

令和 3 年 6 月 22 日現在

機関番号：32679

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K01104

研究課題名(和文) 18,19世紀フォルテピアノ音源の活用研究

研究課題名(英文) Using Digital Technology to Preserve the Musical Tones of 18th and 19th Century Fortepianos for Future Use

研究代表者

上田 順 (UEDA, Sunao)

武蔵野音楽大学・音楽学部・講師

研究者番号：30134779

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：1.古い楽器の動態保存 各地の楽器博物館等で保管されている楽器は歴史的な楽器としての価値を損なわないために、演奏はあろうか触れることも禁止されている。歴史的楽器の価値は経年変化により失われつつあるが、楽器の音色を演奏するためにデジタル化して活用することを実現した。現代の技術を活用した保存手法の一つといえる。楽器として活用できる形態で現状を維持(保存)できるということで、いわば動態保存と呼べる保存方法を試行して実現への目途をつけている。

2.低コストのデジタル化 修復していない楽器の音色を、ソフト処理だけで修復済みの個体に近い音色データのデジタル化ができることを検証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義
ミュージアムにおける古い楽器展示と当時の楽曲(演奏)解釈研究に新たな次元を開いている。例えば、本研究の対象となった古い楽器の横に並べて置いてある電子ピアノを演奏すると、その音響は隣に設置してある歴史的楽器のそれと同様なものが聴こえてくる、という展示であり、演奏により当時の音響が再現されることで解釈の研究にも大きく寄与するものである。

研究成果の概要(英文)：1. The preservation which can play an old musical instrument. The musical instrument in the musical instrument museum prohibits touching. It's because the historical value isn't damaged. The value of the historical musical instrument is lost with time. When making the sound digital data, today can be utilized. Preservation method using present-day technology.

2. Low-price digitalization The tone of the musical instrument which is just as it is is corrected in the right pitch by software processing.

研究分野：楽器音響

キーワード：フォルテピアノ 音響 音色のデジタル化

1. 研究開始当初の背景

本研究は、武蔵野音楽大学楽器ミュージアム(以下、「ミュージアム」という)所蔵フォルテピアノの音をサンプリング音源のデータとして用意し、誰もが電子ピアノ(MIDI キーボード)で弾けるようにすることの有益性を明らかにすることを目的としている。このような本研究のテーマに対し、その音響再現性について以下の懸念があった。

展示楽器の電子ピアノでの再現についての懸念

標題にある、ミュージアム所蔵フォルテピアノの音をサンプリング音源のデータとして展開し、電子ピアノ(MIDI キーボード)を古いフォルテピアノのシミュレーターにするというアイデアに対して考えられる懸念は、以下のような点である。

- ピアノの音色は二度と同じそれは存在しないほど音強により千変万化であり、再現に必要な音強データは無限である。
- 全弦が解放され打鍵音の励振により共鳴し始めるダンパーペダル使用時の再現は、不可能である。
- 単音と和音での差異の再現が困難である。
- 響板の音響変化は、それ自体が不明な点が多い。

試作システム試奏の印象

否定的印象が先行した状態であったが、数週間後に試作システムを作成して試奏してみたところ、想像とは全く異なる以下のような印象を受けた。

- 音が狂っていて且つおそろおそろ弾く展示楽器とは別世界。博物館の楽器はレプリカを除いて細心の注意をはらって触れる必要があり、無心に弾くことはあり得ないため。
- 初体験の楽器音。当たり前であるが、鍵盤を弾くという演奏行為の結果として耳に入る音が未体験の新鮮な音である。
- 音色の魅力。味わいのある不思議な音色で、音色そのものが独立した演奏音として聴くと非常に魅力的。
- 未知の音響。自分で演奏した音楽は触覚等聴覚以外の刺激もあるため未知の領域。博物館所蔵楽器で演奏した CD 等があるが、自分で演奏した結果としての音響は別世界の感動がある。

予想された危惧を補って余りある体験を提供してくれることを確認し、加えて十分にフォルテピアノを疑似体験でき、演奏ができる人なら展示楽器への理解を飛躍的に高めることが実感された。不足もある不完全な音である事実を踏まえた上で、それでも人間の耳には十分に魅力ある音に感じられたので、実用化に向けて開発を試行する意義を感じたのである。

