

スマートデバイスを用いた弦楽器のコード押弦を 体験的に学ぶスキル学習支援システム

松原 行宏^{*1}, 菊田 和希^{*1}

^{*1} 広島市立大学大学院 情報科学研究科

Learning Support System for Code Press Skill of Stringed Instruments using Smart Device

Yukihiro MATSUBARA ^{*1}, Kazuki KIKUTA ^{*1}

^{*1} Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

あらまし：弦楽器の演奏において、押弦スキルは基本的で重要な技能である。本稿では、いつでも簡単に短時間で用いることのできるデバイスであるスマートデバイスを用いて、実際に手と指の動きを伴う押弦スキルの学習支援を行えるシステムを開発した。検証実験では、システムを用いて学習するグループ（実験群）と現行の学習法で学習するグループ（統制群）に分け、学習前後における実際の楽器を用いた押弦の速さ等を比較し、一定の効果があることを確認した。

キーワード：押弦スキル、実際の手指の形、学習支援、弦楽器、スマートデバイス

1. はじめに

趣味のひとつとして楽器の演奏があるが、楽器の演奏経験のある人のうち 76.6%が現在演奏していないという調査がある⁽¹⁾。また、楽器演奏を断念してしまう理由に、「忙しい」、「上達しない」の 2 点が挙げられる。弦楽器は音を鳴らすために、最初に押弦スキルを習得する必要がある、曲を演奏するまでのステップ数が多いため、押弦スキルの学習のスムーズな導入が重要であると考えられる。

本稿では弦楽器の中でも特にアコースティックギターを題材として用い、指による複数箇所を押弦すなわちギターコードの押弦スキルの学習支援を行う。

一般的なギターコードの学習方法を図 1 に示す。図 1 の左上にある図はコード表と呼ばれ、ギターのイラスト上で押弦する場所と、押弦する指を示している。学習者はコード表を見て押弦箇所を確認しながら学習を行う。コード表を見て学習する方法では、実際のギターを使えない場合、見て覚えるだけであり、実際に手指を動かして学習を進める事が困難であり、初心者にとっては正しい押弦を行えているか

の判断が難しいため、正しい学習が行えない場合があり、他者からの判断が必要となることがある。

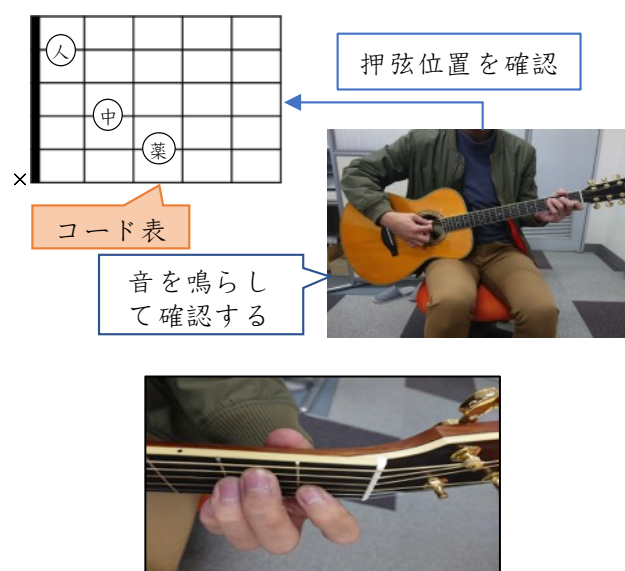


図 1 一般的なギターコード押弦習得方法

一方、様々な押弦スキル学習支援システムが考案されている⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾。坂牛らは web カメラを利用して押弦推定等を行い、ギター練習を支援するシステム

を開発した²⁾。しかしながら、web カメラの使用等、様々な機器を準備する等煩雑さがあり、手軽にかつ動作を伴った学習支援を考案することは意義があると思われる。そこで本研究では、1) 実際の押弦の行為と同じような手指の動作を伴うこと、2) 手軽にかつ短時間に繰り返し学習（反復学習）が行えること、に着目した押弦スキル学習支援システムについて検討した。

