

フリガナ	コイデ ヒデノリ
氏名（本籍）	小出 英範 （千葉県）
学籍番号	H19001
学位（専攻分野の名称）	博士（総合情報学）
学位記番号	第 H10013 号
学位授与の日付	令和 4 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	新規な電子楽器の演奏性と演奏正確性及び上達過程の分析

論文審査委員	主査	西村 明
	副査	布広 永示
	副査	松下 孝太郎
	副査	三浦 雅展

論文内容の要旨

電氣的に音を生成しないアコースティック楽器は発音原理により演奏インターフェースの形状あるいは大きさに制約があり、改良が難しく、演奏の上達には多くの練習を要する。アコースティック楽器を模擬した電子楽器も同様の問題点を持つ。本論文ではそれらの楽器をまとめて「従来楽器」と定義する。従来楽器の問題点の克服が期待できる手段として電子楽器がある。電子楽器は発音原理による制約がないため演奏インターフェースの自由度が高い。本論文では「新規な演奏インターフェースによって容易に演奏できることを目指した電子楽器」を「新規な電子楽器」と定義して、それを使って初心者が簡単な旋律をほぼ楽譜通りに演奏できることを目指す。従来研究において、センサあるいはスイッチを用いたもの、日常生活で用いる道具を改造したものなど、多様な新規な電子楽器が製作されている。しかし、これらの新規な電子楽器で正確な演奏ができるかは評価しておらず、また複数の新規な電子楽器、及び従来楽器との演奏性及び演奏正確性の比較を行っていないなど、問題点もある。そのため、演奏しやすい、あるいは上達が速い演奏インターフェースの特徴は明らかになっていない。更に、主観的な演奏性を評価する際に、どのような評価項目が適切であるかも明らかになっていない。

本論文ではこれらの問題点を受け、演奏とその上達が容易な新規な電子楽器の実現を目的とする。そのために、新規な電子楽器の演奏正確性を定量的に分析して、演奏しやすい演奏インターフェースの特徴を検討する。また、演奏性の主観的評価を行い、その適切な評価項目を検討する。

本論文は以下の全7章で構成される。

第1章は研究背景として「楽器」の説明をして、本論文での「従来楽器」と「新規な電子楽器」の定義を明確にした。また、従来楽器の問題点を説明して、それに対する新規な電子楽器の有用性を述べた上で、本論文の目的を述べた。

第2章は従来の新規な電子楽器と、その従来研究を紹介した。それら従来研究での新規な電子楽器の評価における問題点を挙げて、その上で本論文での研究及び実験の方針を述べた。

第3章は音楽あるいは楽器演奏に対する意識調査を実施した従来研究を紹介した。本学の学生を対象に楽器演奏及び電子楽器、演奏練習支援に対する意識調査を行った。このような調査は過去に行われておらず、新規

性がある。調査の結果、容易に演奏できるが音の表現が制限される新規な電子楽器に対して、肯定的な学生が約半数いたことから、本論文が目指す新規な電子楽器はある程度受け入れられることが示唆された。

第4章は市販、及び従来研究での新規な電子楽器3種類と、それらの評価結果を参考に著者が製作した新規な電子楽器3種類を対象に、演奏評価実験を行った著者の修士研究を紹介した。また、本論文で新たな特徴量を追加して、客観的演奏正確性を評価した結果も報告した。新規な電子楽器を対象とした客観的演奏正確性の定量的評価と、それを複数の電子楽器間で比較することは従来行われておらず新規性が高い。この客観的演奏正確性の評価結果より、演奏しやすい演奏インターフェースの特徴を考察した。また、初めて演奏する新規な電子楽器は演奏が難しく、ある程度の演奏練習が必要であることも示唆された。

被験者全員の演奏性の主観的評価結果を用いて新たに実施した探索的因子分析についても報告した。新規な電子楽器の演奏性を評価する12個の評価項目の主観的評価結果の探索的因子分析より、上達感、音高操作、発音動作の3つの因子が得られた。この因子分析の結果より、今後は3つの因子それぞれを代表する評価項目を用いることで、新規な電子楽器を評価する被験者の負担を軽減しつつ、新規な電子楽器の演奏性を適切に評価することが期待できる。

第5章は第4章での演奏しやすい演奏インターフェースの考察を参考に、演奏が容易であることを目指した新規な電子楽器を製作した。タブレットによって指1本で、かつ指の短い移動距離で演奏できるタブレット型電子楽器を製作した。既存のヒューマンマシンインターフェースであるジョイスティックによって容易な演奏を目指した joystick 型電子楽器も製作した。それらの比較対象として鍵盤楽器を紹介した。

第6章は第5章で示した3種類の電子楽器を対象に3週間の演奏練習実験を行い、その間と練習前後の演奏音を分析した。新規な電子楽器と従来楽器の上達過程を比較した点に新規性がある。演奏音を分析、比較した結果、タブレット型電子楽器は鍵盤楽器と同程度の上達の速さと正確な演奏ができた。joystick 型電子楽器は3週間の演奏練習を経て演奏の上達が見られたが、鍵盤楽器ほどの上達の速さ及び正確な演奏はできなかった。この上達過程の分析結果は、今後の新規な電子楽器の評価において、演奏の正確さ及び上達の速さを新規な電子楽器と従来楽器とで比較する際の基準として有用である。

