

令和 6 年 6 月 19 日現在

機関番号：30106

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K12178

研究課題名（和文）熟達者の指導方略のシステム化：管楽器演奏技能の向上支援

研究課題名（英文）Systematization of Teaching Strategies of Accomplished Instructors: Supporting the Improvement of Wind Instrument Performance Skills

研究代表者

金子 大輔 (Kaneko, Daisuke)

北星学園大学・経済学部・教授

研究者番号：70397438

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、学校吹奏楽活動の支援を目的として、Mac OS上で動作する管楽器演奏支援システムを開発した。本システムは、入力された演奏音（リアルタイム入力または音声データファイル）の音高や音量をリアルタイムで分析・ビジュアル化できるほか、音量・音高の解析データをCSVファイルとして出力できる。評価実験や聞き取り調査をもとに、音高グラフの周波数軸のレンジを自動で調節する機能と、録音した演奏音を再生しながら音響特性を確認できる機能を追加した。これにより自分の演奏を客観的に評価でき、個人練習の質を向上させる支援ツールとして高い完成度を実現できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は、管楽器の演奏をリアルタイムに分析しそれをビジュアル化する技術を精緻化した点である。これにより、管楽器の演奏音の音響特性の解析精度が向上し、管楽器演奏の主に個人練習時における新たな手法を提供することが可能となった。また、社会的意義としては、学校吹奏楽活動において、熟達した指導者が不足する現状を補うツールとして、多くの学生や教師にとって有益な支援システムを提供できる点を挙げることができる。これにより、音楽教育の質の向上だけでなく、教育現場または一般の管楽器演奏家の練習などでの応用が期待される。

研究成果の概要（英文）：In this study, we developed a wind instrument performance support system operating on Mac OS, aimed at supporting school wind band activities. This system can analyze and visualize in real time the pitch and volume of the input performance sound (real-time input or audio data file) and can output the analyzed data of pitch and volume as a CSV file. Based on evaluation experiments and interviews, we added a function that automatically adjusts the frequency range of the pitch graph and a function that allows users to check the acoustic characteristics while playing back the recorded performance sound. This system enables users to objectively evaluate their own sound and has achieved a high level of completeness as a support tool to improve the quality of individual practice.

研究分野：教育工学，教育システム情報学

キーワード：管楽器演奏支援 音高 音量 熟達者 吹奏楽

1. 研究開始当初の背景

日本の学校吹奏楽活動は非常に盛んであるが、管楽器演奏経験や知識の有無に関わらず音楽専科教員が吹奏楽部を指導せざるを得ない場合が増えており、適切に評価・指導を与えることが難しいという課題がある（新山王ほか 2005）。そのため、熟達した指導者や職業演奏家などを外部講師として活用することが提案されている（矢崎ほか 2013）が、一部の有力校を除き、人的にも経済的にも現実的ではない。また、演奏技能向上には個人での基礎練習とその個別指導が不可欠であるが、一人の指導者が全ての児童生徒の基礎練習を指導することは難しく、個人の演奏音を評価し適切な指導を与えるシステムの活用が望まれる。

演奏指導支援システムに関する研究として、澤ほか（2010）は、ウッドベースの運指の学習のため、カメラを用いた運指取得システムを構築し、指導者が遠隔指導できることを示唆した。しかし、管楽器は同一運指であっても、唇・口内の形状や息の吹き方で音量、音高、音色が変化する。永尾・臼杵（2014）はテンポ・強弱・音程の三要素のミスを評価する鍵盤楽器の練習支援システムを提案した。正しい運指の獲得と、達成度の提示による練習のモチベーション維持に効果があったが、演奏技能の向上には至らなかった。石田（2016）は、個々の演奏技能向上方法として交互奏を用いた。複数の小学生がお互いの演奏音を聞き合い、相互に評価・助言することの有用性を示唆した。しかし、管楽器初学者である児童生徒らが音楽専科教員らに比べて未熟なことは明らかであり、上述の課題の解決には至らなかった。

