

Title	減算的な演奏補助で練習継続意欲を保つギター演奏習得補助システムに関する研究
Author(s)	米田, 圭志
Citation	
Issue Date	2013-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/11290
Rights	
Description	Supervisor:西本一志, 知識科学研究科, 修士

修 士 論 文

減算的な演奏補助で練習継続意欲を保つ
ギター演奏習得補助システムに関する研究

指導教員 西本 一志 教授

北陸先端科学技術大学院大学
知識科学研究科知識科学専攻

1150038 米田 圭志

審査委員:	西本 一志	教授(主査)
	宮田 一乗	教授
	DAM HIEU CHI	准教授
	伊藤 泰信	准教授

提出年月:2013年2月

目次

第 1 章 はじめに.....	1
1.1 研究の背景.....	1
1.2 研究の目的.....	2
第 2 章 関連研究.....	3
2.1 ギター演奏習得補助システム.....	3
2.2 演奏補助.....	4
2.3 段階的練習支援.....	5
第 3 章 提案手法.....	6
3.1 減算的演奏補助.....	6
3.2 減算的演奏補助を用いた練習.....	8
第 4 章 システム.....	9
4.1 システム概要.....	9
4.2 想定ユーザー及び演奏形式.....	11
4.3 実装.....	11
4.3.1 プログラム開発.....	11
第 5 章 実験 1.....	13
5.1 実験の目的.....	13
5.2 被験者と演奏課題.....	13
5.3 実験方法.....	14
5.4 実験結果.....	15
5.5 考察.....	17
第 6 章 実験 2.....	18
6.1 実験の目的.....	18
6.2 被験者と練習内容.....	18
6.3 実験方法.....	21
6.4 実験結果と分析.....	23
6.4.1 練習回数と練習時間.....	23
6.4.2 練習の効果について.....	25
6.5 考察.....	27
第 7 章 おわりに.....	28
7.1 まとめ.....	28
7.2 今後の課題と展望.....	29

謝辭.....	30
参考文献.....	31
発表論文.....	33

目次

第 2 章 関連研究	
図 2-1 D' Accord Guitar の画面インタフェース	3
図 2-2 YAMAHA EZ-AG	4
図 2-3 大島の研究における簡略化された楽譜の事例	5
第 3 章 提案手法	
図 3-1 演奏補助を用い, 減少させない練習.....	7
図 3-2 演奏補助を用いない練習.....	7
図 3-3 提案手法	7
第 4 章 システム	
図 4-1 システム概要	10
図 4-2 システムのユーザインタフェース画面.....	10
図 4-3 練習楽曲の内容を記したテキストファイルの例.....	12
第 5 章 実験 1	
図 5-1 実験風景.....	15
図 5-2 段階ごとのモチベーションの推移	16
第 6 章 実験 2	
図 6-1 Fコードの演奏補助減算段階	19

表目次

第 5 章 実験 1

表 5-1 事前アンケート結果.....	13
表 5-2 練習日と演奏補助対象外コード.....	14
表 5-3 使用機材一覧表.....	14
表 5-4 システムの感想アンケート結果.....	15
表 5-5 段階ごとのモチベーション.....	16

第 6 章 実験 2

表 6-1 楽曲 X の減算段階.....	20
表 6-2 楽曲 Y の減算段階.....	20
表 6-3 事前アンケート結果.....	21
表 6-4 被験者別システム割り当て.....	22
表 6-5 使用機材一覧表.....	22
表 6-6 被験者ごとの, 課題楽曲の練習時間合計と練習回数.....	23
表 6-7 システム使用回数の t-検定結果.....	24
表 6-8 システム使用時間の t-検定結果.....	24
表 6-9 練習中におけるシステムとモードごとのハイスコア.....	25
表 6-10 パフォーマンスモードにおけるハイスコアの t-検定結果.....	26
表 6-11 練習モードにおけるハイスコアの t-検定結果.....	26

第1章 はじめに

1.1 研究の背景

近年、高機能な Digital Audio Workstation (DAW)や PC の登場によって、音楽の制作は簡易化されている。これを背景として、機械が音楽を作成するような研究も行われている[1]。しかし、こうした機械任せの音楽制作では、楽器を演奏する楽しみは得られない。楽器を演奏できるようになる事は、新たな表現技法を得ることであり、演奏という表現は、演奏者自身が演奏行為そのものを楽しむだけでなく、音楽の形をとった自己表現を他者に楽しませることを可能にする。また、過去の音楽文化を理解することを助ける働きも有る[2]。