2. コードについて

2.1 音の高さ

一般的に「ド、レ、ミ、ファ、ソ、ラ、シ」の音階を用いるが、アコースティックギターなどの楽器では、「C、D、E、F、G、A、B」などの音階の呼び方を用いる。

弦楽器は、鳴らしたい音の高さによって押弦位置が変わる。ギターの場合、基本的には1弦が一番高く、6弦が一番低い音である。また、1つの弦の中でも解放弦と呼ばれる押弦を行わない状態では一番低い音が鳴り、ブリッジ側に1フレットずつずれていくと半音ずつ高くなる。そのため、6弦であるが、5弦の解放弦の音より高い音が鳴ることや、同じ高さの音が鳴ることも存在する。図2に各フレットで鳴る音をコード表に記入したものを示す。なお、コード表とは、ギターの指板を簡略化したイラストであり、コード表の横線は弦を示し、上から1弦、2弦…となっている。また、コード表の縦線はナットとフレットを示し、一番左の太い線がナットであり、左から2つ目の縦線から1フレット、2フレット…となる。一番左は押弦しない（開放弦）場合に鳴る音である。




E	F	F#	G	G#	A
B	C	C#	D	D#	E
G	G#	A	A#	B	C
D	D#	E	F	F#	G
A	A#	B	C	C#	D
E	F	F#	G	G#	A

図2 各フレットで鳴る音

2.2 コード

コードとは和音のことであり、同時に異なる高さの音を鳴らすことである。各コードは鳴らす音が決まっており、例えば、Cメジャーコードであれば、C、E、Gの音から構成される。また、Dマイナーコードであれば、D、F、Aから構成される。コード名に含まれる音（CメジャーコードであればC）はルート音と呼ばれ、各コードはルート音を中心に構成されている。

表1 ギターコードの押弦例（左）とコード表（右）

	押弦例	コード表（上）
C		
A		
D		

ギターコードの例として、4節で述べる評価実験で用いるギターコードの押弦例とコード表の一部を表1に示す（なお評価実験で用いるのは、C、C7、D、Dm、D7、E、Em、E7、G、G7、A、Am、A7の13個）。なお、コード表の左側の×印は、その弦をミュートする（鳴らさない）ことを示している。また、コード名は音階を示すアルファベットのみの場合はメジャーコード、音階名の後ろにmが書かれている場合はマイナーコード、音階名の後ろに7が書かれている場合はセブンスコードを示す。コード表の○の部分の部分が押弦する位置であり、○の中の漢字は押弦する指を示す。「人」は人差し指、「中」は中指、「薬」は薬指、「小」は小指である。なお、厳密にはどの指で押弦するかは正確には決まっておらず、どのような押弦方法でも良い。しかしながら初心者が何も知らないまま押弦を行うと、押さえにくい、または、曲

を演奏する際さまざまなコードを押弦するが、あるコードから次のコードへの移行（コード進行）が難しくなるなどの可能性がある。よって、コード表には押弦する指を示しているが、コード表によっては異なる指で押弦すると書かれているものも存在する。また、これらのコードは、1本の指で一箇所を押さえるコードであるが、1本の指で同フレット上の異なる弦を押弦する場合もあり、そのようにして押弦するコードのことをセーハコード、もしくはバレーコードと呼ぶ。本稿ではセーハコードを対象外とした。

3. スマートデバイスを用いた弦楽器のコード押弦を学ぶ学習支援システム

3.1 概要

押弦スキルの習得には、1) 押弦位置を理解すること、2) 指や手の使い方を身につけること、3) 押弦時間の短縮を行うこと、が重要であると考えられる。これらの点を中心に学習支援を行うために、本システムではスマートデバイスを用いる。スマートデバイスの画面にギターイラストまたは写真を表示し、その上に押弦する位置を示すことで、見て理解できる。次に、タッチパネル上に触れることで、正しく指で押さえられているか確認できる。最後に、システムにタイマー等を組み込むことで押弦時間を意識させることが可能である。これらのことより、本システムではスマートデバイスを用いる。

本システムとシステム使用時の外観を図3に示す。本システムはスマートデバイスを使用したシステムであり、図3(下)に示しているようにスマートデバイスを横向きにして使用する。システム使用者はスマートデバイスのタッチパネルが使用者の体の反対側を向くようにスマートデバイスを持ち学習を行う。システムの全ての操作はスマートデバイスのタッチパネル上で行い、ボタン等を押すことで学習を進めることができる。システムの画面にはギターの写真が表示されており、写真のギターの弦の位置に触れるとタッチパネル上の座標の位置を取得し、タップ位置と同じ場所にあるフレットを押弦している状態と判定する。また、押弦している場所は色を付

けて表示する。色を付けて表示するのは押弦位置だけではなく、コードの正しい押弦位置も含まれる。コードの押弦位置と押弦する指はシステムに設定してある。なお、コードの押弦位置の表示と学習者の押弦位置の表示では異なる色を使用している。

また、システム画面の右側の黄色い部分でフリック操作を行うと音を鳴らすことができる。音は1弦ずつ鳴らすことが可能であり、フリック位置と長さによって変化する。学習者が押弦している場合は、その押弦場所に対応した音を鳴らすことが可能である。また、黄色い部分に音符マークの付いたボタンがあり、このボタンを1回押すとミュート状態となり、フリック操作を行ってもその弦の音を鳴らすことはできない。ボタンをもう一度押すとミュート状態が解除され、音が鳴るようになっている。

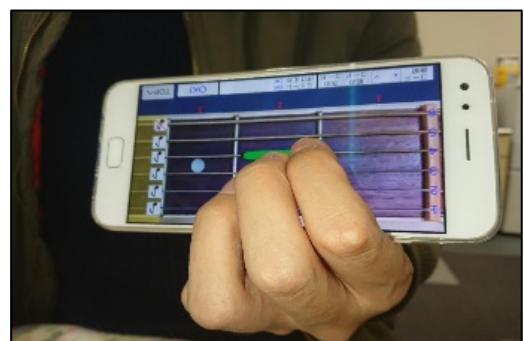
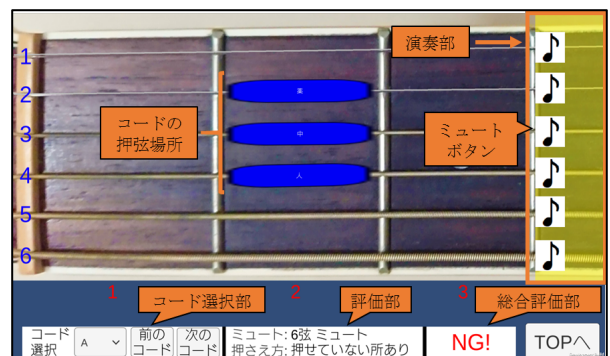


図3 学習モードの画面例(上)と外観(下)

3.2 学習モード

TOP画面には学習モードボタンと実践モードボタンの2種類のボタンが設置されており、ボタンを押すと、それぞれのモード用の画面に遷移する。学習モード、実践モードともに画面内はギター部とメニュー部で構成される。

学習モードの画面を図3(上)に示す。メニュー部は下の白い部分であり、ギター部はギターの写真が写されている部分である。ギター部の左側の縦に

並んでいる数字は弦数を示し、下側の横に並んでいる数字はフレット数を示す。また、画面内の右下にある TOP へと書かれているボタンを押すと、TOP 画面に戻ることができる。

ギター部には学習したいコード（以下、学習コードとする）の押弦位置が青色で示されており、それぞれに白い文字で漢字 1 文字が表示されている。この漢字は押弦する指を示しており、「人」は人差し指、「中」は中指、「薬」は薬指、「小」は小指を示す。

ギター部の右側には演奏部（黄色部分）が表示されており、その中には、音符マークが描かれているミュートボタンが設置されている。演奏部の上でフリック操作を行うと、その時点でのギター部における押弦位置に対応した音を鳴らすことができる。ミュートボタンは、各弦の上に 1 つずつ設置されており、ボタンをタップするとボタン上に赤い×印が表示される。この状態では、ミュートしている状態であると判断され、フリック操作を行っても、そのミュートボタンに対応する弦の音は鳴らないように設定されている。また、演奏部に含まれていない写真上のギターの弦の上に触れると、押弦していると判断され、押弦場所に色をつける。押弦場所の色は、学習コードに含まれている部分であれば緑色、学習コードに含まれていなければ赤色となる。

学習モードのメニュー部はコード選択部、評価部、総合評価部から構成されている。コード選択部ではドロップダウンを用いて、設定されているコードの中から学習コードを選択することができる。学習コードを選択すると、ギター部にコードの押弦位置が青色で表示される。コードの選択に関して、「前」のコードボタンを押すとドロップダウンで選択中のコードの 1 つ上のコードを学習コードとして変更する。ドロップダウン上で一番上のコードを選択している場合は一番下のコードを学習コードに変更する。「次」のコードボタンも同様に、選択中のコードの 1 つ下のコードを学習コードとする。なお、初期状態では「A」コードが選択されている。評価部は、ミュート評価と押弦評価が表示されている。ミュート評価では、学習コードでミュートする弦のミュートボタンが押されているかどうかを判断し、正しいミュートができている場合は青い文字で「OK」と表示し、

間違えている場合は、ミュートしていない弦が存在するときに黒い文字で「○弦 ミュート」と表示し、ミュートする必要のない弦をミュートしているときに赤い文字で「○弦鳴らして下さい」と表示する。押弦評価に関しても同様に、ギター部上で正しい押弦を行えている場合は青い文字で「OK」と表示し、間違えている場合、コードに含まれない場所を押弦しているときに赤色で「コード外を押している」、コードに含まれる全ての押弦位置の内、1 ヶ所でも押弦できていないときに黒い文字で「押せていないところあり」と表示する。押弦評価では、両方の間違いを満たす場合は、「押せていないところあり」のみを表示する。総合評価部は、評価部の両評価において「OK」と表示されている場合、青文字で「OK」と表示し、評価部のどちらか一方でも「OK」と表示されていない場合は赤文字で「NG!」と表示する。

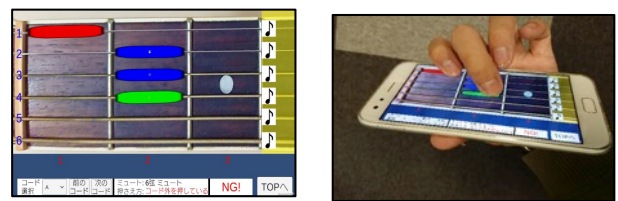


図 4 学習モード押弦例

学習モードの押弦例として、図 3 の状態から、1 弦 1 フレットと 4 弦 2 フレット上に触れた場合の画面を図 4 に示す。図 4 の右側の写真は、図 3（下）のようにスマートデバイスを持った状態における学習者の視点からスマートデバイスを見下ろした図である。押弦している 2 箇所のうち、学習コードである A コードに含まれていない 1 弦 1 フレットは赤色、学習コードに含まれている 4 弦 2 フレットは緑色で表示されている。また、A コードに含まれていない部分を押弦しているため、評価部の押弦評価に「コード外を押している」と表示されている。また、A コードは 6 弦をミュートする必要があるが、ミュートボタンに×印が表示されていないため、ミュートしていないと判断され、ミュート評価として「6 弦ミュート」と表示されている。押弦評価、ミュート評価ともに「OK」と表示されていないため、総合評価は「NG」となっている。

次に、正しい A コードの押弦とミュートを行った

場合のシステム画面を図 5 に示す。この図も図 4 と同様に、右側の図は学習者の視点からスマートデバイスを見た図である。図を見ると、学習コードに含まれる場所のみを押弦し、正しくミュートもできているため、評価部は両方とも「OK」と表示され、総合評価も「OK」となっている。

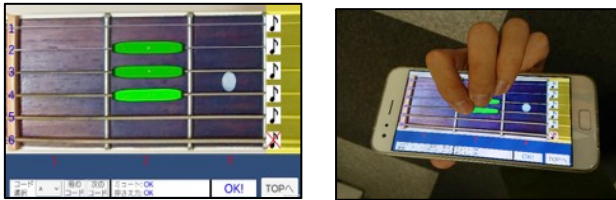


図 5 正しい押弦を行った際の画面

3.3 実践モード

次に、実践モードの初期画面を図 6 に示す。ギター一部の構成は学習モードと同じであり、使用者が押弦した位置は青色で表示するが、最初に押弦場所の表示は行っていない。実践モードのメニュー部は、コード表示部と残り時間表示部から構成される。コード表示部で設定されているコードの中から 1 つをランダムで指定し、残り時間表示部に表示されている秒数が 0 秒になった時にミュートも含め、正しいコードを押弦できているかを判定する。なお、解答中は押弦場所が青色で表示されている。



図 6 実践モードの画面

残り時間が 0 秒となり正誤判定を行った後、正しい場合は図 7 (左) のように正解表示を行う。「次の問題へ」と書かれたボタンを押すと、再びランダムでコードが表示され、押弦を行っていく。「実践モード終了」と書かれたボタンを押すと、TOP 画面に戻ることができる。正誤判定の結果、間違えている場合は、図 7 (右) のように不正解の表示を行う。不正解時は、正解時に表示される 2 つのボタンに加えて、「答えを見る」と書かれたボタンが設置されている。

また、コード表示部の一部が変化し、間違い指摘部が表示される。間違い指摘部は、押弦場所やミュート場所のどこが間違えているのかを具体的に表示する。また、残り時間表示部が「次の問題へ」ボタンに変化する。このボタンは正解時の「次の問題へ」ボタンと同じものである。また、不正解時に表示される「答えを見る」とかかかれているボタンを押すと、不正解表示が消え、ギター部全体を見ることができる。「答えを見る」ボタンを押したときの画面例を図 8 に示す。

図 8 では、Dm コードが指定されているが、システム使用者の押弦場所が 1 弦 2 フレット、2 弦 3 フレット、3 弦 2 フレットであり、6 弦のみミュートしていた場合を用いている。Dm コードの正しい押弦位置は 1 弦 1 フレット、2 弦 3 フレット、3 弦 2 フレットであり、ミュートは 6 弦と 5 弦である。よって、正しいコードの押弦に直す場合は、間違い表示部にも書かれているように、1 弦 2 フレットの押弦をやめ、1 弦 1 フレットの押弦を行い、5 弦をミュートする必要がある。また、ギター部において、フレットが色づけされているが、青色はコードに含まれており正しく押弦できた場所、赤色はコードに含まれていないが押弦した場所、緑色はコードに含まれているが押弦されていない場所を示す。

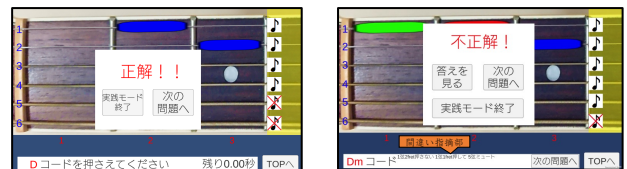


図 7 実践モード正解時 (左) 不正解時 (右)

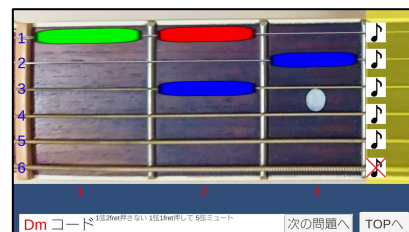


図 8 答表示の画面例

4. 検証実験

本実験では、システムを使用するグループを第 1 グループ (被験者 A~C) (実験群)、コード表を用いるグループを第 2 グループ (被験者 D~F) (統制

群)と2グループに分け、比較を行った。両グループ共に15分間コードの学習を行った。また、学習前後にコードの押弦の速さを測るコード押弦テストを行った。また、コードの暗記量を測るコード暗記テストも同時に行った。本実験の被験者はアコースティックギターについての知識の少ない大学生、大学院生、計6名である。本実験での学習対象コードは基本的によく使用されるコード13個(C, C7, D, Dm, D7, E, Em, E7, G, G7, A, Am, A7)を選定した。

学習前後には実際のギターにおける押弦時間を計測するコード押弦テストを行った。また、コードの暗記量を測るコード暗記テストも実施した。コード押弦テストは全5問であり、各問題では、学習対象全13コードのなかから4つが選ばれたコード押弦テスト表を見て被験者は、順に演奏を行う。1問ずつ演奏時間を計測した。全ての問題において、コード1つにかかる時間を計測し、10秒以内に押弦することのできたコード数を図9に示す。図9より、システムを用いて学習を行ったグループ1の被験者A, B, Cはいずれも事後テストの方が点数が高く、平均5.33個の増加となっている。しかし、コード表のみの被験者D, E, Fのうち2人についてはコード数が減少しており、平均0.67個であった。よってシステムを用いると、実際のギターでコードを押弦するまでの時間短縮が可能であると考えられる。

図10にコード暗記テストの正答数を示す。コード暗記テストの結果、コード表をみて覚えた第2グループが点数が高いという結果となった。これは、コード暗記テストにコード表を用いていること、学習時間が15分という短時間であり、システム使用の第1グループの被験者はコードの暗記より、指の使い方の学習を優先している傾向が見られ、覚える時間が足りなかったという事が考えられる。

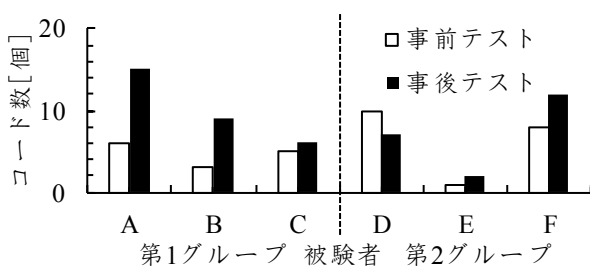


図9 10秒以内に押弦できたコード数

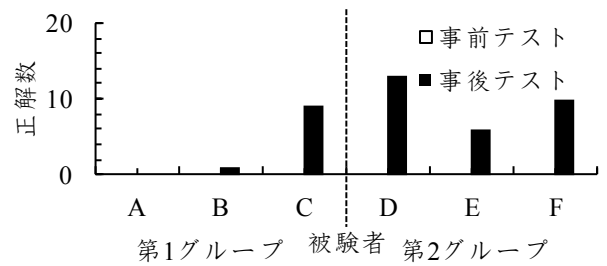


図10 コード暗記テスト正答数

5. まとめと今後の課題

曲を演奏するまでにステップ数の多い弦楽器の演奏において、押弦スキルの学習時間の短縮を目指し、スマートデバイスを用いたシステムの開発を行った。

本システムでは学習モードで学習を行い、実践モードで暗記の確認、定着を行うことができる。検証実験を行った結果、実際のギターを用いて演奏した際、システムを用いて学習したグループの方が短い時間で押弦できるコード数が多くなり、本システムは押弦スキルの学習支援が可能であるのではないかと考えられる。

しかしながら、コード暗記テストの結果より、短時間でコードの押弦場所の暗記を行うという点ではコード表を用いた学習法と差が生まれた。この点の検討が今後の課題である。

なお本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究C (No. 19K12253) による。

参考文献

- (1) 株式会社イード：“音楽と楽器に関する調査”，<http://www.iid.co.jp/news/report/2013/0924.html> (2018年2月9日確認)
- (2) 坂牛和里, 植村あい子, 村岡眞伍, 甲藤二郎：“Webカメラを利用したギターの練習支援システムの検討”，信学技報, Vol. 116, No. 176, pp. 67-71 (2016)
- (3) 榎原絵里, 宮下芳明：“ヴァイオリン初心者のための無音運指練習支援システム”，エンタテインメントコンピューティング 2011 予稿集, pp. 235-237 (2011)
- (4) 松岡慶一, 小原大, 久保田稔：“ウェアラブルデバイスを用いた学習支援システム”，情報処理学会第77回全国大会, (2015)