

研究概要報告書【サウンド技術振興部門】

(/)

研究題目	サクソフォン吹奏時の口腔内形状計測法の確立と練習支援システムの開発	報告書作成者	中妻 啓
研究従事者	中妻 啓、大曲 直道、鳥越 一平		
研究目的	<p>楽器演奏は音楽を能動的に楽しむ手段の一つであり、一人で演奏するだけでなくアンサンブルを通して他者との関係を深める喜びを得ることができる。本研究で対象とするサクソフォンはクラシック、ジャズ、ポピュラーなどジャンルを問わず演奏ができることから、管楽器の中で人気が高く多くのアマチュアプレーヤーが存在する。しかし演奏を楽しむレベルになるには基礎的な訓練が欠かせず、特に安定して発音する技術を身に着けるまでの練習は一般に退屈であり技術習得をあきらめてしまう要因にもなりうる。本研究では、この発音技術習得までの練習の困難さは初心者であるために自身の技術水準を正確に把握できないことにあると考えこれを解決する技術を提供する。具体的には、管楽器初心者が身に着けるべき基本技術の一つである適切な口腔部状態(アンブシュア)に注目し、特に外部からの観察ができない口腔内部の形状を測定し可視化するシステムの開発を目的としている。</p> <p>吹奏時の口腔内形状の測定と可視化は初学者のみならず、中級以上の奏者にとっても自身の好調・不調時の状態の見極めや音域に応じた適切なアンブシュアの獲得などより高いレベルの技術獲得に資すると考えている。また、指導者にとっても適切なアンブシュアの診断やクリニック等でお手本を示す際などに客観的な指標を得られることは個人指導・集団指導どちらにも有益であろう。また、本研究の対象はサクソフォンであるが、提案する手法はクラリネットなどシングルリード楽器一般に適用可能なものである。</p>		

研究内容

本研究では様式 10-図 1 に示す構成の測定装置を用い、吹奏中の奏者の口腔内形状を把握することを目指している。測定装置のスピーカーで発生させた音波を被験者口腔内に入射し、入射波および口腔内での反射波を 2 つのマイクロフォンにより取得・分離する。口腔内部を断面積の異なる短管が接続された一連の音響管とみなすことで、取得した入射波・反射波から各短管の断面積を計算することができる。取得した断面積分布および歯、舌、喉の位置関係や大まかな形状といった口腔内構造の基礎的知識から口腔内形状を推定する。図 1 の構成は研究の第一段階として問題を簡単にするため、サクソフォンの本体を取り外しマウスピース・ネック部分のみを用いている。この状態の練習は初心者の発音練習で実施されることがあり、十分に実用的である。なお、本研究の最終目標としてはスピーカーを用いずリードで発生する音を測定に利用することで本体を取り付けた状態でも測定可能なシステムを目指している。

本助成期間(平成 25 年度)中には、上記研究内容のうち提案手法の基礎的検討のため以下の項目に取り組んだ。

- (1) 測定装置(様式 10-図 2)の試作
- (2) スピーカーおよびマイクロフォンの補正方法の考案と実装
- (3) 測定装置に取り付けた音響管の断面積の推定実験

(2)については温度・湿度など環境要因による音響特性の変化を測定ごとに補正するため、測定装置が組みあがった状態で特性を取得する手法について考案した。また(3)については、測定装置に長さが 1m、断面積が 3.14 cm²、10.18 cm²、15.21 cm²である 3 種類のアルミ製音響管を 2 本接続したものを取り付け、計 6 組の組み合わせについて断面積推定を行った。このとき使用したスピーカーからの出力音波形は様式 10-図 3 に示すパルス波形であり SN 比を向上するため時間領域で伸長したものをスピーカーに入力している。より広帯域のパルス波形を用いることで断面積推定区間を短くすることができるが、広帯域信号に対応した装置の製作と実験については現在継続中である。

研究概要報告書【サウンド技術振興部門】

(/)

