

記譜法に関する実験と楽譜表示システムの開発

出口幸子^{†1}

概要: 高齢者とその介護者が音楽でコミュニケーションを取れるように、本研究では、五線譜とは異なる記譜法の楽譜とそれに対応した UI の演奏システムを開発している。五線譜、音名譜、数字譜、および色楽譜を評価する実験を、若者と高齢者を対象として行った。その結果、楽器演奏経験のない人について、演奏の場合には音名譜と数字譜の有用性、および演奏しながら歌う場合には数字譜の有用性が示唆された。また色楽譜が有用な人がいることも示された。一方、一般の人を対象として数字譜を用いた公開講座を実施し、数字譜が利用可能であることを確認した。本研究では、先に開発した演奏システムを改良し、また楽譜表示システムを開発したので、それについても報告する。

キーワード: 五線譜、音名譜、数字譜、色楽譜

Experiment of Musical Notation and Development of Musical Score Display System

SACHIKO DEGUCHI^{†1}

Abstract: The aim of this research is to provide a musical tool for elderly people and caregivers. This research proposes UIs and scores that are different from staff notation. This paper describes the evaluation of the staff notation, note named notation, numbered notation, and colored notation by young people and elderly people. The result of the experiment for the people without musical experience indicates that the note named notation and numbered notation would be useful for playing the system, and that the numbered notation would be useful for playing and singing at the same time. The result also indicates that colored notation could be useful for some people. The numbered notation scores were used in college extension courses and the result shows that people can use numbered notation scores. This paper also describes the improvement of musical performance system and the development of musical score display system.

Keywords: staff notation, note named notation, numbered notation, colored notation

1. はじめに

音楽的記憶は高齢なっても比較的よく保たれることが経験的に知られており、音楽療法において多くの試みが報告されている[1][2][3][4]。音楽聴取のみでなく、クライアントの能動的な参加も行われているが、歌やリズム楽器が主に使われる。楽器演奏経験のない高齢者にとって楽器の演奏は難しい。筆者らは、高齢者が演奏できるように、また本人が演奏できなくても、その介護者・家族が演奏して高齢者と音楽でコミュニケーションを取れるように、誰でも容易に演奏できるシステムを開発している。また、歌うことが重要であると考え、演奏しながら歌えるシステムを目指している。

本研究では、楽器演奏経験が無く五線譜に慣れていない人にとって、五線譜が演奏の障壁になっているのではないかと考え、五線譜以外の記譜法を検討した。先の実験で音名譜は演奏が容易であり、数字譜は演奏と同時に歌う場合に有用であることが示唆された[5]。また色楽譜も使える可能性が示唆された[6]。今後の楽譜の公開に向け、被検者を増やし、4種類の UI と楽譜の評価実験を行い、先の結果を

確認することにした。本稿ではその結果、および音楽演奏システムの改良と楽譜表示システムの開発について報告する。また、数字譜を公開講座で使用した結果も報告する。

2. 音楽演奏システム

音楽演奏システムとして多くのシステムが提案されてきたが[7][8][9][10][11]、筆者らは、演奏するための楽譜が重要であると考えている。一般には五線譜の利用は容易ではなく、また成人が新たに習得することは時間的に難しいことから、五線譜以外の記譜法とそれに対応した UI のシステムの開発が必要であると考えた。

2.1 システムの動作条件

本研究では、病室等への持ち込みを考え、演奏システムがタブレット上で動くことを条件とした。筆者らは過去にデスクトップ PC 上で演奏システムを開発してきたが、その際は、開発言語は C++、音源は MIDI を用いていた。しかし、タブレット上では時間遅れが知覚され、実用的ではなかった。筆者らの過去の実験で、ポインティングデバイスや指による位置情報の入力から音の出力まで 20ms かかると一般の人でも時間遅れを知覚し、演奏システムとして利用できないことがわかっている。そこでハードウェアのスペックとしては応答時間 10ms を必須とした。OS は Windows を用いた。また、タブレット上での時間遅れの原

^{†1} 近畿大学
Kindai University

因は MIDI 音源のアクセスにあると考え、音源を自作して WAVE データとして保存し、プログラムで読み込んで利用することにした。一方で、ユーザインタフェースを柔軟に構築・修正するために、HTML・CSS・JavaScript でシステムを開発し、ブラウザで動かすことにした。

