研究題目	筋活動の視覚フィードバックによるトランペット練習支援に関する研究	報告書作成者	松原正樹
研究従事者	松原正樹		

研究背景

トランペット演奏時の音の評価と筋活動を視覚フィードバックし練習支援を行う。トランペットはアンブシュア・呼吸・姿勢など身体を統合的に制御し音を奏でる。吹奏楽など演奏の現場では「息の支え」や「お腹に力をいれる」などの感覚的、曖昧な指導しかなされていなかった。近年、演奏音の評価アプリも提案されてきたが、それだけでは身体の使い方までは分からない。これまで私たちは様々な演奏条件下の筋活動を計り、定量化を行った。この知見を活かし、どう身体を制御すれば良いかも合わせて提示し、練習の振り返りを促すことを目指す。

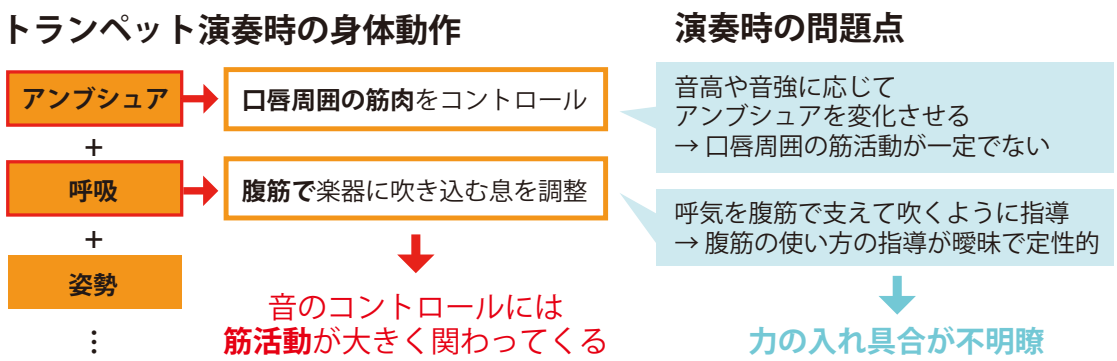


図 1　トランペット演奏時の身体動作と演奏練習時の問題点

研究目的

具体的にはトランペット演奏者に対して演奏音の音響的特徴と筋活動を可視化し、練習を支援するシステムを構築した。このシステムは音響的特徴として音強、音高、スペクトル重心を表示し、同時に特定の部位の筋活動量を表示する。また表示と同時に演奏音を再生する機能、複数の演奏を同時に表示し比較する機能も備えている。人間の学習には、客観的、定量的指標が重要だとされており、自分自身の思考や行動について認知する「メタ認知」という考え方が注目されている。このシステムによって、演奏者は自分の演奏した音と筋活動を客観的に認識することができる。演奏中の体の使い方と演奏音との関係を学習することで、演奏技術の効率的な向上を図る。

音の音響的特徴と筋活動を可視化し，
演奏を定量的・客観的に振り返ることで
演奏者のメタ認知的活動を促進させる

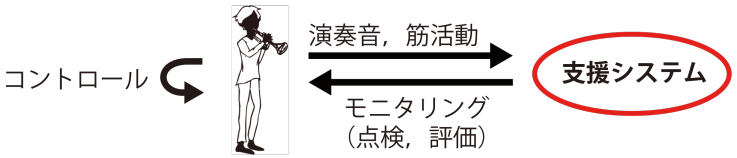


図 2　本研究の目的

研究内容	視覚フィードバックシステムの設計にあたり、音響的特徴として、音の基本的な要素である音強、音高、音色を採用した。筋活動について、アンブシュアと呼吸に関わる筋肉を検討し、口角下制筋、腹斜筋を採用した。 演奏された音と筋活動との関係を学習するためには、それぞれの状態を時間で同期して見る必要がある。音響的特徴 3 項目と筋活動 2 項目について、横軸を時間として縦に並べてプロットした。これは時間経過とともに各項目の状態を表示する機能であり、良し悪しを表示するものではない。そのため演奏音の出来について評価するため、音響的特徴 3 項目それぞれの安定性を点数化した。 演奏技術の向上には、演奏者自身の音の聞き方を鍛えることも重要となるため、演奏音を再生および停止する機能を設けた。音の再生中には、再生時間と同期して各項目のプロット上に再生バーが表示され、音響的特徴の安定性の点数がレーダーチャートで表示される。停止すると、音の再生、再生バー、安定性の評価値の表示全てが停止する。 (1) 単音表示（図 3）：1 つの演奏音を詳細に観察できる。演奏中に音響的特徴に変動が見られた場合、筋活動を見ることでその要因となった身体の使い方の発見を支援する。選択された 1 つの音について、音響的特徴 3 項目と筋活動量 2 項目を左側に表示する。また音響的特徴 3 項目それぞれの安定性について点数化した値をレーダーチャートに表示する。 (2) 二音表示（図 4）：2 つの演奏音を比較できる。2 つの音に音響的特徴に差がある場合、筋活動を比較してその差の要因となる身体の使い方の発見を支援する。また視点を変え、筋活動を比較して差がある場合、それが演奏音に与える影響を発見するための支援となる。このシステムは、選択された 2 つの音について、音響的特徴 3 項目と筋活動量 2 項目を、発音時刻を揃えて 2 つ重ねて表示する。2 つを同じプロットエリアに重ねることで、差分を把握しやすくした。