<文献>

- 新山王政和, 矢崎佑 (2005) 学校吹奏楽における外部指導者システムの確立をめざした一考察: 自治体による試行事例と諸外国のコミュニティ支援システムの比較を参考にして. 日本管打・吹奏楽学会アコール附属研究論文, Vol.28, 30-39.
- 矢崎佑, 新山王政和 (2013) 学校吹奏楽における外部指導者システムの確立をめざした一考察. 新山王政和編, 日本の学校吹奏楽を科学する!, 201-212.
- 澤光映, 竹川佳成, 寺田努, 塚本昌彦 (2010) 演奏ルールを用いたウッドベースのための実時間運指取得システムの設計と実装. コンピュータソフトウェア, 27(1), 56-66.
- 永尾謙伍, 臼杵潤 (2014) MIDI 鍵盤演奏におけるテンポと強弱に着目した練習支援法に関する研究. 研究報告音楽情報科学 (MUS), 105(12), 1-6.
- 石田修一 (2016) 小学校における効果的な管打楽器指導法についての考察: 音楽授業と連携しシステム化された効率的管打楽器教育方法. 開智国際大学紀要, 15, 95-126.

2. 研究の目的

本研究では、上記の背景をふまえて「熟達した吹奏楽指導者の有する身体知（指導方略）と音の物理量（音量や音高）に基づいた演奏音指導モデルの策定と、演奏音指導モデルを利用した管楽器の演奏技能向上支援システムの開発」を目指し、以下の2点を目的とした。

- (1) 音量と音高から得られる図や数値を用いて演奏音をビジュアル化してフィードバックするシステムの開発
- (2) 熟達者の指導方略と(1)でビジュアル化された演奏音とを結びつけ、技術的な指導や支援を個別に与えるための演奏音指導モデルの策定と、同モデルを導入したシステムの開発

3. 研究の方法

- (1) 熟達者の指導方略の明確化のために、管楽器演奏に関する文献調査を行ったほか、熟達した指導者への面接調査を実施した。
- (2) システムの開発やチューニング等で活用するための演奏音の収集を行った。
- (3) 音量と音高から得られる図や数値を用いて演奏音をビジュアル化してフィードバックするシステムのプロトタイプの開発を行った。
- (4) 開発されたプロトタイプを用いて、高等教育機関における評価実験を実施した。システムを実験的に用いて演奏を行い、使用感などについてアンケート調査・聞き取り調査を実施した。調査は実際に演奏した学生の他、コーディネートした指導者に対しても行った。

4. 研究成果

本研究において開発された管楽器演奏支援システムは、Mac OS をターゲットとし、システムの実体はインストール型の実行可能なアプリケーションである。プロトタイプ開発時とくに

重点的に開発を行ったのは、演奏音の音高や音量といった音響特性をリアルタイムで分析する部分と、それらをビジュアル化して示す部分である。本システムでは、トランペットやクラリネット等の単音楽器で演奏した演奏音について、入力された音声（リアルタイム音声入力またはWAVファイルなどの音声データファイル）の音量や音高をリアルタイムグラフ描画できる機能を有している。さらに、その音量・音高の解析データファイル（CSVファイル）を出力することも可能である。

音高と音量について、どの程度までセンシティブに測定するかは難しい。たとえば、測定がセンシティブになりすぎれば、演奏していない休止部分でも何らかの雑音を拾ってその音高を表示することがある（ノイズ情報）。さらに、演奏音の中でも倍音の検出が多くなれば、グラフが多層化してしまい、演奏者が演奏しようとしている音高（ピッチ）そのものが分かりづらくなる。そういった問題に対応し、センシティブ性のバランスを取るために、ある程度経験のあるトランペット奏者の演奏音（Bフラットのスケールのロングトーン）を参考としてシステムのチューニングを行った。

