

研究題目	バスーン用ダブルリードの形態的特徴による力学的性質・演奏性能評価手法の開発	報告書作成者	前田 啓
研究従事者	前田 啓、小峰 早貴		
研究目的	<p><b>【研究の背景】</b></p> <p>バスーンやオーボエといった楽器は、ダブルリードを用いる。ダブルリードはクラリネットなどで使用されるシングルリードと比べて形状が複雑であるため、ダブルリードの製造は手作業が主流である。自ら製造する奏者以外にとってのダブルリードの入手方法は、楽器を持参して楽器店に赴き試奏して購入を行うか、通信販売を行っている奏者に製造を依頼することで入手する。楽器店で購入する場合、クラリネットの場合は硬さやモデルといった情報の記載を参考に購入するが、ダブルリードの場合はそのような情報が存在しないため、楽器を持参し試奏を通じた性能の把握が必要であり負担が大きい。また通信販売の場合はリード製作者や楽器店に言葉で希望するリードの性能を説明するが、例えば「音の出しやすいリード」という表現をしても奏者の身体的特徴や使用する楽器によって必要とされる性能が異なるため、奏者とリード製作者の間で必要とされるリードの性能を共有することが現状では難しい。</p> <p>これらの問題を低減させるための解決方法の一つに、個々のリードに対して演奏性能を表す指標の開発が挙げられる。このような指標が存在すれば、楽器店で購入する場合と製作者に依頼する場合のいずれにおいてもリード購入の負担を抑えることが可能である。</p> <p><b>【研究の目的】</b></p> <p>リード性能の個体差は材料である葦材物性のばらつきやリード形状の違い、ブレードの厚みなどに起因すると考えられ、これらの多くは研究従事者の持つ X 線 CT の技術により観察が可能である。これを踏まえ、本研究ではバスーンリードの X 線 CT による観察結果と演奏性能の比較を通じて個体差を表す指標の候補を見出すことを目的とし、以下の2種類の調査・検討を行うこととした。</p> <p><b>1. 市販バスーンリードにおけるブレード形状の調査</b></p> <p>申請者の持つ X 線 CT による測定技術を活用し、バスーンリードが実際に持つ形態的な個体差を明らかにする。また、個体差の指標化の実現に向けて分類方法に関しても検討を行う。</p> <p><b>2. バスーンリードの個体差が演奏性能に与える影響の検討</b></p> <p>バスーンリードの個体差を形態観察や力学試験により測定し、その関係を検討する。その後同じリードについての演奏性能の主観評価実験結果との比較を通じて個体差を表す指標として適した指標を検討する。あわせて奏者ごとの主観評価結果について項目ごとに対応する演奏性能に関する調査を行い、奏者がリードの性能を評価する際に用いる言葉についても検討する。</p>		