“他者を楽しませる”，“音楽文化を理解する”といった目的が強い求心力を持つためか、ポピュラーミュージックに用いられるギター等の楽器は、その演奏への興味を持たれやすい。しかし、ギターを演奏できるようになりたいと考える誰もが、ギターの演奏技術を持ち合わせている訳ではない。この原因として、ギターを実際に演奏できる様になるまでの練習が、退屈、苦痛である事が挙げられる。

なぜ練習が退屈、苦痛であるかと考えると、これはギターの演奏に興味を持った者は、一般にあくまで演奏そのものに興味があったのであり、演奏の「練習」に興味があったわけではないためであると考えられる。坂根らによると[3]、大半の演奏練習者は、教本や教則ビデオと自分の手を交互に見ながら練習するとしている。こうした従来の練習方法では演奏感覚を伴わないため、楽しさもモチベーションも得られにくい。そして、演奏感覚が得られない事による練習の辛さや退屈さが、多くの人をギター演奏という表現活動から遠ざけてしまうおそれがある。

一曲演奏できるまでの苦痛や退屈さを回避する手法についての研究は多く行われており、特に近年、電子的に演奏データを管理できる楽器が多く開発されてきたことから、演奏初心者であっても、容易に演奏に似た体験を得られるような機能が開発されている[4]。

しかし、そうした擬似的な演奏体験を可能とする機能は、演奏者を創造性や個性の表現から遠ざけてしまうおそれがある。また、古来の楽器のスタイルを捨て、単純な操作のみで演奏を可能にした電子楽器[5][6]も存在するが、そうした演奏の容易な楽器は、その演奏の容易さゆえに、表現の幅が大きく狭められていることが多い。幅広い表現を行うためには、やはり楽器を正しく弾ける様にさせることが必要である。そこで、上記の擬似演奏の技術を、演奏練習のモチベーション維持に役立てることを考えた。

1.2 研究の目的

本研究では、電子楽器を用いることで可能となった擬似演奏によって生じる楽器演奏へのモチベーションを、実際の楽器の演奏のための練習に活かすシステムの構築を目指す。擬似演奏を演奏練習の初期段階に取り入れることで、演奏感覚を演奏の練習中から感じさせることが可能になるはずであり、これによって練習に対するモチベーションを高める事が期待できる。

第 2 章 関連研究

2.1 ギター演奏習得補助システム

ギターの練習を目的に作成されたシステムは多く存在する。例として, Cabral らによる D'Accord Guitar[7]等が挙げられる。これは, システムの画面表示(図 2-1)で正しい演奏のモデルを表示し, 続けて, 練習者に表示した技術の再現を求めるものである。この手法を用いることで, 教師との face-to-face の演奏練習を, PC 上で再現することを試みている。こうした D'Accord Guitar を始めとした多くのギター演奏練習補助システムでは, 演奏練習者が演奏感を得られるかどうかを研究の対象としていない。練習者はモチベーションが得られず, 練習を中断する恐れがある。



図 2-1 D'Accord Guitar の画面インタフェース

2.2 演奏補助

通し演奏によるモチベーションを与えるには、演奏補助技術が有効である。

演奏の補助形式は各楽器の演奏方法によって様々である。ピアノであれば、大島らによって開発された **Coloring-in Piano**[8]や **Family Ensemble**[9]が例として挙げられる。これらは音高のコントロールを機械によって自動化したものである。

ギターにおける演奏は、左手でギターに張られた各弦をおさえることによってコードをコントロールし、右手で弦を弾くことによって発音を行う。初心者の練習においては、右手に必要とされる技術と比較して、左手に必要とされる技術がより挫折の原因となりやすい。よって、左手の演奏技術を補助する機能が適当と考えられる。このギターにおける演奏補助は図 2-2 に示す **YAMAHA EZ-AG** (以下, **EZ-AG**) [10]や、伊藤による“吟たあ”[11]などが実現している。