同実験では1週間間隔で計4回、第4章と同様の演奏性の主観的評価を行い、その結果の因子分析を行った。第5章で示した3種類の電子楽器の主観的評価結果のみを用いた因子分析では、第4章とは異なる構造の因子が得られた。少数の演奏インターフェースのみを対象とすると、その特徴が因子の構造に強く影響することが示唆された。第4章での6種類の新規な電子楽器の主観的評価結果も合わせた因子分析では、第4章と同じ構造の因子が得られた。これより上達感、音高操作、発音動作の因子により、様々な演奏インターフェースの演奏性を評価できると考えられた。

第7章は総括として、本研究で得られた成果をまとめると共に、今後の新規な電子楽器製作の展望と、それらの評価実験における課題について述べた。

Analysis of playability, accuracy of musical performance, and the improvement process of novel electronic musical instruments

Hidenori KOIDE

Owing to their sound mechanism, the interfaces of acoustic musical instruments without electric sound generation have restrictions on their shape and size. Therefore, it is difficult to improve the playing interfaces of acoustic musical instruments, and considerable practice is required to improve their musical performance. Electronic musical instruments that resemble acoustic ones have similar problems. This study defined these musical instruments as “conventional musical instruments.” The electronic musical instruments have high interface flexibility and no restrictions on their sound mechanism. Therefore, they are expected to overcome the drawbacks associated with conventional musical instruments. Additionally, in this study, an electronic musical instrument that is playable with a novel playing interface is defined as a “novel electronic musical instrument.” This study enables beginner players to play simple melodies with the novel electronic musical instrument almost correctly. In previous studies, various novel electronic musical instruments that use sensors, switches, or various tools in daily use have been developed to control sound mechanisms. However, the accuracy in musical performances remains unevaluated. Moreover, electronic and conventional musical instruments have not been compared in terms of playability and accuracy of musical performance. Therefore, the interface characteristics of easy playability and quick improvement in musical performance have not yet been clarified. Furthermore, suitable evaluation items for subjective playability have not yet been identified.

This study aims to identify a novel electronic musical instrument that can easily be played and improve musical performance by solving the problems above. The accuracy of the musical performance of novel electronic musical instruments and playing interface characteristics that can be easily played were investigated. In addition, suitable evaluation criteria for subjective playability were established, and it was used to evaluate novel electronic musical instruments. This paper consists of the following seven chapters:

Chapter 1 presents the research background and musical instruments and clarifies the definitions of “musical instrument,” “conventional musical instruments and “novel electronic musical instruments.” Next, this chapter presents the problems of conventional musical instruments and the usefulness of novel electronic musical instruments in solving these problems, from which the purpose of the study is drawn.

Chapter 2 examines previous studies on novel electronic musical instruments and describes the problems in evaluating such instruments in the literature. Moreover, the agenda of this study and experimental design in chapters 4 and 6 are proposed.

Chapter 3 describes previous surveys on the attitude toward music and the performance of musical instruments. A survey was conducted on university students' attitudes toward musical instrument performance, electronic musical instruments, and computer-aided learning support systems for musical performance. Such surveys have not previously been conducted. The survey showed that approximately half of the students supported electronic musical instruments that could easily be played but had poor sound expression. Thus, from these results, it can be concluded that novel electronic musical instruments are acceptable to a certain extent.

Chapter 4 presents experiments conducted by the author while studying for a master's. The first experiment evaluated three types of novel electronic musical instruments in the market, or, as proposed in a previous study. The second experiment evaluated three new types of novel electronic musical instruments produced by analyzing three previous musical instruments. The objective accuracy of musical performance was analyzed by introducing the novel feature values proposed in the current study. The quantitative analysis and comparison of the objective accuracy of performance on several electronic musical instruments are novel. Consequently, the playing interface characteristics of easy playability were considered. These experiments show that playing novel electronic musical instruments for the first time is difficult and requires a lot of practice.

New exploratory factor analysis identified three factors : proficiency, controlling sound production, and pitch control, using all subjects' subjective evaluation of playability . As a result, the burden of evaluating novel electronic musical instruments is expected to be reduced using evaluation items representing the three playability factors.

In Chapter 5, novel electronic musical instruments that aim for easy playability were created using the results obtained in Chapter 4. First, a tablet-type electronic musical instrument played with short movements using one finger was created. Second, a joystick-type electronic musical instrument incorporating a joystick controller, similar to those for gaming, was created. Further, an already developed conventional keyboard-type musical instrument was also prepared for comparison purposes

In Chapter 6, using the three electronic musical instruments shown in Chapter 5, a three-week practice experiment was conducted for beginner players and analyzed the performance sounds before, during, and after the practice. Comparing the practice processes of novel and conventional musical instruments represent a novelty introduced by this study. The results revealed that both tablet-type musical instruments and conventional keyboard-type ones showed the same accuracy and improvement in musical performance. The musical performance of joystick-type electronic musical instruments improved after three weeks; however, they showed poorer accuracy and less improved performance compared to the conventional keyboard type musical instruments. The details of the improvement process for beginner players are helpful for future evaluation of the newly proposed novel electronic musical instruments in terms of the accuracy of musical performance and the extent of its improvement.

In the above experiments, subjective evaluations of playability, similar to those in Chapter 4, were conducted four times at weekly intervals. Factor analysis using playability results from the three electronic musical instruments in Chapter 5 identified factors different from those identified

in Chapter 4. These results suggest that the interfaces of a small number of musical instruments strongly affect the structure of playability factors. Exploratory factor analysis using the playability evaluation of all nine musical instruments, including the six in Chapter 4, identified the same three factors mentioned in Chapter 4. The results imply that three playability factors—proficiency, controlling sound production, and pitch control—are useful for evaluating the playability of various types of novel electronic musical instruments.

Chapter 7 summarizes the results of the previous chapters and proposes an outlook and further tasks for the future development of novel electronic musical instruments and their evaluation.