研究内容	<p><b>1. 市販バスーンリードにおけるブレード形状の調査</b></p> <p>バスーンリード形状の中で個体差が大きく現れる特徴を把握するため、東京都内の4つの楽器店で購入した異なるモデルのリード計72本についてX線CTによる形態的特徴の評価を行った。バスーンリードのブレードの幅の広がり方やブレード中央部(背骨)の厚さ分布の形状には複数の種類が存在するが、前者はブレード両端の直線性、後者は根元から先端にかけての厚さ減少プロファイルより自動的に識別できる手法を開発し、7つの特徴量によるバスーンリードの形態的特徴の表現(図1)を提案した。</p> <p><b>2. バスーンリードの個体差が演奏性能に与える影響の検討</b></p> <p>吹き心地の異なるリードによる試験を行うため、市販リードの調査で一般的とされたリードを製作した製作者の中から3名のプロ奏者(製作者A、B、C)に抵抗感が重いものと軽いものを含むよう依頼して製作した計15本のリードについて、X線CTによる形態的特徴の観察を行い以下の各項目に関する検討を行った。</p> <p><b>2. 1 バスーンリード形態的特徴と閉じやすさの関係</b></p> <p>バスーンリードの剛性測定装置(図2)を製作し、15本のリードについて先端10mmに加力を行って閉じやすさを測定した。また比較のためリードのブレードを片持ち梁と仮定し、リードの長さ方向の断面2次モーメント分布からたわみ量についても推定を行った。閉じやすさとたわみ量の関係は製作者による違いがみられた(図3)。X線CTによる観察より吹き心地の調整方法は製作者ごとに異なることが明らかとなり、ワイヤによる調整などリードの厚さ以外の調整による影響が示唆された。</p> <p><b>2. 2 バスーンリードの形態的特徴と吹き心地の関係</b></p> <p>15本のリードから吹き心地がばらつくように選んだ7本のリードについて、演奏経験3年以上のバスーン奏者10名による吹き心地の主観評価実験を実施した(表1)。リードの力学的特徴として閉じやすさ、形態的特徴として空洞の体積を説明変数として発音しやすさと抵抗感の嗜好度を目的変数として重回帰分析を行ったところ、いずれの嗜好度も空洞形状の寄与が大きいことが明らかとなった(表2)。</p> <p><b>2. 3 バスーンリードの吹き心地を表現する言葉に関する検討</b></p> <p>リードの空洞形状は奏者が息を吹き入れる際の圧力や流量を通じて吹き心地に影響を及ぼすと考えられたので、リード内に空気が通るよう改造した剛性測定装置を用いて人工吹鳴実験を実施した。吹き心地に関する評価項目について、それぞれの被験者が具体的に評価に用いた指標を明らかにするためクラスタ分析を行ったところ5つのクラスタに分けられ、それぞれ人工吹鳴実験の測定項目と相関がみられた(表3)。また同じクラスタ内に異なる評価項目の結果が存在していたことから、演奏性能を表現する言葉の定義が奏者によって異なることが示唆された。</p>
------	---

研究のポイント	<p>バスーンで使用されるダブルリードはクラリネットのリードに代表されるシングルリードと比較して形状が複雑であり、個々のリード形状の違いに関する検討は活発でない。この中で本研究は X 線 CT の手法を活用して観察した個別のリードの形状と演奏性能の関係について検討を試み、閉じやすさ性能に違いをもたらす要因がブレードの厚みやワイヤなど複数あり、製作者によって変化させる要因が異なることが明らかとなった。また、主観評価結果に対してリード内の空洞形状の違いが大きな影響を持つことも明らかになった。この結果はバスーンリードの研究において個々のリードの違いを考慮する必要性を示した重要な知見といえる。その際、本研究で提案したリードの形態的特徴の表現方法も今後の研究において活用が期待される重要な知見である。</p>
研究結果	<p>市販のバスーンリードについての X 線 CT による観察を行い、バスーンリードの形態的特徴の表現方法を提案した。</p> <p>吹き心地が異なるように製作したバスーンリードに対し、力学的性能と演奏性能の評価として閉じやすさ測定と吹き心地に関する主観評価実験を行った。得られた性能をリードの X 線 CT による観察結果と比較したところ、閉じやすさはブレードの厚み形状やワイヤによる調整具合による変化が確認された。主観評価結果はリード内部の空洞体積や閉じやすさの影響がみられ、形態的特徴や力学的性質がリードの性能を表す指標の候補として有用である可能性が示された。</p> <p>奏者ごとの主観評価結果と人工吹鳴実験の測定項目を比較した結果、演奏性能を表現する言葉の定義が奏者によって異なることが確認された。</p>
今後の課題	<p>本研究においては閉じやすさと形態的特徴の関係を検討したが、今回用いた形態的特徴は X 線 CT で得られた形状データのごく一部であり、閉じやすさ性能の全てを明らかにするには至らなかった。リードの力学的性質の解明に向けては、個々のリードの 3 次元モデルによる FEM 解析のように X 線 CT で得られる情報のさらなる活用や、より演奏状態に近い条件である人工吹鳴実験の測定値との関係の評価などが必要と考えられる。</p> <p>また本研究で得られた知見を実際のリード選択の場面で活用できるようにするため、今回指標として有用な可能性が示された物性値について簡便な測定が実現できるよう取り組みを行っていきたい。</p>