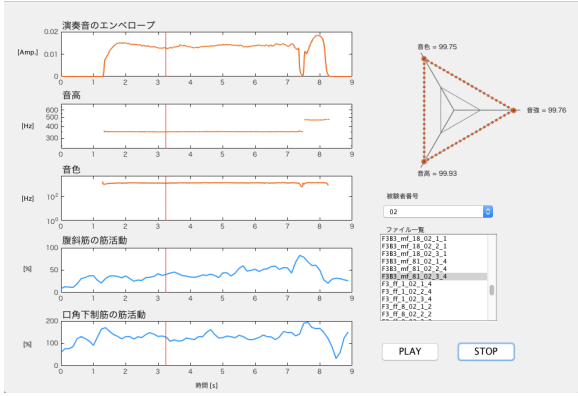


図 3　単音表示システム画面

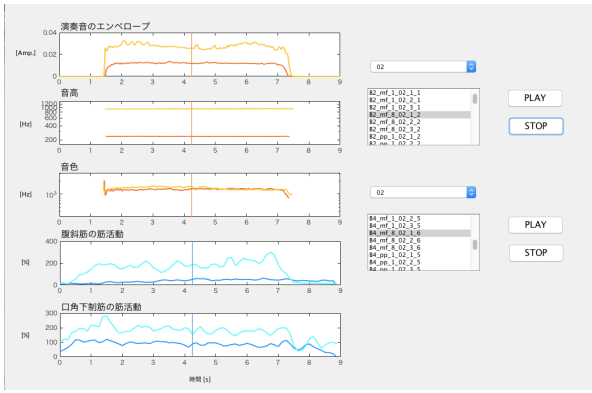
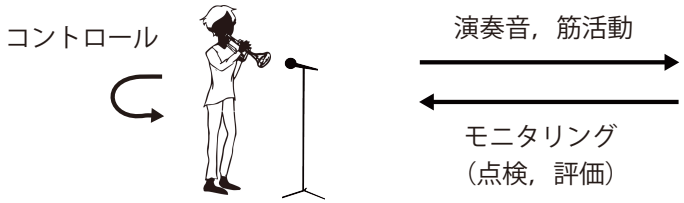
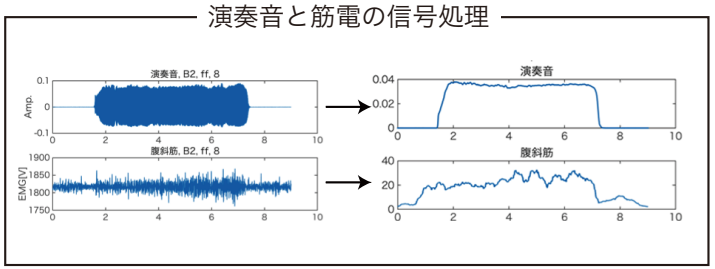