2.2 ユーザインタフェース

図 1 は先に開発したシステムの UI である。1 画面に 3 オクターブ表示するため、鍵盤を 3 段に配置している。このシステムを 2017 年の実験と公開講座で使用したが、オクターブの変わる箇所が弾きにくいという指摘を受けた。本研究では歌を主に対象とするので、1 画面に 2 オクターブ表示できれば概ね対応できると考え、図 2~5 のように 1 段の鍵盤にして、画面に入らない箇所を弾く場合はスクロールで対応するようにした。また、スクロール方式にしたので、全体は 5 オクターブ用意している。図 2 が無表記の鍵盤、図 3 が音名を記した鍵盤、図 4 が数字を記した鍵盤、図 5 が色を記した鍵盤である。



図 1 旧システムの UI
 Figure 1 UI of Previous System.

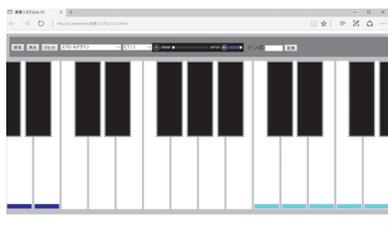


図 2 UI-1: 無表記の鍵盤
 Figure 2 UI-1: Plain Keyboard.

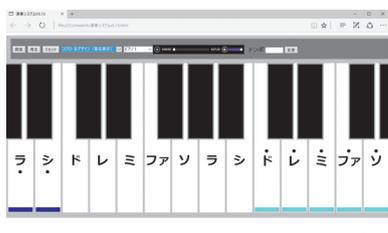


図 3 UI-2: 音名表記の鍵盤
 Figure 3 UI-2: Keyboard with Note Names.

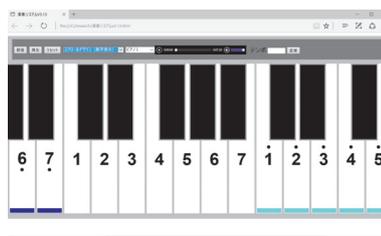


図 4 UI-3: 数字表記の鍵盤
 Figure 4 UI-3: Keyboard with Numbers.

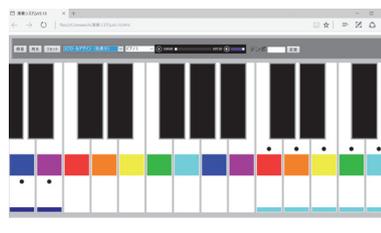


図 5 UI-4: 色表記の鍵盤
 Figure 5 UI-4: Keyboard with Colors.

2.3 音源・タッチ等

音源は、加算合成で作成し、WAVE データとして保存している。現在、ピアノ 2 種類、オルガン 2 種類および箏の音源を 5 オクターブ分用意し、以下のように使用している。
 旧システム (3 段): ピアノ 2 種類, オルガン 2 種類
 新システム (1 段): ピアノ 2 種類, 箏

ピアノと箏の音源を使用するシステムでは、指が画面に触れた時に鳴りはじめ、直ぐに音が減衰する。しかし、オルガンの音源を使用するシステムでは、指が画面に触れた時に鳴りはじめ、指が画面から離れた時に停止する。そのため、オルガンは、ピアノ・箏とは別システムとして用意している。また、何れのシステムでもマルチタッチを可能としている。

他に、システムの機能として、録音、楽譜再生、およびメトロノームがある。録音は、演奏をそのまま録音する機能で、練習や即興演奏の記録等を目的としている。楽譜再生は、楽譜データを読み込んで再生する機能で、自分で弾く前に、曲のメロディーを事前に行うことができる。メトロノームは、演奏のリズムを取るために使用する。

3. 楽譜表示システム

本研究で生成する楽譜は、音高を音名、数字、あるいは色で表現する。音高の CDEFGAB を、音名ではド〜シ、数字では 1~7、および色では赤橙黄緑青藍紫で表している。音価の表現は 2 通りあり、それぞれについて 3.1 節と 3.2 節で述べる。本システムは、MusicXML データから楽譜表示に必要な情報を抽出して楽譜を生成している。楽曲の拍子に合わせて楽譜のテンプレートを選択し、それに音高と音価を表示して行く。現在扱える拍子は、4/4、2/4 および 3/4 である。