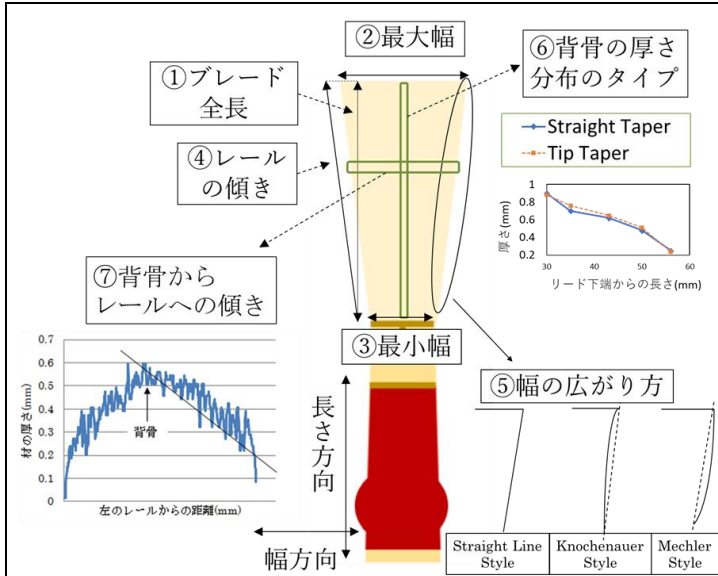


図1 バスーンリードの模式図と形態を表す特徴量



図2 剛性測定装置の写真 (人工吹鳴実験用に改造)

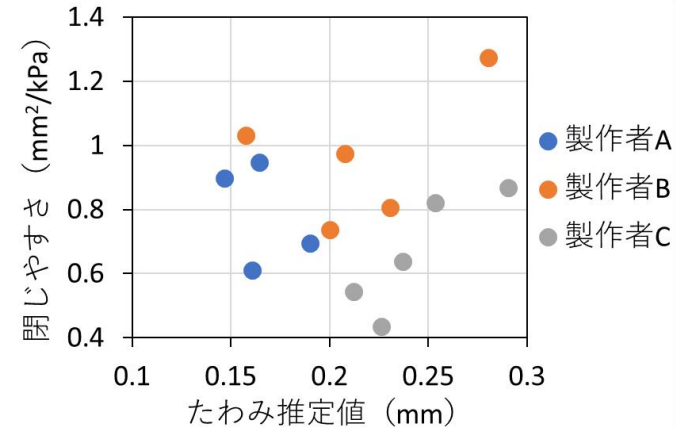


図3 たわみ推定値と閉じやすさの関係

表1 主観評価実験における評価項目

性能	評価項目
吹き心地	発音し易さ
	抵抗感の軽さ
	鳴り易さ
奏者の好み	音色の良さ
総合評価	総合的な良さ

表2 抵抗の嗜好度とリードの閉じやすさ、空洞の体積間の重回帰分析結果

	係数	p値	標準化係数
切片	4.0	0.0020	0.02
閉じやすさ	0.63	0.018	0.27
空洞の体積	-0.014	0.0018	-0.52
$r^2$	0.93		

$$\text{抵抗の嗜好度} = 0.63 \times \text{閉じやすさ} - 0.014 \times \text{空洞の体積} + 4.0$$

表3 抵抗の嗜好度とリードの閉じやすさ、空洞の体積間の重回帰分析結果

クラスタ	評価項目ごとの該当人数			相関が見られた人工吹鳴実験の測定値
	1	2	3	
A	3	1	0	無し
B	4	3	1	鳴動中の最大流量
C	2	3	4	鳴動開始時の装置内圧
D	1	2	4	鳴動中の最大装置内圧と流量の比
E	0	1	1	リード内圧最大振幅と鳴動開始時の流量の比

評価項目1：音の出し易さ、2：息の入り易さ、3：鳴り易さ