EZ-AG による演奏補助は、**EZ-AG** に組み込まれた曲の再生部分を参照し、弦の音高を是正する方法をとっている。演奏者は、曲に合わせて弦を弾くのみで、曲の再生部分に対応したコードを鳴らすことができ、ギターの演奏技術をほとんど持たない場合でも、通し演奏の疑似体験が可能となっている。“吟たあ”は、演奏者の発声によって音高のコントロールを可能にしている。

しかし、**EZ-AG**、吟たあ共に、搭載されている音高に関する演奏補助機能は、部分的な解除(たとえばコード **Cm** だけを補助なしにする等)ができない。演奏補助を適用している場合は、練習者に技術の上達を促せず、一方、演奏補助を停止した場合は、補助が有効である場合との難易度に大きな差が生じてしまうことが、練習者を挫折に追い込んでしまう要因となっている可能性が考えられる。



図 2-2 YAMAHA EZ-AG

2.3 段階的練習支援

大島らは、楽器を練習する際に、練習段階に応じた楽譜を減算的に自動生成する手法の研究を行っている。図 2-3 に、生成された楽譜の例を示す。最下段の楽譜が本来の楽譜であり、そこから重要度が低いと評価された音符を少しずつ削除することによって、上に示す 2 つの簡略化された楽譜が生成される。簡略化された楽譜から、練習者の技術力に応じて段階的に楽譜をオリジナルの楽譜に近づけていく手法を提案し、実験を行った所、練習初期段階からオリジナルの楽譜を用いた場合と比較し、絶望や焦燥感を感じにくくなる事が示唆されている[12]。

ここから、“一曲通しで演奏できることによるモチベーション”の存在が期待できる。

The figure displays three examples of musical notation for the piece '英雄ボロネーズ by F. ショパン' (Heroic Polonaise by Frédéric Chopin). Each example is presented in a rectangular frame with a vertical scale on the right side. The scale is labeled '楽譜の段階' (Musical Score Stage) and has a triangular marker indicating the current stage. The top example shows the original score with a marker at the bottom. The middle example shows a simplified version with a marker at the top. The bottom example shows a further simplified version with a marker at the top. The notation includes treble and bass clefs, a key signature of one flat, and a 3/4 time signature. The music is written in a grand staff format.

図 2-3 大島の研究における簡略化された楽譜の事例

第 3 章

提案手法

関連研究を調査した結果, 練習者に演奏感覚を伴わせるギターの実習方法は存在しなかった. 演奏補助のみを練習者が使用した場合には, 演奏感は得られるが技術の上達が見込めず, (図 3-1) 一方で, 既存の練習補助システムを用いた練習では, 演奏感が得られるまでに時間と苦勞が掛かる(図 3-2).

そこで本研究では, 練習段階における練習者のモチベーション維持のために, 演奏補助機能に大島らの考案した楽譜の段階的難易度調整の考え方を取り入れたギター練習支援法を提案する.

3.1 減算的演奏補助

これまでの演奏補助機能を搭載したシステムは, その有効範囲が細かく設定できなかった. これが原因となり, 練習における中途段階で, 習得した技術の実践と, 一曲通して弾くモチベーションの両方を同時に享受することが不可能であった.

そこで, 練習者の習得した技術を, 演奏補助の範囲から除外することによって, モチベーションと段階的な練習の両立を可能にする手法を提案する(図 3-3). この徐々に解除される演奏補助を, 本稿では減算的演奏補助とする. 減算的演奏補助によって, 練習者は習得できている技術のみを用いて, 一曲通しての演奏を体験する事ができる. 演奏補助の有効範囲を徐々に削除させていくことで, 最終的には演奏補助を用いることなく, 通し演奏が可能となるはずである.