3.1 音価の空間的表現

本方式では音価を空間的な距離で表現する。楽譜の横軸が時間軸である。図6~8では、最小の区切りが8分音符を表しており、その2倍が4分音符である。この仕様は、生田流箏譜[12]を参考にして決めた。

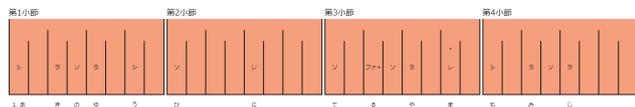


図 6 音名譜

Figure 6 Note Named Score.

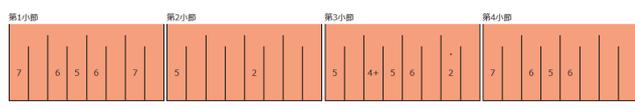


図 7 数字譜

Figure 7 Numbered Score.

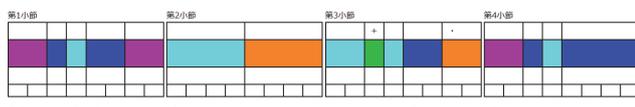


図 8 色楽譜

Figure 8 Colored Score.

3.2 音価の記号表現

本方式では音価を記号で表現する。五線譜の音符の旗と同様、8分音符は下線1本、16分音符は下線2本、等となる。図9~11に例を示す。この仕様は山田流箏譜[13]を参考にして決めた。



図 9 音名譜 (リズム記号使用)

Figure 9 Note Named Score with Rhythm Symbols.

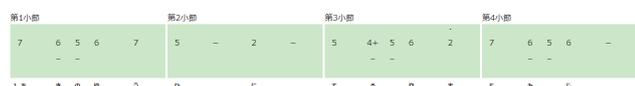


図 10 数字譜 (リズム記号使用)

Figure 10 Numbered Score with Rhythm Symbols.



図 11 色楽譜 (リズム記号使用)

Figure 11 Colored Score with Rhythm Symbols.

3.3 楽譜表示のための楽曲について

本研究では、弾きながら歌うことを目指しているが、使用する楽曲の著作権が問題である。著作権が消滅した歌は古い童謡などに限られている。一方、クラシック音楽は主に器楽曲であるが膨大な楽曲がある。そこで、本研究では、クラシック音楽の楽曲の再利用をして、ユーザが入力した歌詞にメロディーを付ける方法を検討し、システムを試作し[6]、改良を行っている。この詳細については別の機会に報告したい。

4. 評価実験

先の実験[5][6]では、それぞれ被験者は大学生16名であった。また、5種類のUI・楽譜(五線譜, 音名, 数字, 色, 形)に対する実験を3種類ずつ、別の被験者で行った。この実験で、演奏における音名譜の有用性、演奏しながら歌う場合の数字譜の有用性、および色楽譜の可能性が示された。また、形を用いた音高の表記は、使いにくいこともわかった。そこで今回は、被験者を増やし、形表記を除いた4種類のUI・楽譜を一度に評価する実験を行うことにした。

4.1 実験方法

4種類のUIと楽譜を評価する実験を、若者と高齢者に対して下記のように行った。2018年11月と12月に、機材と被験者の都合により、数回に分けて実施した。

(1) 被験者

- ・若者：20~24歳。32名(鍵盤楽器の経験なし24名・同あり8名)。女性1名・男性31名。
- ・高齢者：60~79歳。27名(鍵盤楽器の経験なし21名*・同あり6名**)。女性27名。
- *60~64: 3名, 65~69: 5名, 70~74: 10名, 75~79: 3名。
- **60~64: 1名, 65~69: 2名, 70~74: 3名。

