

# Ear-Keyboard : 鍵盤楽器演奏初学者のための 学習支援システムの開発と評価

福家 悠人<sup>†</sup> 山口 陽平<sup>†</sup> 柳 英克<sup>†</sup> 竹川 佳成<sup>†</sup>

本研究は、鍵盤楽器演奏初学者のための学習支援システム“Ear-Keyboard”の開発と評価を行う。鍵盤楽器演奏は、日常で用いない身体的能力に加え音楽理論の知識も必要であるため、習得が困難である。それゆえ、途中で挫折してしまう人は少なくない。Ear-Keyboardは、ユーザの譜読みや主旋律に沿って演奏する技術を支援する。支援するシステムである。本研究は、鍵盤楽器演奏初学者に主旋律の音高の流れを意識させながら、打鍵位置を誘導することで、鍵盤楽器演奏初学者の学習を支援することを目的とする。

## Ear-Keyboard : Development and Evaluation of a Study Supporting System for a Keyboard Instrument Performance Beginner

YUTO FUKUYA<sup>†</sup> YOHEI YAMAGUCHI<sup>†</sup>  
HIDEKATSU YANAGI<sup>†</sup> YOSHINARI TAKEGAWA<sup>†</sup>

In this study, I develop system "Ear-keyboard" which supports a keyboard performance beginner's performance. Since acquisition of a instrument performance is difficult. Because the knowledge of the capability which is not used daily and music theory is required. There are many people who are frustrated on the way. Ear-Keyboard is a system which supports reading a score and a keyboard performance. This study makes a beginner conscious of a melody flow. Moreover, it aims at a beginner's support by guidance of a touch position.

### 1. はじめに

1979年7月、株式会社ソニーから”ウォークマン”「TPS-L2」[1]が発売され、人々の音楽に対するライフスタイルは一転した。音楽に対するライフスタイルは、レコードやCDを室内で視聴するスタイルから、楽曲を室外に持ち出し、音楽を携帯するスタイルに変遷した。今日でも音楽を携帯するスタイルが主流である。アップル社が2001年に発売開始したiPodシリーズは、2007年に累計出荷台数1億台を突破し、今なお音楽を携帯するスタイルが主流になっている[2]。経済産業省の生産動態統計調査によると平成22年の楽器(ピアノ、電子オルガン、電子キーボード類、管楽器、ギター、電子ギター)の販売数は63万4千台となっている[3]。

ヤマハ株式会社が2006年に行った、音楽に興味のある人を対象としたアンケート[4]によると、20代、30代を除いた世代の半数以上が「演奏できる楽器がない」と回答した。また、60代未満の世代の半数以上が「演奏したい楽器がある」と回答した。さらに、殆どの世代の人が「アンサンブルやバンド活動をしたいが、自分にはできない」と回答していた。このように、音楽や楽器が一般の層まで広く手にとられるようになった反面、楽器演奏に抵抗を感じる人が多く存在している。そこで本研究は、鍵盤楽器演奏初学者のための演奏システム“Ear-Keyboard”の開発と評価を行う。Ear-Keyboardはユーザの譜読みや主旋律に沿って演奏

する技術を支援するシステムである。本研究は鍵盤楽器演奏初学者に主旋律の音高の流れを意識させながら打鍵位置を誘導することで鍵盤楽器演奏初学者の学習を支援することを目的とする。

### 2. 関連研究

これまで、ピアノ学習支援に関わる研究は多く行われている。竹内好宏らによるTwo Finger Pianoによる曲想の表現[5]は指揮的な演奏表現を目的としている。右手の指1本の打鍵でテンポ、全体的な音量を制御し、左手のペダール操作でメロディと伴奏部の音量バランス、そして打鍵時間による一拍以下の絶妙なタイミング制御の再配置が可能にしている。あくまで指揮的な演奏表現なので自分の打鍵のタイミングどおりに音が出力されるわけではなく、自らが演奏しているという感覚は得られない。大島千佳らによるColoring-in Piano : 表情付けに専念できるピアノの提案[6]はピアノレッスンにおける先生の指導を支援するものである。打鍵の際の速度(Velocity)を測り、音の強弱をつけられることで表情付けに専念できるものである。あらかじめ入力された主旋律の音が順に出力されるため打鍵ミスに気にならずに主旋律の演奏が可能である。そのため打鍵ミスが発生していてもミスを認識することができず、学習効果が得られない可能性がある。