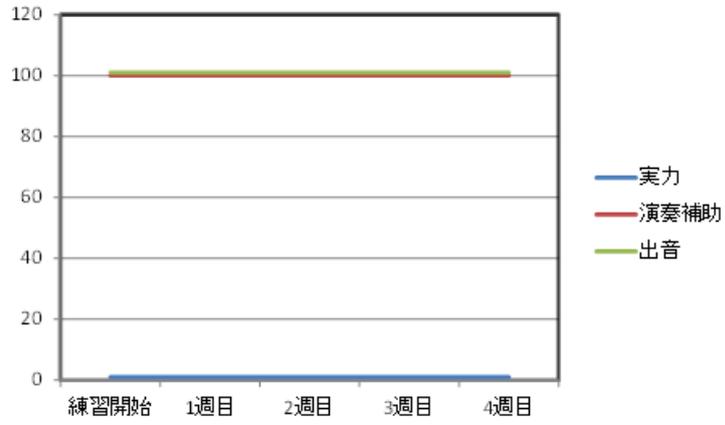


図 3-1 演奏補助を用い、減少させない練習

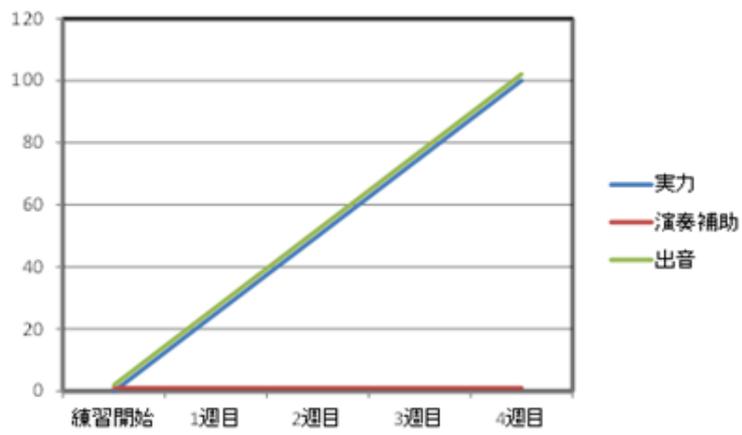


図 3-2 演奏補助を用いない練習

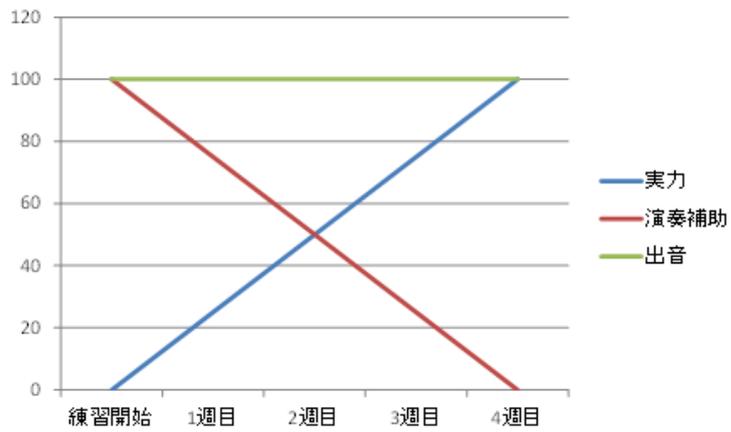


図 3-3 提案手法

3.2 減算的演奏補助を用いた練習

本研究における通し演奏とは、楽曲の中に登場するすべてのコードを順にタイミングよく鳴らす事と設定する。今回用いる演奏補助機能は、練習者が通し演奏の演奏感覚を得られるようにする事を目的とする。この演奏補助形式は EZ-AG に搭載されている演奏補助機能の内、“STRUM”と分類されているものと同様である。これは、あらかじめ演奏する楽曲を設定したうえで、その楽曲の演奏箇所に応じて最適なコードが、弦を弾くことで鳴らされる形式である。

この STRUM 形式の演奏補助を、練習者の技術習得段階に応じて削減することが今回の提案手法である。しかし、練習者の技術が拙い状態で演奏補助を削減してしまった場合に、技術を実践するスピードが楽曲の進行に追いつかないおそれが有る。この場合、練習者に技術の実践が伴い難くなるため、技術の習得が非効率化する。そこで、練習者が技術を実践できるまで楽曲の進行を一時停止することで練習を効率化する手法も取り入れる。

第 4 章

システム

4.1 システム概要

システムの概要を図 4-1 に示す. 本システムでは演奏補助を有効にするために, 演奏データ(MIDI)を改変する必要がある. 通常のギターを用いて演奏をデータとして出力する方法も研究されているが[13], 遅延などの問題を考慮し, 伊藤による吟たあと同様に, MIDI 出力可能な代用品として, EZ-AG を用いる.