2. 研究の目的

(1) 展示楽器の動態保存

ミュージアムの所蔵フォルテピアノは、完璧な空調管理の下で保管されており、特別な機会に注意深く修復・整調・調律を行う以外、おそらくほぼ全ての楽器は入手時の状態をそのまま保持している。歴史的な楽器としての価値を損なわないという目的に沿って、演奏はおろか触れることも禁止されている。

従って歴史的な存在価値がゆらぐことは将来もないが、演奏するための楽器としては、現在既にハンマーヘッドの皮革はかなり硬化しているはずであるし、いずれは劣化して粉化し使われていた当時とは全く異なる音色に変化する。かなり変化している現在の音色ではあるが、楽器として演奏に供するためにデジタル化して活用することは、現代の技術を活用した保存手法の一つといえる。楽器として活用できる形態で現状を維持(保存)できるということで、いわば動態保存と呼べる保存方法であり、この実現性を検証することが本研究の第一の目的である。

(2) 低コストのデジタル化

研究の方法の項で収録の実際を詳しく報告しているが、第1回の収録(録音)は所蔵フォルテピアノの中で保存状態が最も良く、構造的にもウィーンアクションを備えるなど歴史的価値がある楽器に、楽器本来の音色を変えない範囲で可能な限りの修復を施した状態で実施している。

これに対し、第2回以降では楽器に全く修復や整調・調律を施さずに現状のままで収録を行

い、ソフト処理だけ(低コスト)でどこまで第1回収録の結果に迫れるかを試みた。

第2回収録対象の2楽器

- ①第1回と同レベルに状態が良い個体
- ②音階は一応保持しているものの音高が大幅に狂っているスクエアピアノ

第3回収録対象の2楽器(珍しい楽器主体)

- ①比較的状态の良い個体で現代ピアノを立てた形状。
- ②ハープピアノ。ハープを鍵盤で弾くという少し特殊な楽器。これは打弦楽器ではなく撥弦楽器の一種で、ハンマーヘッドの代わりにある爪で発音する。

以上、第2回以降は修復という費用をかけないで現状のままの楽器音を収録(録音)して、ソフト処理だけでローコストにどこまで再現性を高められるかの検証を目的とした。

(3) 新しい価値創造

計3回の様々な収録により、静的な研究対象であったフォルテピアノに、疑似的であるにせよ当該個体の音色に近い音響で演奏を楽しむという新たな価値を付加させられることを検証する。

3. 研究の方法

ミュージアム所蔵楽器の音を収録し、そのデータをサンプリング音源に登録して電子鍵盤にて演奏し、どこまでの再現を可能とするのかを検証する。収録の詳細と音源への登録は以下の手順で行った。

作業者

研究者: 上田順(演奏)、安田寿之(監修・オペレーション)

博物館学芸員: 守重信郎

整調・調律師: 土岐隆仁

録音技術者: 清末有人

(1) 第1回収録

実施日時

平成31年1月23日13時~16時(準備/片付け含めると、11時~19時)

録音対象楽器

楽器種: グランドピアノ(ウィーン式アクション)

製作地: Austria Wien

製作年: 1845年頃

製作者: Conrad Graf

(2) 第2回収録

実施日時

令和2年3月23日9時~19時(準備、片付け、休憩1時間含め)

録音対象楽器

・楽器種: グランドピアノ(6本ペダル、ウィーン式アクション)

製作地: Germany Königsberg

製作年: 1800年頃

製作者: J.F.Marty

・楽器種: スクエアピアノ

製作地: England London

製作年: 1780年頃

製作者: Luckfield

(3) 第3回収録

実施日時

令和2年11月19日8時～19時(準備、片付け、休憩1時間含め)

録音対象楽器

・楽器種:リラピアノ / Lyre Piano(イギリス式アクション)

製作地:Germany Berlin

製作年:1830年頃

製作者:Johann Christian Schleip

・楽器種:ハープピアノ / Harp Piano

製作地:France Paris

製作年:1860年頃

製作者:Johann Christian Diets II

(4) 音源への展開

録音データの整理、編集、ミックス

使用ソフトウェア:Avid Pro Tools

整理、編集

録音データそのものから、使用するトラックを選定(高/低ベロシティでの打鍵音、ダンパー音、ベル等特殊音)し、ノイズや明らかに発音できていない等の欠損/不要部分をカット。後の編集に備え、低音から高音の順に整列。