少し発展して、竹川らによるリズム学習を考慮したピアノ演奏学習支援システムの設計と実装[7]がある。これは学習者が学習システムで補助されていない楽曲も演奏できるようにすることを念頭に置き、五線譜の楽譜における打鍵

<sup>†</sup>公立ほこだて未来大学  
Future University-Hakodate



図1 システム構成

位置や運指の学習に加え、リズム学習の支援を考慮したものととなっている。ユーザの爪につけられたマーカをカメラで認識し、鍵盤上やその周辺にアノテーションをプロジェクタで投影することで、カラフルな図や文字といったリッチなコンテンツを視覚的に提示することができる。ただし、瞬発力を必要とする判断が必要なため、譜読みに慣れていない鍵盤楽器演奏初学者には向かないシステムとなっている。

### 3. 設計

この章で現在開発中の Ear-Keyboard のシステムについて記す。図 1 にはシステム構成を記す。Ear-Keyboard は MIDI キーボードを PC と接続し Processing で MIDI 情報を制御することでユーザを支援する。PC の画面には MIDI キーボードと同じ鍵盤が描画されており、打鍵毎に画面上の鍵の色が変わる仕組みである。なお、打鍵

の際の強さを測る Velocity は測定していない。ユーザの読み取る楽譜は、最も普及されている五線譜を想定し、鍵盤楽器での片手演奏を基本とする。基本的にどの位置で打鍵しても楽譜通りの音出力されるが、条件を満たさないと音出力されないシステムを提案する。条件は正しい位置の打鍵ができているかではなく、打鍵の位置が主旋律の流れを意識しているかでチェックする。これは、PC の画面に描画された鍵盤を利用して、次に打鍵されるべき音高の方へと誘導することで実現している。以下で各モードの説明をする。

#### i)らくちんモード

あらかじめ入力されている音高情報が打鍵毎に出力されていく。自らが押した鍵は画面上で緑色で示され、本来の楽譜通りの正しい音の鍵はオレンジ色で示される。どの位置での打鍵でも正しい音出力されるため、楽曲の音長

やリズムを理解していれば演奏初学者の人でも主旋律を間違えることなく演奏することができる。このモードは従来の Coloring-in Piano を擬似的に再現したシステムであり、それに加え楽譜情報を PC の画面上に表示されているものである。

#### ii)ディレクションモード

こちらあらかじめ入力されている音高情報が打鍵毎に出力されるが、その際には条件があり、一回前に実際に打鍵した鍵と、今打鍵しようとする鍵を楽譜と比較するのである。例えば図 2 のように楽譜の音高情報が 60,62,64,64,60 だとする(中央のドの音が 60 で表され