EZ-AG から出力された練習者の演奏データは, USB-MIDI インタフェイスを經由して PC に送られる. PC 上で動作しているソフトウェアが, 練習者の熟練度に応じて演奏データを修正する. 修正された演奏データは, EZ-AG に内蔵された音源とスピーカを通じて, 演奏音として出力される. 図 4-2 に, 本システムのユーザインタフェース画面を示す. ユーザインタフェース上には練習者が自力で演奏すべき技術や曲の進行を表示し, 練習者の楽曲の演奏を支援する. 技術を効率良く習得できるように, 曲が一定のテンポで進行するモード(パフォーマンスモード)と, 正しくフレットを押さえられていなければ曲が進行しないモード(練習モード)を用意した. 練習者は, 練習モードにて, 左手のポジションを確認しながら練習する. ポジションを正確かつテンポ良く押さえられる様になり次第, パフォーマンスモードに切り替え, 正しいリズムで演奏できるかどうか確認を行う.

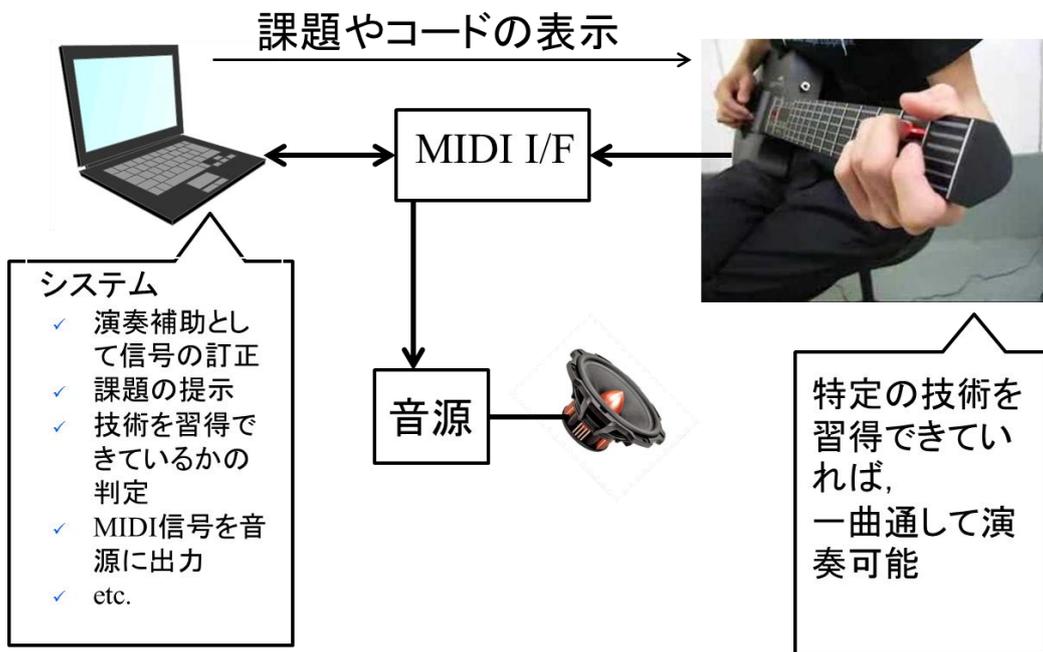


図 4-1 システム概要

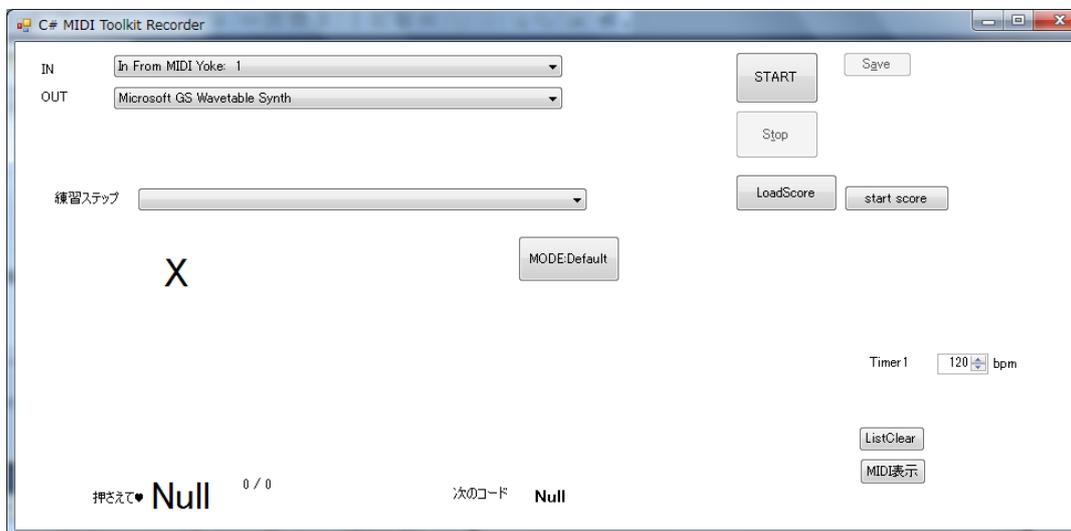


図 4-2 システムのユーザインタフェース画面

4.2 想定ユーザー及び演奏形式

本システムのユーザーには、これ迄にギターの練習をしたことがない、もしくは極めて初期の段階で練習を中断した様な、ほとんどギターの演奏技術を持たない者を対象とする。ギターの演奏には、おおまかに分類して2つのスタイルが存在する。楽曲中で用いられた演奏とほとんど同様の演奏を行うスタイル(コピー演奏)と、楽曲で使用されるコードを演奏するスタイル(コード演奏)である。