ミックス

2本のマイク(Neumann U87Ai(モノラル)、Neumann KM183(ステレオ))によるトラックのバランスを取り、Auxトラックに集約した上で、若干のコンプレッサーにより整音。

打鍵音に関しては、ベロシティ(音強)別に低音から高音まで整列した長い1トラックとして書き出し。

(5) 整音、変換、書き出し

使用ソフトウェア:MOTU Digital Performer

整音

前段階までで作成したトラックデータを各鍵データに分割。アタック/リリース部分がスムーズになるようフェード処理、ノイズ回避等、を各鍵データ毎に処理。

変換

編集を適用させた状態で、1音毎にバウンス/マージ。waveファイル化してサンプリング音源データとする。

書き出し

各音データを、サンプリングソフトウェアへの取り込み準備として、オクターブ毎にフォルダ分け及び名称変更等の整理。

(6) サンプリングソフトウェアへの取り込み、マッピング

使用ソフトウェア:

Native Instruments Kontakt

サンプリングソフトウェアへの取り込み、マッピング

正しい音高／ベロシティに適用するよう、読み込み。ノイズや欠損等により予め省いた音高に関しては、隣接する音高データを延長させ填補。

また、スムーズな音色変化のため、音高／ベロシティに対してクロスフェードを適用。

ソフトウェア上の調律の有効性を確かめるため、比較用にこの段階でのプログラムも保管。

調整、音色セット作成

使用ソフトウェア:

MOTU Digital Performer、Native Instruments Kontakt

調整

チューナープラグイン、他のピアノ音源、聴感を参照し、各音を平均律に調律(赤矩形部分)。音量のばらつきも調整。

音色セット作成

ダンパー解放時に関しては、全弦と響板の残響のみとなる、音高が感じられなくなる部分(緑の縦線以降)から使用し、全音に適用。

ダンパーペダルを踏んだ時のみ混ざるよう、MIDI Learn(外部コントローラーを適合)。

また、ベル等の特殊音に関しては、適宜使用できるように MIDI チャンネルを分割。

4. 研究成果

(1) 展示楽器の新たな鑑賞スタイル

ミュージアムにおける楽器展示の新たな可能性を開いている。例えば、本研究の対象となった古い楽器の横に並べて置いてある電子ピアノを演奏すると、その音響は隣に設置してある歴史的楽器のそれと同様なものが聴こえてくる、という展示構成である。

従来の様々な角度から見ただけであった存在から、実際に弾いて音響を体感できることへの進化は大きい。本来演奏するための楽器であった展示品をシミュレーターとはいえ疑似体験できるのであるから得るものは大きい。ベートーヴェンが聴いていたであろう響きを、当時のフォルテピアノを眺めながら体験できるのは、「見て弾いて」という楽器本来の展示を実現しているといえる。

(2) ローコストシステムの可能性を実証

ソフト処理だけでも各鍵の音をピッチだけに関しても、ある程度本来のものに近づけることができることが実証された。ただし、一つの鍵に複数ある弦のズレは残る。

電子ピアノ(MIDI キーボード)は DTM 用卓上のものから打鍵精度の高いものまで予算に応じて用意すればよい。また、収録環境も予算に応じて揃えられるので本研究同様のシステム開発は、その敷居が低いことが明らかになっている。

(3) 新しい楽器の誕生

年月とともに失われていた当時の感動を再現できることが実証された。

用途によっては次項の課題解決が前提となるが、ミュージアムの「場」を離れて、貴重なオリジナル楽器の負担を考慮することなく、現代の演奏会や音楽制作に自在に使用し新たな可能性を追求することが可能となる。

また、電子ピアノでは様々なピアノ音やチェンバロ、オルガンの音色まで装備されていることが多いが、様々なフォルテピアノ音がデジタル化されれば、ベートーヴェン当時のフォルテピアノとかショパンが愛したプレイエル等々、色々魅力的なバリエーションが愛好される日が来るかもしれない可能性を提示できている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 上田 順、安田寿之
2. 発表標題 楽器博物館所蔵ピアノ音のデジタル収録による動態保存の試み
3. 学会等名 日本音楽芸術マネジメント学会
4. 発表年 2021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	安田 寿之 (YASUDA Toshiyuki) (00790289)	武蔵野音楽大学・音楽学部・講師 (32679)	

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
---------	---------