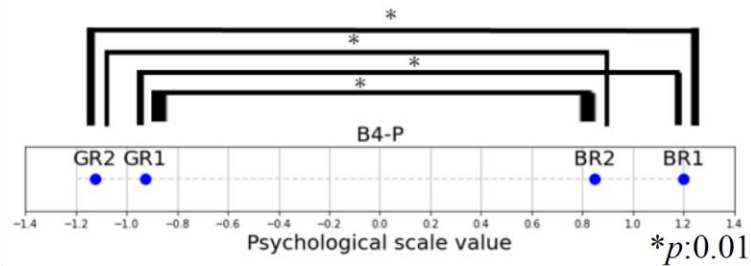


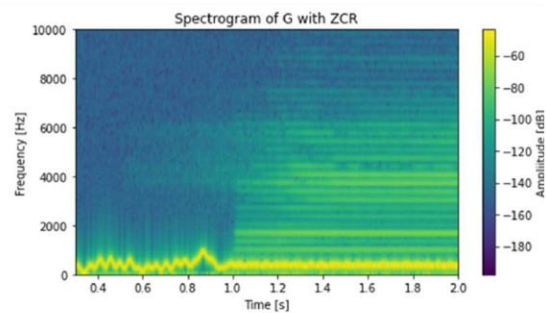
研究テーマ	クラリネットのリードに対する演奏適正の解明とその可視化	報告書作成者	三浦 雅展
研究従事者	三浦 雅展		
研究目的	クラリネットの演奏において、伝統的に用いられる葦(Arundo donax L.)製のリードは極めて重要な役割を担っている。リードの品質、すなわち「演奏適性」には個体差が大きく、10枚一組で販売される製品の中に、奏者にとって演奏適性が高いと判断されるものは数枚程度しか含まれていないのが現状である。リードの演奏適性の高低は、音色や音高の安定性だけでなく、ブレスコントロールのしやすさ、タンギングのしやすさ、意図したタイミングでの発音可否、そして奏者の演奏に対するモチベーションにまで多大な影響を及ぼす。しかしながら、どのような物理的・音響的特性が「演奏適性の高さ」を決定づけているのかについては未解明な部分が多く、奏者は経験と感覚を頼りに膨大な時間と労力をかけてリードを選定している。また、初心者にとって適性の判断は非常に困難である。 本研究は、こうした課題を背景とし、クラリネット用リードにおける「演奏適性の高さ」を決定づける要因の解明にむけて、奏者の感覚的評価と音響学的分析を紐づけることによって客観的に明らかにすることを目的とする。具体的には、演奏適性が高いリードの重要な条件として挙げられる「発音のしやすさ」と「音色」に着目し、調査を行なう。 発音のしやすさについては、吹き込み開始から実際の音の立ち上がり、すなわち発音までの時間差を定量化することである。奏者の随意行為である息の吹き込みから発音までの所要時間が、リードの演奏適性によってどの程度異なるかを調査し、発音の遅延がもたらす身体的・心理的影響(力みや主体感の喪失など)について検証する。 演奏適性が高いリードに特有の音色について、演奏音に含まれる高調波成分のバランスという観点から解明することである。第三者が演奏音を聴取した際にリードの適性を判別可能であるかを検証するとともに、奏者が「良い音」と評価する音響的指標、例えば特定の高調波成分のエネルギー状態など、について検証する。 本研究を通じて、演奏適性の高いリードの特徴を音響学的な指標で明示することにより、奏者がよりの確にリードを選択するための指針を提供する。さらに、本研究から得られる知見は、演奏適性の高い特徴を備えた葦材の育成や、製造メーカーにおける品質管理の向上にも寄与することが期待される。		