(2) 実験手順

実験前の練習は無く、各UIと楽譜に対し、以下の①②を実施した。

- ①最初に楽譜を見ながら弾く。
- ②次に楽譜を見て弾きながら歌う。

(3) 実験に使用したシステム

図2~5のUI(無表記, 音名, 数字, 色)のシステムを使用した。

(4) 実験に使用した曲と楽譜

各UIの楽譜として、以下の楽曲を使用した。

- UI-1・五線譜：さくら
- UI-2・音名譜：春の小川
- UI-3・数字譜：夕焼け小焼け
- UI-4・色楽譜：虫の声

五線譜は MuseScore で作成した楽譜を使用した。音名譜・数字譜・色楽譜は、楽譜表示システムの開発中であったため、Excelで作成したものをを使用した。

(5) アンケート評価

各 UI の実験毎に、以下の 4 つの質問 Q1~Q4 に対し 4 段階評価をしてもらった (4: 良い, 3: 少し良い, 2: 少し悪い, 1: 悪い)。

- Q1 楽譜はわかりやすかったですか?
- Q2 システムは使いやすかったですか?
- Q3 楽譜を見て弾きやすかったですか?
- Q4 弾きながら歌いやすかったですか?

4.2 実験結果と考察

4.2.1 若者 (楽器経験なし) を対象とした実験

表 1 に 4 種の UI とそれに対応した楽譜に対する Q1~Q4 の評価値の平均 (若者・鍵盤楽器経験なしによる回答) を示す。ここでは主に Q3 と Q4 に着目して検討する。Q3・Q4 とともに、4 種の UI・楽譜に対する評価値の平均値は、4 種を一度に比較する分散分析では差を示せない。Q3 では評価値の平均が UI-3, UI-2, UI-4, UI-1 の順であるが、これらのすべての差は示せない。Q4 についても評価値の平均が UI-4, UI-3, UI-2, UI-1 の順であるが、これらのすべての差は示せない。本研究の目的は、五線譜に代わる記譜法の検討であるので、UI-1 との差が示せるものを見つけることを目的とする。

表 1 UI と楽譜の評価値の平均 (若者・楽器経験なし)

Table 1 Mean Values of Evaluation (Young People without Musical Experience).

	UI-1	UI-2	UI-3	UI-4
Q1	1.88	3.13	3.21	2.79
Q2	2.63	3.29	3.25	3.08
Q3	2.00	3.00	3.17	2.83
Q4	2.13	2.21	3.00	3.13

表 2 UI-1 との比較の t 値 (若者・楽器経験なし)

Table 2 T-ratios of Comparison with UI-1 (Young People without Musical Experience).

	UI-1 vs. UI-2	UI-1 vs. UI-3	UI-1 vs. UI-4
Q1	-6.19	-5.78	-3.82
Q2	-4.00	-3.50	-2.30
Q3	-4.44	-5.67	-2.97
Q4	-0.40	-3.60	-3.81

表 2 に UI-1・五線譜と他の UI・楽譜 (音名, 数字, 色) を対応有の t 検定で比較した結果の t 値を示す。自由度は 23 で、有意水準 5% の t 境界値は 2.07 である。表 2 に示されるように、Q4 の UI-1 と UI-2 の比較以外は、全て有意差が示された。Q3 の結果より、弾く場合は音名・数字・色の UI と楽譜は無表記の鍵盤と五線譜より使いやすい傾向が示され、また Q4 の結果より、弾きながら歌う場合は数字・色の UI と楽譜が使いやすい傾向が示された。音名譜は、弾く場合には使いやすいが、歌う場合は歌詞と音名の処理が競合して弾きにくくなるのではないかと考えられる。数

字譜は、日本や諸外国の伝統音楽で使われており、今回の実験でも使えることがわかった。鍵盤上に数字が 1 から順に並んでおり、数字の並びは誰でも学習しているため、使いやすかったと思われる。色楽譜は使いにくいように思われるが、鍵盤上の色の並びがスペクトル順であり、一部の人の人にとっては、その規則性を理解すると使いやすくなったと考えられる。特に今回の被験者は工学部の学生であり、このような規則性の理解が早かった可能性がある。なお、色弱の人の場合は色の区別が難しいので、明暗で区別できるようにするなどの工夫が必要である。

4.2.2 高齢者 (楽器経験なし) を対象とした実験

表 3 に 4 種の UI とそれに対応した楽譜に対する Q1~Q4 の評価値の平均 (高齢者・鍵盤楽器経験なしによる回答) を示す。Q3 では評価値の平均が UI-2, UI-3, UI-4, UI-1 の順で、Q4 では評価値の平均が UI-3, UI-4, UI-2, UI-1 の順であるが、これらのすべての差は示せない。ここでも UI-1 との差が示せるものを見つける。

表 3 UI と楽譜の評価値の平均 (高齢者・楽器経験なし)

Table 3 Mean Values of Evaluation (Elderly People without Musical Experience).

