

# タブレットデバイスを用いた コード演奏学習支援アプリケーションの開発と マルチメディアフィードバック効果の検証

尾本 光<sup>1</sup> 米澤 朋子<sup>1</sup>

概要：本論文では、コードネームを覚えることや調べることの支援を目的として、視覚と聴覚のフィードバックによるサポート機能を持つ、コード演奏学習支援アプリケーションの設計、開発について述べる。アプリケーションは、鍵盤楽器をデザインに用い、ベース音基準のコードネーム判定機能を主軸として実装を行った。また、コードネーム学習におけるマルチメディアフィードバックの効果に関する実験、検証を行った結果、視覚フィードバックによって、鍵盤楽器の経験に関係なく、コードネームを直感的に覚えやすいと感じ、弾くべき鍵盤の位置を覚えやすくなることが示された。鍵盤の位置を覚えようとする場合には、聴覚フィードバックを排除した方が集中して覚えられ可能性が示された。

キーワード：Android アプリケーション、ベース音、コード、学習支援、マルチメディアフィードバック

## 1. はじめに

### 1.1 研究の背景

コードネームとは、和音(コード)が一目で分かる記号である。ポピュラーな楽器の楽譜は、メロディーや伴奏の譜面と共にコードネームが記載されているものが多い。楽譜上の積み重なった音符を即座に読んで和音を弾くというのは容易なことではなく、慣れも必要であるが、コードネームを知っていれば、コードネームを見て容易に和音を弾くことや、コードに合った伴奏やフレーズを即興的に付けることもでき、演奏者の表現の幅を広げる事にも繋がる。また、協調演奏や即興演奏、作曲といった目的においては、演奏者がコードネームという共通の記号を演奏の際の意思疎通に用いることが求められる。そのためには、演奏者があらかじめコードネームを学習しておくことが必要である。

しかし、コードネームに対応する弾くべき音と響きを一致させて覚えることなど、コードネームを理解して学習することは容易なことではない。また、「コードネームを見て直感的に弾くことが出来る」という状態が重要であるため、初めのうちは、何度も楽器でコードを弾いてはコードネームを確認して、音の構成と響きを一致させながら同時に覚えていくという道を少なからず通ることになる。さらに、調号( # や )の多い調(キー)のコードはより覚えに

くくなり、音楽初心者にとってはコードネームを学ぶことや楽器演奏学習自体への意欲を削ぐ要因ともなっている。

### 1.2 研究の目的

本研究では、コードネームを「覚えること」や「調べること」の支援を目的として、コード演奏学習支援ツールアプリケーションの設計、実装を行い、評価する。離散的音階の組み合わせが容易でコードネーム学習に向いている点から鍵盤楽器をデザインに用いる。弾いている和音のコードネームを知るために、コードネームを判定する機能をアプリケーションの主軸とする。コードネーム学習において、「コードネーム」と「弾くべき音の構成」と「和音の響き」の3つを覚えやすくするために、視覚と音によるフィードバックを用いたサポート機能を実装し、さらにコードネームが分からない人でもコードネームを探しやすくなるように、コードの候補を表示するサポート機能を実装することで利便性を高めることを目指した。また、マルチメディアフィードバックがコードネームの学習において効果があるのかどうかの実験を行い、その有用性の検証を行った。

## 2. 関連研究

音楽におけるコードに関する研究は、コードネームからのヴォイスイング、メロディ生成に関するものや自動作曲におけるコード生成についての研究 [1], [2] などはあるもの

<sup>1</sup> 関西大学 総合情報学部 総合情報学科  
Faculty of Informatics, Kansai University

の、コードネーム学習自体に関する研究はあまり見られない。鍵盤楽器の演奏学習を支援する研究については、様々なものが存在する。雨宮ら [3] による読譜学習システムでは、音高と音価についての読譜学習を提案している。竹川ら [4] の研究では、運指認識による打鍵位置や運指情報を考慮した楽譜の提示を行い、運指や打鍵に関して効果的な学習が可能なシステムを提案している。尾崎ら [5] の研究では、音符を読み取り、正しい鍵盤位置を探す練習を行い、速さや正確さなどから点数を付け、ユーザがゲーム感覚で学習できるシステムを提案している。これらの研究は全て、楽譜上の音符を読み、演奏することの学習を支援するものであり、コードネームという記号を見て、和音のイメージをつかみ、同時に協調演奏や即興演奏することを可能にするという「コード学習支援」を扱う本研究とは異なるものである。