本プロトタイプを用いて、ある高等教育機関の吹奏楽部の学生3名を対象に評価実験を行った。アンケート調査の結果、とくに音高を表示するグラフ（ピッチグラフ）は個人練習に有用であることや、全体としてシステムが有効であることは示された。しかしピッチグラフは、縦軸である周波数軸のレンジが固定されて広帯域のため、分解能が小さく音高の差異を確認しづらいという問題や、演奏音のフィードバックができない点などが改善点として示された。また同時に、別の高等教育機関の吹奏楽部の学生1名を対象にプロトタイプをある程度の期間試用してもらった。その吹奏楽部を指導している熟達した吹奏楽指導者に対し、試用前後にインタビュー調査を実施した。学生による使用は期待通りとはならなかったが、その背景としてユーザインタフェースやフィードバック方法の課題が示唆された。

こうした問題に対応するため、2023年度の後半にシステムの追加開発を行った。具体的には、ピッチグラフの周波数軸のレンジを自動で調節する機能と、録音後に録音した演奏音を再生しながら音響特性を確認できる機能を追加した。

研究期間全体を通じて、Mac上で動作する管楽器演奏支援システムを開発できたことは大きな成果である。とくに追加開発で実現した機能によって、一般的に利用できるシステムとしてはほぼ完成されたと考えられる。残念ながら申請当初目標としていた、自動で指導を行うための演奏音指導モデルの策定とその実装までには至らなかったが、本システムを利用して自身の演奏音を可視化し振り返ることは、管楽器の個人練習の大きな支援になると考える。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 金子大輔	4. 巻 61(2)
2. 論文標題 アクティブラーニングとICT活用 初等中等教育における「主体的・対話的で深い学び」の考え方と高等教育におけるアクティブラーニングの事例	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 北星学園大学経済学部北星論集	6. 最初と最後の頁 61-73
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件/うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Kaneko, D., Ohsaki, A.
2. 発表標題 Integration of SCAT and ENA in Quantitative Ethnography.
3. 学会等名 Companion Proceedings of 14th International Conference on Learning Analytics & Knowledge, 166-168.（国際学会）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Ohsaki, A., Kaneko, D.
2. 発表標題 Computer-Supported Code Generation Using Stepwise Coding.
3. 学会等名 Companion Proceedings of 14th International Conference on Learning Analytics & Knowledge, 254-256.（国際学会）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Kaneko, D., Kurayama, M., Kunimune, H., Morishita, T., & Yamamoto, T.
2. 発表標題 An Empirical Evaluation of a Sound Visualization System in Wind Instrument Practice: An Experimental Study with Band Students.
3. 学会等名 Proceedings of the 22nd Annual Hawaii International Conference on Education, 321-324.（国際学会）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Kaneko, D., Kurayama, M., Kunimune, H., Morishita, T., & Yamamoto, T.
2. 発表標題 Development of a System to Visualize the Performed Sound Based on Pitch and Acoustic Pressure
3. 学会等名 Proceedings of the 21st Annual Hawaii International Conference on Education, 586-589. (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 金子大輔, 長谷川元洋
2. 発表標題 児童・生徒が主体的に考える情報モラル教育の実践：質問づくり (QFT) の手法を用いて
3. 学会等名 信学技報, vol. 122, no. 431, ET2022-75, pp.101-108, 2023.3.14, 徳島大学
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	倉山 めぐみ (Kurayama Megumi) (20710867)	函館工業高等専門学校・生産システム工学科・准教授 (50101)	
研究分担者	國宗 永佳 (Kunimune Hisayoshi) (90377648)	千葉工業大学・情報科学部・教授 (32503)	
研究分担者	森下 孟 (Morishita Takeshi) (70642528)	信州大学・学術研究院教育学系・准教授 (13601)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	山本 樹 (Yamamoto Tatsuki) (30535266)	明海大学・総合教育センター・准教授 (32404)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関