図 4　二音表示システム画面

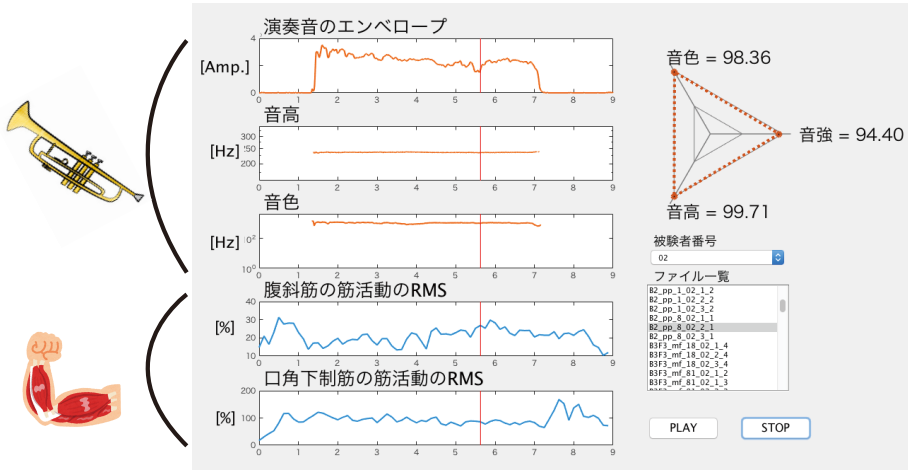
研究のポイント	５年後には筋電計などの生体計測機器が廉価になり大衆化され、人々の日常生活での利用シーンが増える。家での独習時に、あるいはレッスン時に先生と一緒に、客観的な生体情報を見ながら楽器を練習する未来が予想される。本来、管楽器は腹式呼吸と胸式呼吸をバランス良くコントロールすることが重要だが、「肩で息を吸ってはいけない」「お腹に力を入れないといけない」といったような誤解や過度な練習による怪我（腱鞘炎、フォーカルジストニアなど）も散見されていた。本研究はこのような思い込みから始まる悪循環を可視化によって正しい方向へ修正し、健全な演奏体験を提供したいと願うものである。開発技術や研究で得られた知見はトランペットだけでなく、管楽器、弦楽器、ピアノなどに応用可能で全ての楽器愛好家のためとなることを期待する。
研究結果	プロトタイプシステムを構築し、演奏音と筋活動の振り返りを行えることが確認された。単音表示システムは、音響的特徴と筋活動を紐付け、また時間経過とともに観察することで、発音前の筋活動の様子や、音を伸ばしている際の筋活動の特徴を発見できた。演奏音の安定性の評価は、ほとんどが 90 点以上となり差が見られないため、点数化の方法を検討する必要がある。二音表示システムでは、音強や音高の異なる演奏の筋活動を比較すると、音響的特徴が変化した際の筋活動の変化の傾向を読み取ることができた。また異なる演奏者が同じ音を演奏した際の筋活動を比較したところ、個人の筋活動の特徴が発見された。しかし、トランペットの演奏の複雑性からより詳しく（計測項目や計測部位を増やすなど）演奏時における生体情報を調べて行く必要があることがわかった。
今後の課題	現時点のシステムは、演奏し終わった１つの音に対する振り返り学習を想定している。波形のプロットのみでは、演奏の振り返りはできるがメタ認知の促進には至っていない。メタ認知を促すには、分節化が必要となる。分節化によって同じ節の中でコントロールできるようになり、分節する解像度を上げていくことでコントロールできるレベルを細かくすることができる。 今後は音響的特徴および筋活動を分節化しリアルタイムに表示するシステムの構築を検討している。これによって、演奏しながら自身の体の使い方を学習し修正するよう支援する。またリアルタイムに表示する際は、オブジェクトの色や形を利用して視覚に訴えるデザインとし、直感的な理解を促進させたい。構築したシステムを練習に組み込み、繰り返し使用することでメタ認知が促され、演奏者は演奏音と体の使い方との関係について学習することができると考えられる。その結果演奏技術が効率的に向上することを期待する

筋活動の視覚フィードバックによるトランペット練習支援に関する研究 (筑波大学 松原正樹)





1 つの演奏音を詳細に観察

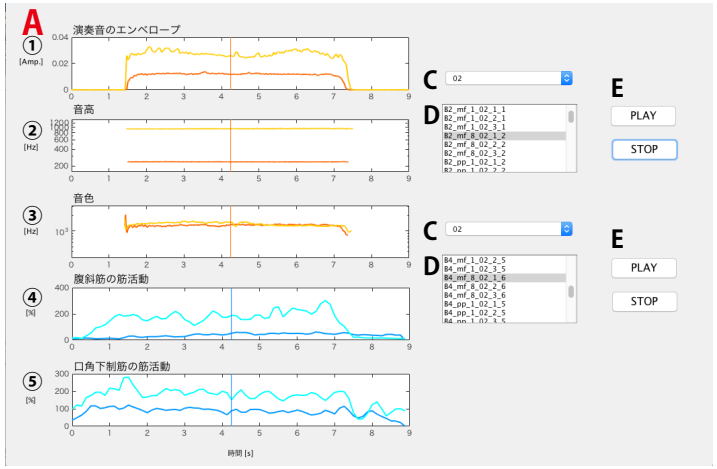


＜使用例＞

・音響的特徴に変動があった場合，筋活動を観察しその要因となった身体の使い方を発見する

・演奏音の再生と同期しながら音響的特徴やレーダーチャートを観察して，聴取及び評価能力を向上させる

2 つの演奏音を発音時刻を揃えて比較



＜使用例＞

・2 つの演奏音の音響的特徴に違いがあった場合，筋活動を比較してその要因となる身体の使い方を発見する

・2 つの筋活動に違いがあった場合，その違いが演奏音に与える影響を発見する

（注:フローチャート図，ブロック図，構成図，写真，データ表，グラフ等 研究内容の補足説明にご使用下さい。）