鍵盤楽器の演奏学習において視覚や聴覚のフィードバックを利用した研究 [6], [7] もある。しかし、これらの研究についてもコードネーム学習におけるフィードバックの有用性を示しているものではない。演奏やコードの学習を支援するものとして、視聴覚フィードバックを行う市販製品もある。例えば、弾くべき音の鍵盤自体が光るという視覚フィードバックのある製品 [8] がある。この製品には、コードネームに応じた打鍵位置を調べる機能もあるが、画面上でルート音 (C など) に応じたコードの種類 (メジャー・マイナーなど) を選ぶことで鍵盤が光るというものであり、打鍵中の音のコード判定に基づいた派生コードネームの推薦ではない。コードネーム学習を支援するスマートフォン向けアプリケーション [9] もある。弾いている鍵盤のコードネームを表示したり、譜面からコードネームを検索する事が可能であるが、弾く鍵盤自体分からない音楽初心者や、譜面を読むことが苦手なユーザには向かない。

楽器に特化したコード学習の方法やツールとしては、音や運指・弦などに関連付けられたもの [10], [11] が多い。

上記のように音楽学習支援は多く存在するものの、音楽学習はやはり難しいものである。コードの理解に関するものとして、鎌田による音楽学習に関する研究 [12] では、ある程度の音楽学習をしている者でも、調号が付く調のコードの学習や理解は困難であることが分かる。すなわち、即興演奏や作曲にたどり着くようなコード学習は難しく、コードの理解まで到達することは非常に困難であると言える。

そこで本研究では、音楽演奏初心者が「コードネームを調べる」と「コードネームを覚える」に焦点を当てる。コードネームを容易に調べる手法として、コードを構成する音を1つ、または2つなど少数演奏することで、コードの候補を表示する機能を提案する。また、コードネームを直感的に覚える手法として、コード演奏時の鍵盤の視覚的な変化によるフィードバックと同時に、候補コードや演奏コードの聴覚的なフィードバックを用い、コード

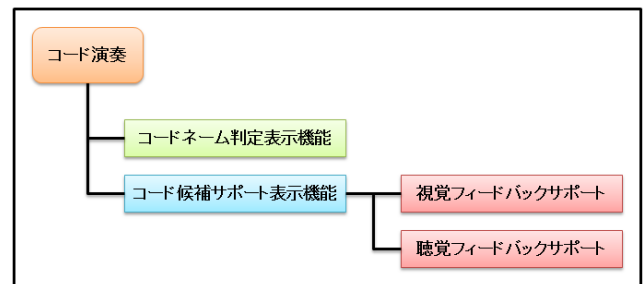


図1 アプリケーション機能構成図

Fig. 1 Configuration of application functions

ネームを記憶することをサポートする機能を提案する。本稿では、これらの機能を備えたタブレットアプリケーションを紹介するとともに、コード学習時の記憶とフィードバックの関係について検証する。

### 3. アプリケーションについて

#### 3.1 アプリケーションの概要

アプリケーションの軸は、弾いている和音のコードネームをリアルタイムに判定する機能である。鍵盤楽器 (特に伴奏) において、コードはよくベース音と共に弾くことが多く、メインのコードが同じでもベース音の違いによって、響きや印象が大きく変わり、コードネームに変化が生じるものも存在する。したがって、このアプリケーションではベース音を基準としてコードネームの判定を行う。ベース音によるキー (調) を指定によって、同音異名のコードの区別も可能となる。判定されるコードの種類は、一般的に使用される3和音と4和音を扱う。

コードネームを覚えたり、探したりするためのサポート機能として、弾いている音を含んで、さらに1音を追加することで完成するというコードの候補があれば、追加すればよい音と追加してできるコードネームが対となって表示される。追加すればよい音は、どの鍵盤を弾けばよいか分かるように、視覚的なフィードバックとして鍵盤の色が変化する。また聴覚的なフィードバックとして、追加すればよい音、追加することで出来るコードが順次出力される。これらのアプリケーションの機能構成を図1に示す。