研究内容	本研究では、演奏適性の異なるリードを用いた演奏実験に基づき、「発音のしやすさにかかる時間的特性」と「音色にかかる周波数特性」の2つの側面から分析を実施した。 まず吹き込み開始から発音までの時間差に関する研究について述べる。音楽大学博士後期課程の学生による試奏により事前に「演奏適性が高い」と判定されたリード3枚と「低い」と判定されたリード3枚を使用し、F4およびD3の音高におけるロングトーンを録音した。管体内部の音をマイクで直接収録し、息のノイズのみが発生している区間(吹き込み開始から発音までの時間)を特定するため、ゼロ交差率(ZCR)を利用した新たな手法を適用した。ZCRを可聴化してハイパスフィルタを通し、RMSを算出することで発音までの所要時間を計測した結果、演奏適性の高いリードの平均所要時間が約210msであったのに対し、低いリードは約310msであることが判明した。この約100ms(160bpmにおいて16分音符1つ分以上に相当)の有意な遅延は、奏者に必要以上の力を要求して身体的疲労や腱鞘炎のリスクを高めるだけでなく、「自身が音を鳴らしている」という主体感を減少させ、モチベーションの維持を困難にする要因になることが示唆された。 次に、演奏音の高調波成分と演奏適性の関係に関する調査について述べる。演奏適性の高いリード2枚と低いリード2枚を用い、D3、C4、B4の3種類の音高でロングトーンを録音した。録音後、プロ奏者を含む18名のクラリネット奏者を対象に、先行刺激と後続刺激を比較して演奏の良し悪しを7段階で評価する聴取実験を実施した。その結果、奏者は概ね演奏適性の高低を演奏音から聞き分けることができ、特にプロ奏者は音を聞き分けて適性を的確に判別する能力を有していることが確認された。次に、収録された演奏音を高速フーリエ変換により解析し、高調波成分の時間変化を調査した。分析の結果、シャリユモー音域(D3など)においては、基本周波数(f_0)と第3次高調波($3f_0$)のエネルギーが同程度であることが、奏者が「良い音」と感じる重要な要因である可能性が示された。また、演奏適性の高いリードは低いリードに比べて高調波成分全体のエネルギーが比較的少ない傾向があり、特に第4次高調波($4f_0$)のエネルギーの少なさが音の評価に好影響を与えていることが新たに示唆された。 最後に、人間による演奏では再現性に乏しい状況があるため、人工吹鳴装置の試作を行なった。エアーコンプレッサーから出力された空気をクラリネットに吹き込むための「人工唇」の試作を行ない、試奏実験を通してその調整を行なった。その結果、下唇によるリードのくわえ込みを再現する機構が重要な役割を果たすことが明らかになった。 以上、本研究はリードの演奏適性が、発音までの物理的なレスポンス時間と、定常状態における倍音構造の両方に明確な差異をもたらすことを実証した。さらに人工唇の試作を行ない、その動作検証を行なった。
------	--