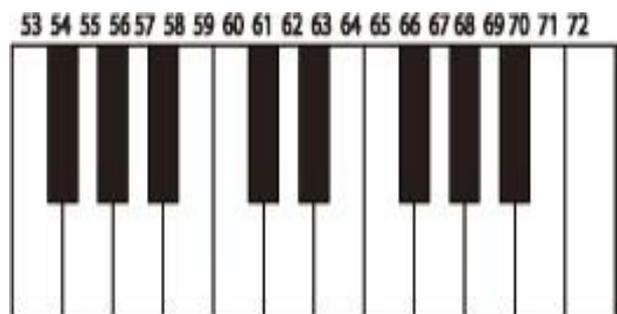


図2 ディレクションモード

楽譜の音高情報 60,62,64,64,62

実際の打鍵順 55,56,58,58,57→ペナルティなし

しかし 55,57,58,58 →ペナルティあり

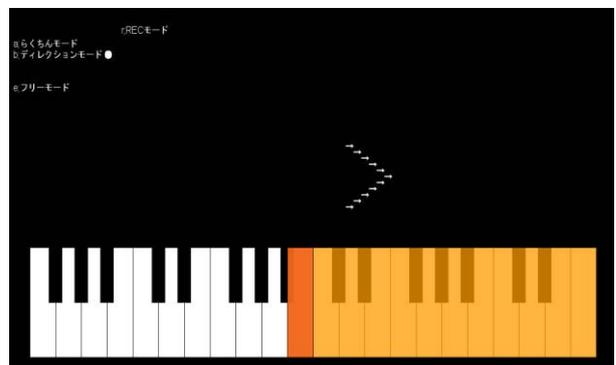


図3 ディレクションモード時のPC画面

る)。実際に打鍵する音高情報が 55,56,58,58,57 のように音高のアップダウンが楽譜と同様になっていけば楽譜通りの音出力される仕組みである。このアップダウンが正しくないと音は出力されず、楽譜は進まないというペナルティがある。図 3 にあるように次に打鍵されるべき位置ではなく、方向を示す仕様となっている。またアップダウンだけでなく打鍵される鍵が本来の楽譜通りであればピアノの音色で音出力される。アップダウンは正しいが、楽譜通りの打鍵でない場合、ピアノとは違う音色の音出力される。間違いを認識させるインタラクションが設計されている。

#### iii)フリーモード

このモードは通常の鍵盤楽器と同じで、打鍵情報がその

まま出力されるモードである。

#### iv) REC モード

このモード時に打鍵された音高情報は PC 内に記録され、らくちんモード、ディレクションモードで演奏することが可能である。評価実験

## 4. 実装

3章で述べたシステムのプロトタイプを実装した。MIDI キーボードは M-AUDIO 社の eKeys を使用した。PC は TOSHIBA 社の dynabook CX/47E を使用した。PC 上のソフトウェアの開発は、Windows Vista 上で Processing の proMIDI ライブラリを用いて行った。

## 5. 評価

評価実験では、譜読みに慣れていない鍵盤楽器演奏初学者を対象として、モチベーションの維持と課題曲の習熟具合をシステム使用後の打鍵ミスと演奏時間、被験者アンケートをもとに評価した。

### 5.1 実験の手順

以下に実験の手順を示す。

#### 5.1.1 比較対象

提案システム“Ear-Keyboard”のディレクションモードの有効性を検証するために、従来までの訓練方法と比較した。従来までの比較対象としてらくちんモードとフリーモードを対象とする。

#### 5.1.2 被験者

各手法でそれぞれ 3 名ずつ合計 9 名に実験をしてもらった。一度実験に参加した被験者は他の比較対象の実験に参加せず、実験はすべて異なる被験者により実施された。被験者は五線譜をほとんど読めない大学生である。なお、被験者にはあらかじめ楽譜上の各記号、システムの説明をした。また、課題曲を知っているか否かを問うて、知っていることを前提に実験をうけてもらった。

#### 5.1.3 課題曲

文部省唱歌の故郷の 1 番の主旋律を演奏してもらった。

#### 5.1.4 評価基準

課題曲は誰もが知っている楽曲を設定した。鍵盤楽器演奏初学者なので音長ミスを細かくチェックする必要をなくすためである。システム上メトロノーム機能がなく演奏のテンポは被験者に委ねられる。音長ミスは基本チェックしないものとする。演奏が停滞した場合も停滞ミスとしてカウントするのではなく、全体の演奏時間を計測し比較するものとする。

#### 5.1.5 被験者への指示

実験では課題曲を 15 分間訓練をしてもらい、後にフリーモードで通し演奏(最初から最後まで一通り演奏すること)をしてもらい、実験終了後にアンケートを記入してもらった。