#### 3.2 使用するデバイス

本研究では Android 4.0.3 のタブレットデバイス、TOSHIBA REGZA Tablet AT500/36F を用いた。タッチパネルによって、表示されている鍵盤を実際に弾くという動作で使用でき、直感的な操作が可能である。また、実際のピアノや電子キーボードは大きさや重さの面からみて、手軽に持ち運ぶということはなかなか出来ないが、タブレット型のデバイスであれば携帯性も高く、アプリケーションをデバイスに入れておけば、様々な場面で手軽に使用することが出来る。

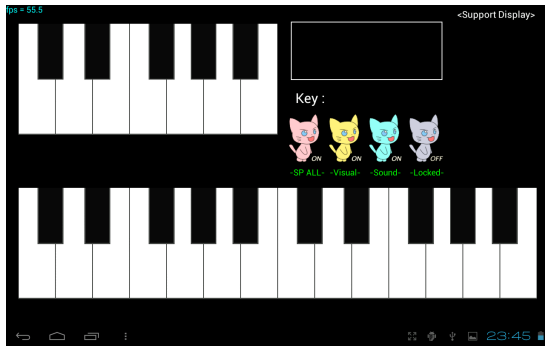


図 2 アプリケーションのメイン画面  
 Fig. 2 Main screen

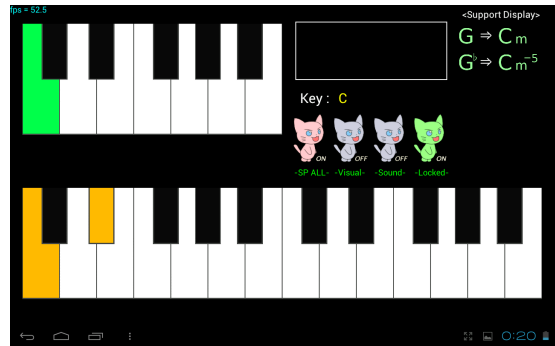


図 3 コードの候補例  
 Fig. 3 Candidate chord display

### 3.3 アプリケーションの画面構成

アプリケーションは、2 段の鍵盤とコードネーム表示部分、ベース音によるキー（調）の表示部分、サポート機能のコード候補の表示部分で構成した。(図 2) 上段鍵盤はベース音を弾く部分である。上段鍵盤は 1 音のみ選択可能で、弾いている鍵盤の色が緑色になり、キーが決定される。ベース音をロックするスイッチを ON にすることで、キーの保持も可能である。下段鍵盤はメインとなるコードを弾く部分であり、弾いている鍵盤の色はオレンジ色となる。

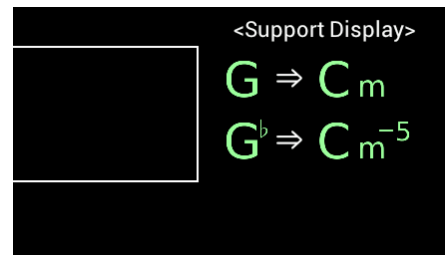


図 4 コード候補例（一覧表示部分）  
 Fig. 4 Candidate chord display (Enlarged view)

### 3.4 コードネーム判定機能

コードネーム判定は、ベース音が決定している状態で、メインコードを弾くことで行われる。弾いているベース音とメインコードの音の組合せにおいて、コードネームが存在する場合にのみ、コードネーム表示部分にそのコードネームがリアルタイムで表示される。コードネームが存在しない場合は、何も表示されない。

判定されるコードの種類は、一般的に使われる 3 和音と 4 和音のコードを中心に扱い、コードの転回形、省略コード、オン・コード（分数和音）についても判定表示される。ベース音を基準としているため、実際にはメインコード部分だけでコードネームが存在しているというものであっても、キー（調）とメインコードの全体で見た場合に、一般的に合わない組み合わせ（不協和音）の場合には、コードネームは無いと判定される。

### 3.5 コード候補サポート表示機能

コードを探しやすくするためのサポート機能として、ベース音が決定されている状態で、メインコードの一部の音を弾いている場合、下段鍵盤で弾いている音を含み、そこからさらに 1 音を追加することで完成するコードの候補がある場合、そのコードネームが追加すべき 1 音と共に、画面の右上の部分に一覧で表示される。