	UI-1	UI-2	UI-3	UI-4
Q1	3.29	3.71	3.48	2.90
Q2	3.00	3.43	3.62	3.33
Q3	2.62	3.52	3.43	3.00
Q4	2.52	2.86	3.19	3.00

表 4 UI-1 との比較の t 値 (高齢者・楽器経験なし)

Table 4 T-ratios of Comparison with UI-1 (Elderly People without Musical Experience).

	UI-1 vs. UI-2	UI-1 vs. UI-3	UI-1 vs. UI-4
Q1	-2.12	-0.81	1.56
Q2	-2.01	-3.08	-1.50
Q3	-3.40	-3.30	-1.36
Q4	-1.78	-3.16	-1.75

表 4 に UI-1・五線譜と他の UI・楽譜 (音名, 数字, 色) を対応有の t 検定で比較した結果の t 値を示す。自由度は 20 で、有意水準 5% の t 境界値は 2.09 である。表 4 に示されるように、高齢者においては、有意差が示された項目が減っている。Q3 に関する比較より、弾く場合は、音名・数字の UI と楽譜は無表記の鍵盤と五線譜より使いやすい傾向が示された。Q4 に関する比較より、弾きながら歌う場合は、数字の UI と楽譜が使いやすい傾向が示された。高齢者の場合は、若者と異なり、色楽譜が五線譜より使いやすいという傾向は示されなかった。一方、音名譜については、弾きながら歌う場合、若者と同様に五線譜より使いやすいとは言えない。しかし、Q4 に対する UI-2 と UI-3 の評価値

の平均を比較すると、若者は有意差があり、高齢者は有意差がなかった。つまり、若者は、弾きながら歌う場合、音名譜より数字譜が使いやすい傾向にあるが、高齢者はそうは言えない。高齢者の場合、今回の実験で使用した歌をよく知っていたため、歌いながらも楽譜の音名を読めたのではないかと考えられる。

4.2.3 若者（楽器経験あり）を対象とした実験

表5に4種のUIとそれに対応した楽譜に対するQ1～Q4の評価値の平均（若者・鍵盤楽器経験ありによる回答）を示す。Q3では評価値の平均がUI-2, UI-3, UI-1, UI-4の順で、Q4では評価値の平均がUI-1, UI-4, UI-3, UI-2の順であるが、これらのすべての差は示せない。楽器経験なしの若者の結果に比べ、Q1～Q4のUI-1・五線譜の評価値が高いが、Q4でUI-1の評価値の平均とUI-3の評価値の平均を比較すると、有意差は示せない。被験者の数が少ないためと考えられる。なお、高齢者・鍵盤楽器経験ありによる回答は、さらに被験者数が少ないため、分析は行っていない。

一方、Q4のUI-1の評価値の平均は、鍵盤楽器経験者8名の値(3.13; 表5参照)が未経験者24名の値(2.13; 表1参照)より高い。これをウェルチのt検定で比較したところ、有意水準5%のt境界値は2.20でt値は2.24であり、有意差が示された。弾きながら歌う場合、無表記の鍵盤と五線譜は、鍵盤楽器経験者の方が未経験者より使いやすいと言えよう。

表5 UIと楽譜の評価値の平均（若者・楽器経験あり）

Table 5 Mean Values of Evaluation (Young People with Musical Experience).