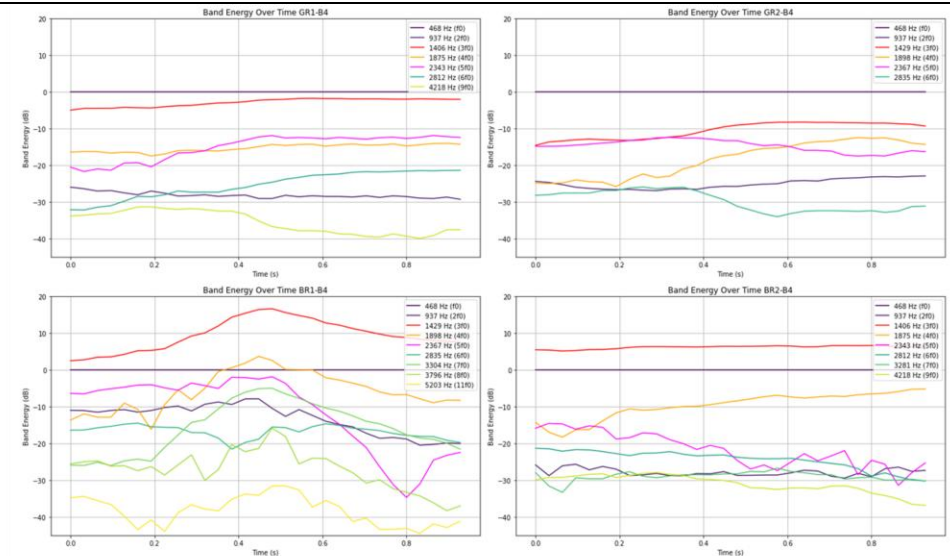
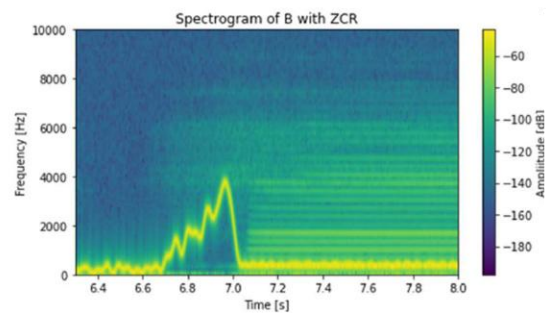
研究のポイント	「発音のしやすさ」について、息の吹き込み開始から発音までの所要時間を調査した結果、演奏適性の高いリードは平均で約 210ms で発音するのに対し、低いリードは平均で約 310ms を要し、約 100ms の有意な遅延が生じることが確認された。この発音の遅れは、奏者に必要以上の力みを誘発し、自身が演奏しているという主体感を減少させる要因になることが示唆された。 「音色」について、演奏音に含まれる高調波成分の時間変化を分析した。事前の聴取実験により、奏者（特にプロ奏者）は演奏音から適性を聴き分けられることが確認された上で、音響解析の結果、シャリユモ音域においては基本周波数(f_0)と第 3 次高調波($3f_0$)のエネルギーが同程度であることが「良い音」の条件であることが示された。また、演奏適性が高いリードは第 4 次高調波($4f_0$)など高調波成分全体のエネルギーが比較的少ない傾向にあり、それが評価に好影響を与えることが新たに示唆された。 以上、演奏適性の高いリードは、迅速な発音レスポンスと特有の倍音構造を有することが客観的な指標として示された。
研究結果	鈴木真琴, 三浦雅展, 松谷晃宏, “クラリネット用リードの演奏適性と演奏音における高調波成分の関係”, 日本音響学会 2025 年度秋季研究発表会, 3-8-2, pp.1483-1486 (2025.9) 鈴木真琴, 國頭響, 三浦雅展, “クラリネット用リードの演奏適性が吹き込み開始から発音までの時間差に与える影響”, 日本音響学会音楽音響研究会資料, Vol.44, No.8, MA2025-68, pp.19-24 (2026.2)
今後の課題	発音までの時間差に関する研究では、分析に用いたゼロ交差率(ZCR)を可聴化した音響信号のピッチと、リードの演奏適性との関係性をより詳細に検証する必要がある。また、演奏適性が低いリードを使用する際、奏者がウォーミングアップ等を通じてどのように吹き方(奏法)をリードに合わせて変化させていくのか、その適応の過程を調査することも必要である。 演奏音の高調波成分に関する研究では、本研究で対象としたシャリユモ音域やクラリオン音域以外の音域であるスロート音域やアルティッシモ音域などの調査も求められる。さらに、定常状態における高調波成分の分析にとどまらず、演奏音に含まれる息の漏れ等のノイズ成分や、音の立ち上がり(アタック)の形状など、高調波成分以外の音響的要素が奏者の評価に及ぼす影響についても検証する必要がある。



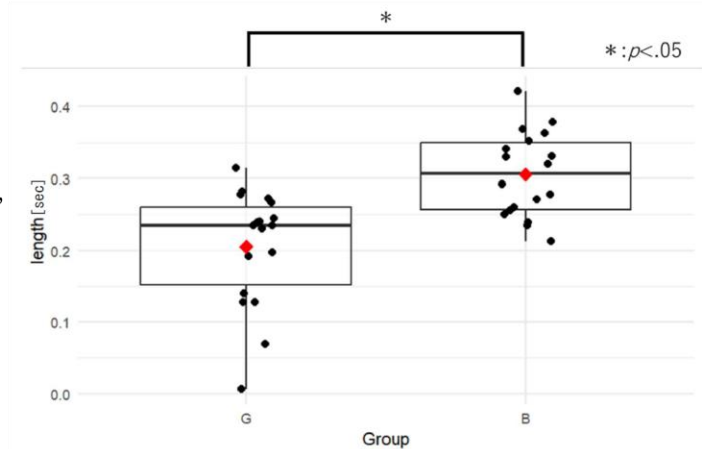
クラリネットの専門家による評価結果。録音サンプルに対して一対比較法により、差異を正しく認識することができている。



上段が演奏適性の高いリード、下段が低いリード。
低いリードは吹き込み時にノイズ成分が多く、結果的にZCRが高くなる。



B4に対する高調波成分のエネルギー分布。上段が演奏適性の高いリードで、下段が低いリード。カテゴリ間で、4f0のエネルギーは演奏適性の高いリードの方が低い様子が確認できる。



G:演奏適性の高いリード、
B:低いリード
吹き込み開始時から発音
までの時間長の比較。B
の方が発音までに時間か
かる様子がわかる。