例を挙げると、ベース音が「ド」、下段鍵盤で「ド、ミ」を弾いている時、コードの候補が一覧表示されて、その一番最初には「G Cm」と表示される。この場合、現

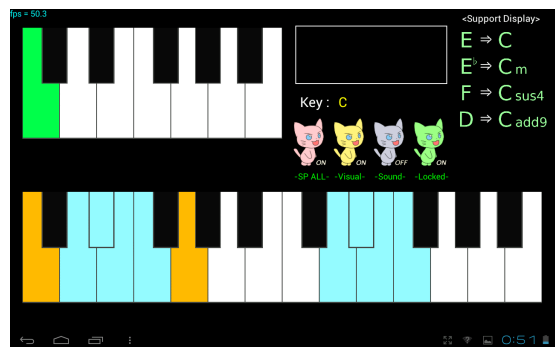


図 5 視覚フィードバック（一覧表示）  
 Fig. 5 Visual feedback support (List)

在下段鍵盤で弾いている音にさらに「G」の音、すなわち「ソ」を追加すると、『Cm』になることを意味している。(図 3, 図 4)

### 3.6 視覚フィードバックサポート

コード候補サポート表示機能が働いている場合、弾いている音に追加すべき 1 音の鍵盤部分の色が水色に変化し、弾くべき鍵盤が表示される。さらに、コード候補の一覧表示が出ている状態で、一定時間経過すると、コード候補の上から順次、個別表示され、それぞれに対応した追加すべき音の鍵盤も水色に順次変化する。例えば、ベース音が「ド」、下段鍵盤で「ド、ソ」を弾いている場合、図 5, 図 6 のように鍵盤の色が変化する。また、メインコード部分でベース音と同じ音を弾いていない場合は、その鍵盤の色が緑色に変化する。

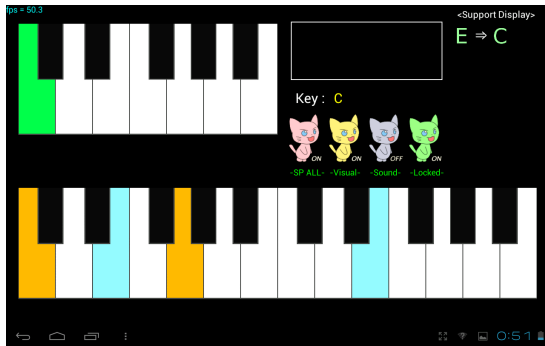


図 6 視覚フィードバック (個別表示 1 段目)

Fig. 6 Visual feedback support (First of the List)

### 3.7 聴覚フィードバックサポート

聴覚的なフィードバックとして、鍵盤を押すと、ピアノ音 (録音した MIDI 音源) が出力される。また、コード候補サポート表示機能が働いている場合、視覚フィードバックによるサポートと同様に、コード候補の一覧表示が出ている状態で、一定時間経過し、個別表示に変わると、弾いている音に追加すべき 1 音が出力され、その後全体でできるコードが出力される。音の出力が終わると、次のコード候補に移り替わり、同様に音が順次出力されていく。

## 4. 実験

### 4.1 実験概要

コード演奏学習において、「コードネームを覚えることに関して、視覚フィードバックと聴覚フィードバックによって学習効果に差が生まれるのかどうか」についての実験を行った。コード候補サポート表示機能は常に ON にした状態でいき、この機能を軸とした課題を実施し、各フィードバックの効果について検証することを実験の目的とする。

実験の要因として、鍵盤楽器の経験によって結果に差が生じる可能性があるため、「経験」を要因 A とした。検証するフィードバックについては、「視覚フィードバック」を要因 B、「聴覚フィードバック」を要因 C とした。

### 4.2 被験者

鍵盤楽器 (主にピアノ) の経験の無い被験者が 8 名、経験のある被験者が 7 名。合計 15 名に対し実験を行った。

### 4.3 実験手順

実際にアプリケーションを用いて、コードネームを覚えるという課題を行った。被験者には、コードネームに対応している音の構成 (鍵盤の位置)、和音の響きを一致させて覚える課題であるということを教示する。触れる可能性のあるコードネームの種類については、参考資料として提示しておく。説明終了後、以下の手順で実験を進めた。

- 実験パターンの説明。
- コードネームの学習フェーズ。(学習時間: 90 秒)

表 1 実験パターン

Table 1 Experimental pattern

実験パターン	聴覚フィードバック	視覚フィードバック
Pt.01	×	×
Pt.02		×
Pt.03	×	
Pt.04		

- 覚えられたかどうかの確認テスト。
- 5 段階の主観評価アンケートの回答。

### 4.4 実験パターンについて

視覚フィードバックと聴覚フィードバックの有無による 4 つのパターンを実施し、被験者 1 名に対して、4 つのパターン全てを行った。(表 1)