	UI-1	UI-2	UI-3	UI-4
Q1	3.75	3.13	3.38	2.25
Q2	3.63	3.63	3.38	2.88
Q3	3.00	3.50	3.25	2.38
Q4	3.13	2.13	2.50	2.63

4.2.4 ユーザによる選択

各UI・楽譜に対する使いやすさの評価値とは別に、全実験終了後に、「弾きながら歌う場合、どれが最も使いやすいか1つ選んでください」という設問に答えてもらった。各UI・楽譜を選んだ人数を表6に示す。

楽器経験なしの若者の場合、Q4の評価値の平均（表1）はUI-4, UI-3, UI-2, UI-1の順であり、どれか1つを選んだ結果（表6）の順位と同じである。楽器経験なしの高齢者の場合、Q4の評価値の平均（表3）はUI-3, UI-4, UI-2, UI-1の順であり、どれか1つを選んだ結果（表6）の順位：UI-2, UI-1・UI-4, UI-3とは異なる。分析では数字譜が使いやすい傾向が示されているが、本人の意思や好みでは数字譜を選ばない人がいたと考えられる。一方、分析では音

名譜が使いやすいとは言えないが、音名譜に親しみを覚える人がいたと考えられる。楽譜を公開する場合、選択するのは本人の意思や好みなので、数字譜のみでなく、音名譜と色楽譜も公開する必要があることがわかった。

表6 UIと楽譜の選択

Table 6 Choice of UI & Score.

	UI-1	UI-2	UI-3	UI-4
若者(楽器経験なし)	2	4	8	10
高齢者(楽器経験なし)	5	7	4	5
若者(楽器経験あり)	4	2	0	2
高齢者(楽器経験あり)	2	0	3	1

5. 公開講座

近畿大学工学部の公開講座において、数字譜を使用した音楽演奏の講座を実施した。その報告を以下に記す。

5.1 2017年の講座

ここでは2017年11月に実施した講座について報告する。

(1) 使用したシステム

先に開発した3段の鍵盤のUI（数字表記）と数字譜を使用した。通常版は音高がC3～C6であるが、クラシック音楽の演奏に対応するため、右手版（高音がC4～C7）と左手版（高音がC2～C5）も用意した。

(2) 参加者

40歳以上の方を募集し、24名が参加した。年代の内訳は、40代：2名、50代：2名、60代：12名、70代：7名、不明：1名である。

(3) 使用楽曲

使用した楽曲は、日本の童謡：13曲、英語の童謡：4曲、クラシック音楽（部分）：3曲である。

(4) 講座概要

講座では、講師がシステムの使用法と数字譜の説明をし、簡単な曲から順に参加者に弾いてもらった。講師の説明は合計で約30分であり、練習時間は合計で約70分であった。講座の最後にアンケートを実施した。

(5) アンケート内容と結果

アンケート項目はQ1～Q4で、評価実験と同じ質問である。回答も評価実験と同じく4段階で記入してもらった。参加者の内、60代と70代の19名の評価値の平均を以下に記す。

Q1: 3.84, Q2: 3.56, Q3: 3.74, Q4: 3.05

この結果および講座の実施状況から、参加者は概ね数字表記のUIと数字譜を使用できたと思われる。但し、3段のレイアウトが使いにくいという意見もあったため、前述のように1段のレイアウトのシステムを作成することにした。

5.2 2018年の講座

ここでは2018年12月に実施した講座について報告する。

(1) 使用したシステム

この講座では、市販の電子キーボード（32 鍵）に数字のテープを貼ったものと数字譜を使用した。本講座の後も自宅で演奏できるように、市販のキーボードを使用することにした。

(2) 参加者

50 歳以上の方を募集し、28 名が参加した。年代の内訳は、50 代：1 名、60 代：17 名、70 代：9 名、80 代：1 名である。

(3) 使用楽曲

使用した楽曲は、日本の童謡：13 曲、英語の童謡：9 曲、クラシック音楽（部分）：3 曲である。

(4) 講座概要

2017 年度とほぼ同じ内容で実施したが、電子キーボードの機能説明や英語の歌の解説も行った。アンケートも同様に実施した。

(5) アンケート内容と結果

アンケート項目は Q1～Q4 で、評価実験と同様の質問である。Q2 のみ「システム」を「電子キーボード」に変えた設問にした。回答も評価実験と同じく 4 段階で記入してもらった。参加者の内、60 代・70 代・80 代の 27 名について、年代別の評価値の平均を表 7 に記す。

表 7 UI と楽譜の評価値の平均（公開講座参加者）
 Table 7 Mean Values of Evaluation (Participants of Extension Course).

	Q1	Q2	Q3	Q4
60 代(17 名)	3.94	3.71	3.71	3.53
70 代(9 名)	4.00	3.67	3.78	3.44
80 代(1 名)	3	3	1	2

本講座でも、アンケート結果や講座の実施状況から、70 代までは概ね数字譜で演奏できると思われる。このことから、数字譜を公開・配布すれば、ある程度のニーズに対応できるのではないかと考えられる。また、前述の実験結果も踏まえ、音名譜と色楽譜も配布し、好きな譜を使用してもらえばよいと考える。

今回、80 代（85 歳以上）の方が 1 名参加され、演奏が難しいという評価をされた。この結果より、80 代以上の方を対象とする場合、実施方法やシステム・楽譜をさらに検討する必要があることがわかった。

6. おわりに

本研究では、五線譜とは異なる記譜法の楽譜（音名譜、数字譜、色楽譜）に対応した演奏システムをタブレット PC 上に開発しており、今回の研究ではその UI を改良した。また、音名譜、数字譜および色楽譜を表示するシステムを開発した。改良した演奏システムを使用し、五線譜、音名譜、数字譜および色楽譜を評価する実験を、若者と高齢者

を対象として行った。その結果、楽器演奏経験のない人について、演奏のみでは音名譜と数字譜が使いやすく、演奏しながら歌う場合は数字譜が使いやすいという傾向が示され、また色楽譜の使用の可能性も示された。一方、一般の人を対象として数字譜を用いた公開講座を実施し、数字譜が利用可能であることを確認した。

楽譜表示システムについては以下の課題が挙げられる。

- ・著作権切れ楽曲の数字譜・音名譜・色楽譜の公開。
- ・数字譜・音名譜・色楽譜の表示システムの改良と公開。
- ・既存のフリーの五線譜表示システムに、数字・音名を追加表示する方法の提案。

また、演奏システムについては以下の課題が挙げられる。

- ・80 歳以上の方を対象としたシステムの検討と改良。
- ・介護の方を対象とした評価の検討。

謝辞 システム開発にご協力頂いた近畿大学工学部電子情報工学科知能情報処理研究室の学生諸氏に感謝致します。また、実験に参加して頂いた方々に深謝致します。

参考文献

- [1] W.B.Davis: Music Therapy and Elderly Populations, An Introduction to Music Therapy, 2nd ed., McGraw-Hill, 1998.
- [2] Groene, R.W.: Effectiveness of Music Therapy 1:1 Intervention with Individuals Having Senile Dementia of the Alzheimer's Type, Journal of Music Therapy 30(3), pp.138-157, 1993.
- [3] Raglio, A. et al.: Efficacy of Music Therapy in the Treatment of Behavioral and Psychiatric Symptoms of Dementia, Alzheimer Disease and Associated Disorders 22(2), pp.158-162, 2008.
- [4] Satoh, M. et al.: Music Therapy Using Singing Training Improves Psychomotor Speed in Patients with Alzheimer's Disease: A Neuropsychological and fMRI Study, Dementia and Geriatric Cognitive Disorders Extra 5(3), pp.296-308, 2015.
- [5] 出口幸子: 音楽演奏システムのユーザインタフェースに関する基礎研究, 音楽知覚認知学会平成 28 年度春季研究発表会資料, pp.87-90, 2016.
- [6] Deguchi, S.: A Study on the UI of Musical Performance System and Score Representation, AAAI 2018 Spring Symposium Series Technical Report, pp.207-211, 2018.
- [7] Brown, D., Nash, C. and Mitchell, T: A User Experience Review of Music Interaction Evaluations, Proceedings of the International Conference on NIME, pp.370-375, 2017.
- [8] Bryan, N.J. et al.: MoMu : a Mobile Music Toolkit, Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression, pp.174-177, 2010.
- [9] Hochenbaum, J. et al.: Designing Expressive Musical Interfaces for Tabletop Surfaces, Proceedings of the International Conference on NIME, pp.315-318, 2010.
- [10] Oh, J. et al.: Evolving the Mobile Phone Orchestra, Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression, pp.82-87, 2010.
- [11] Zbyszynski, M. et al.: Ten Years of Tablet Musical Interfaces at CNMAT, Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression, pp.100-105, 2007.
- [12] 宮城道雄: 六段の調, 生田流箏曲, 邦楽社, 2005.
- [13] 中能島欣一: 六段調, 山田流箏譜, 邦楽社, 2008.