コピー演奏では、ビブラートやカッティングといった多種多様な技術を用いる場合が多い。本研究は初心者支援対象とするため、多様な技術が必要となるコピー演奏ではなく、基礎的な技術のみが求められるコード演奏を練習課題とする。

4.3 実装

演奏者がどの弦のどの位置を押さえ、どこを発音しているかという演奏情報は、EZ-AGにより常時取得される。この演奏情報はPC宛にMIDIデータとして送信される。PC上では、プログラムがEZ-AGより送信されるMIDIデータを常時参照し、練習課題曲の進行を把握するとともに、現在設定されている演奏支援レベルに応じて受け取ったMIDIデータを修正する。こうして必要に応じて修正されたMIDIデータを音源(EZ-AG内蔵の音源を利用している)に入力することにより、演奏音が出力される。

4.3.1 プログラム開発

プログラムの開発環境にはMicrosoft Visual Studioを用い、開発言語にはC#を用いた。MIDIをプログラム上で扱うにあたって、これを簡易化するためのライブラリ”C# MIDI Toolkit”¹を用いた。課題曲のデータについては、プログラムから別途楽曲データを記したテキストファイルを読み込む形式を採った。このテキストファイルには、各行に楽曲のBPM、楽曲中で使用するコードと、拍数による進行が記されている(図4-3)。この形式をとることで、楽曲のバリエーション拡大を容易に実現できる。

¹ C# MIDI Toolkit, www.codeproject.com/Articles/6228/C-MIDI-Toolkit/ (2013年2月4日参照)。