実施するパターンの順序については、順序交差を考慮して実験を行った。ここで、実験パターンにおける視覚フィードバックの有無とは、「視覚フィードバックサポート機能」の有無とした。また、聴覚フィードバックの有無については、音全体の出力の有無とした。すなわち、聴覚フィードバックの無いパターンでは、弾いている音も含め、音は一切出力されない。聴覚フィードバックのあるパターンでは、弾いている音の出力に加え、「聴覚フィードバックサポート機能」も同時に付加されるものとした。

### 4.5 学習課題について

4 つの異なる課題を用意した。課題の出題順についても順序交差を考慮し、実験を行った。それぞれの課題に難易度の差がある可能性もあるため、課題の難易度の検証も同時に行った。課題では、ベース音とメインコードで弾く音 (2 音、もしくは 3 音) をあらかじめ指定し、そこに 1 音追加してできるコードを覚えることを学習課題とした。すなわち、指定した音を弾いている状態で「コード候補サポート表示機能」によって表示されるコードネームを覚える課題である。以下が指定したベース音とメインコード部分で弾く音と最終的にできる和音の構成数の組み合わせである。

#### 【学習課題 1】

ベース音: E (E, B を含む 3 和音)

#### 【学習課題 2】

ベース音: B (B, G を含む 3 和音)

#### 【学習課題 3】

ベース音: C (C, G, B を含む 4 和音)

#### 【学習課題 4】

ベース音: F (F, A, C を含む 4 和音)

### 4.6 確認テストと実験課題について

確認テストでは、以下の 3 つの『実験課題』についての筆記によるテストを各 3 問ずつを行った。また、実験課題 2 と実験課題 3 ではそれぞれの解答時間を計った。

表 2 主観評価アンケートの分散分析結果

Table 2 Analysis of variance (Subjective evaluation questionnaire)

	F	p
Q02-B (視覚 F)	7.590	0.0164*
Q03-B (視覚 F)	9.292	0.0093**
Q04-B (視覚 F)	10.879	0.0058**
Q05-B (視覚 F)	9.091	0.0099**
Q06-C (聴覚 F)	71.038	0.0000****
Q06-AC (経験 + 聴覚 F)	13.753	0.0026***
Q07-C (聴覚 F)	45.795	0.0000****
Q07-AC (経験 + 聴覚 F)	18.187	0.0009****
Q08-C (聴覚 F)	47.708	0.0000****
Q08-AC (経験 + 聴覚 F)	9.610	0.0084**

《実験課題 1》

和音を聞いて、コードネームを答える。

《実験課題 2》

コードネームを見て、弾くべき鍵盤を答える。

《実験課題 3》

和音を弾いている鍵盤を見て、コードネームを答える。

4.7 主観評価アンケート

被験者は確認テストの後、行ったパターンについて、5段階(5:とても当てはまる, 4:やや当てはまる, 3:どちらともいえない, 2:あまり当てはまらない, 1:全然当てはまらない)で以下の各評価項目について該当する度合いを評価する。

● 実験パターン毎の評価項目

- (1) 覚えることが出来たと思いましたが
- (2) 直感的に「覚えやすい」と感じましたか
- (3) 直感的に「探しやすい」と感じましたか
- (4) 鍵盤の弾く位置を「覚えやすい」と思いましたか
- (5) 鍵盤の弾く位置を「探しやすい」と思いましたか
- (6) 和音の響きを「覚えやすい」と感じましたか
- (7) コードネームを見て、音のイメージや響きを感じるようになりましたか
- (8) 音のイメージや響きからコードネームを連想しやすくなりましたか

4.8 実験結果

主観評価アンケートの各評価項目と、確認テストにおける正解数と解答時間に関して、有意水準  $p=0.05$  として、反復測定分散分析を行った。有意差が表れた項目で必要のあるものには単純主効果の検定も行った。有意差の表れた項目の結果について表 2, 表 3, 表 4 に示す。

4.9 学習課題の難易度の検証

確認テストにおいての実験課題ごとの学習課題の難易度の検定は、「経験」を要因 A, 「学習課題」を要因 B と定め、

表 3 主観評価アンケートの単純主効果検定結果

Table 3 Simple main effect (Subjective evaluation questionnaire)

評価対象 (条件)	F	p
Q06-A (c2)	9.486	0.0048***
Q06-C (a1)	11.139	0.0053**
Q06-C (a2)	73.652	0.0000****
Q07-A (c2)	6.903	0.0142*
Q07-C (a2)	60.851	0.0000****
Q08-C (a1)	7.247	0.0185*
Q08-C (a2)	50.071	0.0000****

表 4 確認テストの分散分析結果

Table 4 Analysis of variance (Confirmation test)

正解数に関する分散分析結果		
	F	p
実験課題 1-A (経験)	4.694	0.0494*
実験課題 2-C (聴覚 F)	3.761	0.0745+
実験課題 3-A (経験)	9.423	0.0090**
実験課題 3-C (聴覚 F)	3.144	0.0996+
解答時間に関する分散分析結果		
	F	p
実験課題 2-A (経験)	8.416	0.0124*
実験課題 2-ABC (経験 + 視覚 F + 聴覚 F)	4.996	0.0436*
実験課題 3-A (経験)	7.251	0.0184*

表 5 学習課題難易度に関する分散分析結果

Table 5 Analysis of variance (Difficulty of the learning task)

	F	p
実験課題 1-A (経験)	4.626	0.0509+
実験課題 2-B (学習課題)	3.784	0.0178*
実験課題 3-A (経験)	12.148	0.0040***
実験課題 3-AB (経験 + 学習課題)	2.704	0.0586+

表 6 学習課題難易度に関する実験課題 2 の多重比較分析結果

Table 6 Multiple comparison analysis (Subject 2)

Pair	t	p	Sig.
1 - 2	2.862	0.0067438	s.
1 - 3	0.065	0.9488642	n.s.
1 - 4	0.538	0.5937068	n.s.
2 - 3	2.926	0.0056970	s.
2 - 4	2.324	0.0254447	n.s.
3 - 4	0.602	0.5503675	n.s.

有意水準  $p=0.05$  として反復測定分散分析を行った。有意差の表れた項目の結果を表 5 に示す。また、実験課題 2 に関しての多重比較分析結果を表 6 に示す。

5. 実験結果のまとめと考察

マルチメディアフィードバックの効果に関する実験によって得られた結果や考えられる効果や傾向を以下に示す。

● 視覚フィードバックがある場合

- － 経験に関係なく、直感的に『覚えやすい』、『探しやすい』と感じ、コードネームに対する鍵盤の位置を『覚えやすい』、『探しやすい』と感じる

- 聴覚フィードバックがある場合
  - 経験者に対して大きく効果が表れる傾向がある
  - 和音の響きを覚えるためには、聴覚フィードバックが大きく有効（必然的に必要である）
  - 鍵盤の位置を覚えようとする時には、聴覚フィードバックを排除した方が覚えやすいと感じる
- 視覚と聴覚のフィードバックがある場合
  - 短時間で鍵盤の位置と和音の響きを同時に覚えようすると、覚える要素が多いので、結果的に直感的な覚えやすさが下がり、覚えられたと感じにくくなる
  - 短時間で和音の響きを覚える時には、視覚フィードバックがある場合、目的のコードネームの鍵盤の位置を探しやすく、その後に響きを覚えることに集中できるので、2つのフィードバックがある方がコードネームと音の一致付けはしやすくなる
  - 鍵盤の位置を覚えようとする時には、聴覚フィードバックを排除した方が集中して覚えらる

コードネーム学習における全体的な傾向としては、鍵盤楽器の経験者と未経験者との主な経験の差である「鍵盤の位置と音名が一致していること」、「音を区別して聞き分けることに慣れていること」によって、マルチメディアフィードバックがある場合に、経験者の方がより効果が表れやすいという傾向が示された。さらに、経験者の方が未経験者よりも、覚えたコードネームを短時間で正確に思い起こすことができるという傾向がみられた。