表 1 実験結果

	打鍵ミス(平均)	演奏時間(平均)
提案手法 ディレクションモード	4.6	1分12秒
らくちんモード	9.0	1分17秒
フリーモード	11.3	2分23秒

### 5.2 実験結果と考察

打鍵ミスと演奏時間を表 1 に示す。

#### 5.2.1 らくちんモード

被験者が打鍵ミスに気づかず、ペナルティもなく楽譜が進むため、学習支援になっていない部分があった。自由コメントでも、次に打鍵する位置が分かってしまうため、楽

譜を見て覚えるのを煩わしく感じる。という被験者もいた。

#### 5.2.2 ディレクションモード

平均するとミスが一番少なく、演奏時間も短く有効性があることがわかる。自由コメントでは、主旋律の流れをつかめるから練習しやすい。というコメントもあり、このモードの意図に沿って学習できていることがわかった。

#### 5.2.3 フリーモード

打鍵ミスが多く、演奏時間も長くなっていることから他の 2 つのモードが学習支援システムとして有効であることがわかる。他の 2 つのモードでは「途中飽きることなく練習できた」という回答が殆どであったが、フリーモードでは「途中飽きることなく練習できた」という回答がなかった。このことから、らくちんモード、ディレクションモードにおいてモチベーションを維持させることが十分にできていることがわかる。

## 6. まとめ

本研究は、鍵盤楽器演奏初学者のための演奏システム“Ear-Keyboard”の開発と評価を行った。音程の高い、低い意識させることで主旋律の流れを知ってもらうことができた。また、打鍵ミスを音色の変更で、間違いとして認識させることで学習効率のよい支援をすることができた。評価実験より提案手法を利用した楽器演奏初学者は 15 分間の訓練で打鍵ミスがほとんどなく演奏できるようになることがわかった。

今回提案した各種モード以外にも演奏のモードは他にも考察できる。多くの被験者の視線が鍵盤のドから目的の鍵へ、そして楽譜においてもドから目的の音符へ移動していた。また、楽譜を目で追いながら、どの部分を演奏しているのかわからなくなる被験者も多くいた。音符と PC 上の鍵盤をリンクさせることでそれらの行動を軽減させること

もできる。こういったシステムの有効性を評価し、学習支援として最適な組み合わせや、ステップアップを確立していきたい。また、学生だけでなく、子どもやお年寄りなどの幅広い世代の方を対象とした評価実験をする必要がある。

## 7. 参考文献

- [1] 「音とデザインを追求し続けた“ウォークマン”」  
〈[https://msc.sony.jp/member/mail/mysony/feature/20090702\\_1/](https://msc.sony.jp/member/mail/mysony/feature/20090702_1/)〉 (2012/11/8 アクセス)
- [2] 「Apple Press Info」  
〈<http://www.apple.com/pr/library/2007/04/09100-Million-iPods-Sold.html>〉 (2012/10/19 アクセス)
- [3] 「総務省 統計局・政策統括官(統計基準担当)・統計研修所」 <http://www.stat.go.jp/data/nihon/08.htm>〉 (2012/8/10 アクセス)
- [4] 「ヤマハ音楽研究所」  
〈<http://www.yamaha-mf.or.jp/onken/report/documents/0607/book.pdf>〉 (2012/10/13 アクセス)
- [5] 竹内好宏, 片寄晴弘: Two Finger Piano による曲想の表現情報処理学会研究報告.[音楽情報科学]1995年 37-44p
- [6] 大島千佳, 宮川洋平, 西本一志, Coloring-in Piano: 表情付けに専念できるピアノの提案, 情報処理学会研究報告.[音楽情報科学]2001年 69-74p
- [7] リズム学習を考慮したピアノ演奏支援システムの構築, 情報処理学会インタラクシオン 2012,2012年 pp.73-80