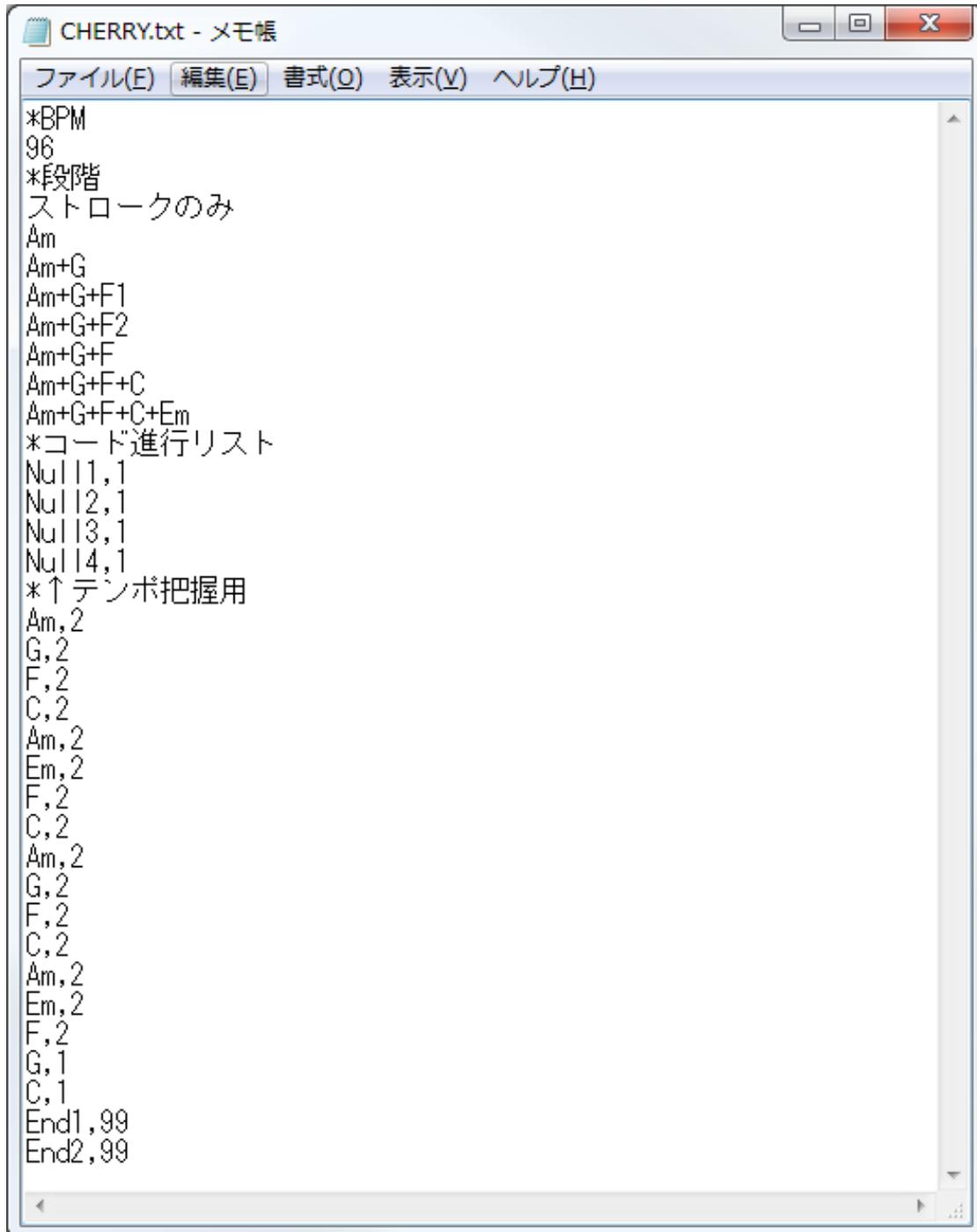


図 4-3 練習楽曲の内容を記したテキストファイルの例

第 5 章

実験 1

5.1 実験の目的

実装したシステムを用いることで、練習者のモチベーション維持に寄与できるかの確認を目的とする。また、段階ごとのモチベーションを調査することで、モチベーションが常に保たれるか否かも調査対象とする。

5.2 被験者と演奏課題

提案システムをギター初心者 2 名 (被験者 A, B) に試用してもらった。被験者それぞれのギター演奏に対する興味と経験について、事前にアンケートで調査した。結果を表 5-1 に示す。被験者 B には、ギターの練習経験がある。この過去の練習についてアンケートとインタビュー調査を行った所、

- どの程度練習したかも思い出せないくらいつまらなかった。
- つまらなかったため、練習は極めて初期の段階で放棄した。

との意見が聞かれた。

システムを用いた課題曲には、被験者両名にとって馴染みのある楽曲である、スピッツの「空も飛べるはず」[14]を設定し、この課題曲のサビを弾き切ることを技術習得の目標とした。

表 5-1 事前アンケート結果

	被験者 A	被験者 B
質問1:ギター演奏へ憧れの有無	無	有
質問 2:ギター練習経験の有無	無	有
過去の練習時のモチベーション(5 段階)		1

5.3 実験方法

演奏補助の減算段階は6段階で、これはサビに使用するコード6つ「C, G, Am, F, Em, D7」と対応している。練習モードとパフォーマンスモードの切り替えは、被験者の自己判断に委ねた。実験は4日にかけて行われた。各日の減算進行は表5-2のとおりである。

被験者Aは演奏未経験であるため、システムを用いた場合との比較の為に、別途コード譜のみを用いた練習を体験させた。課題曲は本実験と同様に被験者Aに馴染みある中島みゆきによる「地上の星」を設定し、これによりえられたモチベーションについても調査した。

また、アンケート内容を補足するため、被験者にインタビューを行った。使用機材を表5-3に示す。実験風景を図5-1に示す。

表 5-2 練習日と演奏補助対象外コード

練習日数	演奏補助から除外するコード
1日目	C, G
2日目	C, G, Am
3日目	C, G, