう	やさしい	やさしい
音の大きさ	大きい	大きい	ふつう	ふつう	小さい
音の高さ	低い	低い	ふつう	ふつう	高い

エ 安定した音が出しやすいリードを選ぶ

太さ10mm以下のリードが吹きやすかったが、太さ6mmのリードは音が小さく高かったので、太さ10mmと太さ8mmのリードが良いと思った。吹きやすさからいうと、8mmが最適だと考えられた。

(3) 声の違いが分かりやすいボディ（声道）を考える

ア ボディの仕組みを調べる

声帯からくちびるまでの声道の断面積を測定して作った、声道モデルというものがある。木管楽器のサクソフォンでは、声道にあたる中間の管のことをボディと呼ぶ。サクソフォンの管はリードから音の出口まで、円すい状になっていて、先に行くほど広がっている。また、このようなかたちにすることで、人間の声に極めて近い音が出せる。

イ 「アイウエオ」の声道に似せたかたちのボディを作る

ボディは、太さと長さの違うビニールホースをつなぎあわせて作る。去年は、1本のビニールホースに1つ以上のつめものを入れて、ボディを作ったが、毎回安定した音を出すために、「アイウエオ」のそれぞれのボディを作る。

ウ 作ったボディの音を調べる

ボディにリードをつなぎ合わせ、リードから息を吹き、音を出す。ボディから出た音を、スマートフォンの録音アプリで録音し、音を聞いて、「イエアオウ」と聞こえるかどうかを確認する。

エ 人の声とビニールホースシンセサイザーの音の違いを比べる

人の声で、「イエアオウ」と出した音を、ビニールホースシンセサイザーの時と同じように録音アプリで録音する。人の声と、ビニールホースシンセサイザーの音を交互に聞き比べる。録音した音の成分と時間による変化を見るために、スマートフォンの分析アプリを使う。

3 結果

(2)ーイ 作ったリード

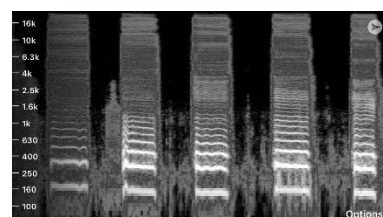
16mm、12mm、10mm、8mm、6mmと、5種類の太さのリードを作り、それぞれの太さに合ったカップを取り付けた。



作ったリード

(2)ーウ リードの音の違い

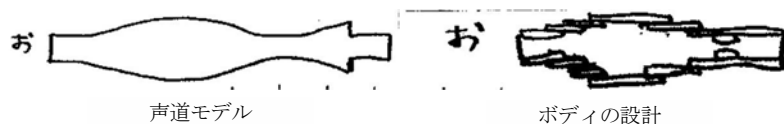
6mm、8mm、10mm、12mm、16mmの順に、リードの音を分析アプリで観察した。太さの違いで音が大きく変わることはなかったが、吹きやすさが変化した。



リードの音の違い

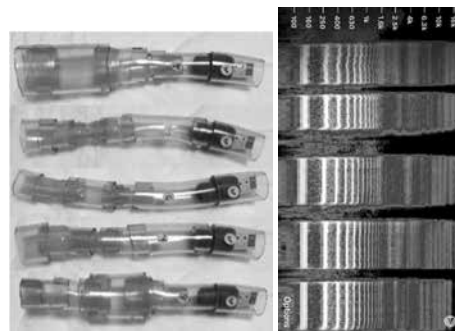
(3)ーイ 作ったボディ

「アイウエオ」の5種類のかたちの声道モデルを参考に、太さの違うビニールホースをつなぎ合わせて、ボディを作った。



(3)ーウ ボディの音の違い

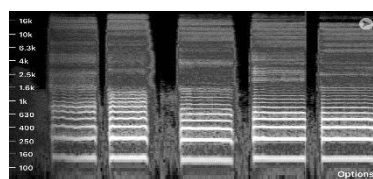
(2)ーエで選んだ8mmのリードをボディに取り付け、「アイウエオ」の順に鳴らした音を、分析アプリで観察した。つめものをやめて、太さの違うビニールホースをつなぎ合わせてボディを作ったことで、太さのズレがなくなり、「アイウエオ」が、それぞれ聞き分けができる程、音の違いがはっきり分かった。分析アプリの結果では、周波数が低いほうには違いが見られなかったが、周波数が高いほうは、色の分布にはっきり違いが出た。



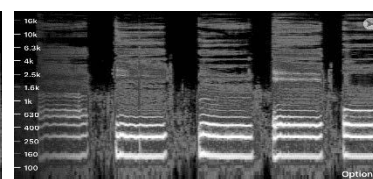
ボディと鳴らした音

(3)ーエ 人の声とビニールホースシンセサイザーの音の違い

ビニールホースシンセサイザーの音の分析結果と、人の声の分析結果を比べると、濃淡がよく似ていることが分かった。また、ビニールホースシンセサイザーの方が、横線の数多くて少しだけ複雑なことをしていることが分かった。



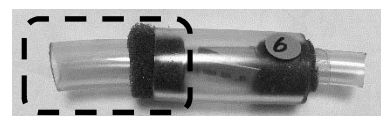
ビニールホース
シンセサイザーの音



人の声の音

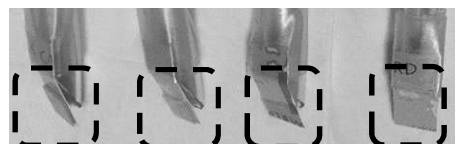
＜補足1＞ リードの改良（失敗）

リードに付けた、吹きやすくするためのカップに、更にマウスピースのような役割のものを付けてみたが、逆に、息の強さが安定して強くないと吹きにくく、息の強さが強過ぎると音が出なくなったのは予想外であった。



＜補足2＞ リードの改良（成功）

リードのプラスチックシートの先端に、ビニールテープを小さく切った重りをのせることで、音の高さを低くできる。音の高さが高いと、ボディをつなげた時、音を鳴らしにくいので、この方法で改良した。



＜補足3＞

使用した分析アプリでは、音の振幅を色の濃淡で、周波数をグラフの縦軸で、時間の経過をグラフの横軸であらわす。このグラフを、サウンドスペクトログラムという。

4 考察

リードのかたちを楽器のリードの構造を参考に改良したり、太さや重さの違う色々なリードを作って音を確認したりすることで、最適なリードを選ぶことができた。ボディを声道モデルに近いかたちになるように作ることで、音の違いが分かりやすくなり、人の声に近づいた。「アイウエオ」が「ハヒフヘホ」に聞こえることは改善できなかったが、録音方法を少し変えることで正常に聞こえることが分かった。

5 感想

人間の声帯を、ふるえるまくが2枚あるダブルリードで再現することはできたが、音を出すのが難しかった。サクソフオンは、管が円すい状になっていて、先に行くほど太くなるという造りになっているため、人の声に極めて近い音が出せることを知り、おどろき勉強になった。