<p>研究のポイント</p>	<p>本研究のポイントはこれまで客観的に観測されることのなかった演奏中の口腔内形状を音響的手法で測定しようと試みている点にある。またマイクロフォンやスピーカーなど汎用の音響装置を用いることで、奏者が自身の状態を確かめながら練習や指導を行うためのシステム開発も視野に入れている。</p>
<p>研究結果</p>	<p>「研究内容」で述べた断面積推定実験の結果について様式 10-表 1 に示す。2 段の音響管断面積についておおむね良好な推定結果が得られた。これは「研究内容」で述べたスピーカー・マイクロフォンの特性補正が成功していることも表している。後述する通り帯域の拡張による断面積計算区間の短縮や可視化プログラムの作成などの課題を残すものの、音響的測定により口腔内の断面積分布を取得し口腔内形状を推定するという本研究の提案手法について有望な見通しを得られたとすることができる。</p>
<p>今後の課題</p>	<p>現在の測定装置では 2 本のマイクロフォン間隔の制約により十分に広い帯域のパルス信号を利用することができず、結果として断面積計算の空間分解能が実用には不十分である。より広帯域の測定を行うため、現在 3 本のマイクロフォンを利用し使用する帯域に応じてマイクロフォン間隔を切り替え可能な測定装置の設計・製作および実証実験を継続中である。また現在の測定装置は基礎検討系のものであり実際に使用するにはサクソフォン本体に取り付け可能な装置の開発、取得したデータを奏者にわかりやすく提示する可視化プログラムなど多くの課題を残しているが、前述のとおり基礎検討の結果は有望であり本助成期間中に製作した装置等を用い今後も研究を遂行していく予定である。</p>

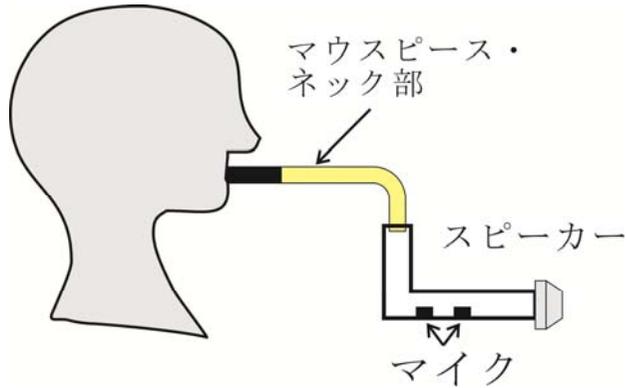


図 1: 測定装置構成



図 2: 試作した測定装置

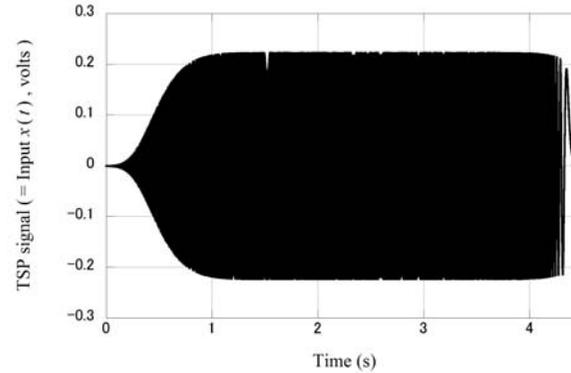
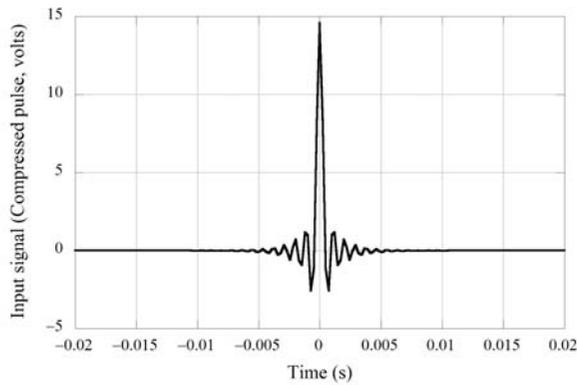


図 3: スピーカーへの入力パルス波形。
左が圧縮波形、右が実際に入力された時間伸長波形

表 1: 2 段の音響管を用いた断面積推定結果

true (cm ²)		estimated (cm ²)	
1st stage	2nd stage	1st stage	2nd stage
3.14	10.18	3.08	11.02
3.14	15.21	3.06	15.90
10.18	3.14	10.48	3.28
10.18	15.21	10.53	15.95
15.21	3.14	15.36	3.39
15.21	10.18	15.67	10.98