今回の実験では、聴覚フィードバックに関して、弾いている音が全く無い状態との比較であったために、必然的な結果になった部分もあったので、弾いている音の出力が常にある状態で『聴覚フィードバックサポート』の機能のみの有無によって、差が生じるのかを実験する必要がある。学習時間についても短時間であったために、コードネームに対応している鍵盤の位置や響きを一致して正確に覚えることは全体を通して困難であったと言えるので、学習時間を延ばした時に結果が変わるかどうかについても検証する必要がある。学習課題における実験の結果には、被験者が元々知っていたコードネームの存在が影響している可能性もあるといえる。また、コードネームと鍵盤の位置を覚える実験課題において、学習課題による難易度の差が生じていた。学習課題2が調号の最も多くなるコードが出る課題となっていて、鍵盤の位置も黒鍵を多く使うものとなっていたため、覚えにくく難易度が高いものとなったと考えられる。それによって多少、効果に影響している可能性も考えられるため、学習課題を練り直し、再設定して実験を行うことも今後の課題である。

## 6. 終わりに

本稿では、コードネームを覚えることや調べることの支援を目的とした、コード演奏学習支援アプリケーションの

設計、開発について示した。アプリケーションは、ベース音を基準としたコードネームの判定・表示機能を軸に、『コード候補サポート表示機能』として、メインコードの一部の音を弾いている場合、弾いている音を含み、そこに1音を追加することで出来るコードの候補が表示される機能を実装した。さらに、視覚フィードバックと聴覚フィードバックによるコード演奏学習のサポート機能を実装した。これらのサポート機能によって、利用者がコードの検索を容易に出来たり、コードネームに対応する鍵盤の位置と和音の響きを覚えやすくなるように実装した。また、コードネーム学習におけるマルチメディアフィードバックの有効性の実験、検証を行った。

今後の展望としては、学習効果という点において、実際の鍵盤楽器との比較が考えられる。実際の鍵盤楽器を演奏して学習することの方が、打鍵や演奏表現をすることは最善であると言えるが、コード演奏学習において、タブレットデバイスと実際の鍵盤楽器との間に、学習効果の差があるのかどうか検証する必要があると考えている。

## 参考文献

- [1] 勝占貞規子, 北原鉄朗, 片寄晴弘, 長田典子: ペイジアンネットワークを用いたコード・ヴォイシング推定システム, 情報処理学会研究報告音楽情報科学 (MUS), 2008-MUS-074, pp.163-168, 2008.
- [2] Katerina Kosta, Marco Marchini, Hendrik Purwins: Un supervised chord-sequence generation from an audio example, ISMIR 2012, pp.481-486, 2012.
- [3] 両宮聡子, 金子敬一: 音高と音価に着目した読譜学習システムの設計と実現, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育 (CE), 2006-EC-084, 46, pp.7-14, 2006.
- [4] 竹川佳成, 寺田努, 塚本昌彦: 運指認識技術を活用したピアノ演奏学習支援システム, 情報処理学会研究報告音楽情報科学 (MUS), 2009-MUS-81 No.25, pp.1-6, 2009.
- [5] 尾崎昭剛, 原尾政輝: ゲームの要素を取り入れた鍵盤楽器習熟支援システム, 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), 2010-HCI-139 No.2, pp.1-5, 2010.
- [6] 森田慎也, 江村伯夫, 秋永晴子, 三浦雅展: ピアノ基礎練習を対象とした奏者への視覚フィードバックの試み, 日本音響学会音楽音響研究会資料, MA2007-45, pp.63-66, 2007.
- [7] 高橋範行, 津崎実: ピアノ演奏における聴覚フィードバックの利用, 情報処理学会研究報告音楽情報科学 (MUS), 2004-MUS-057, pp.167-172, 2004.
- [8] CASIO: 光ナビゲーションキーボード, 入手先 <[http://casio.jp/emi/products/key\\_lighting/](http://casio.jp/emi/products/key_lighting/)>
- [9] Matthijs Hollemans: Reverse Chord Finder Pro, 入手先 <<http://www.reversechord.com/>>
- [10] mamopage: ピアノコードの弾き方, 入手先 <<http://www.geocities.jp/mamopage/chord.html>>
- [11] 音楽研究所: ギター・コード学習ツール, 入手先 <<http://www.asahi-net.or.jp/hb9t-ktld/music/Japan/Soft/GuitarChord.html>>
- [12] 鎌田直美: 学生の音楽学習におけるコード奏, 即興性に関する一考察, 近畿大学豊岡短期大学紀要. 31, pp.29-35, 2003.
- [13] 松宮敬, 野田正純: ピアノ指導者における「コードネーム」の活用, 九州女子大学紀要. 人文・社会科学編, 第36巻1号, pp.41-50, 1999.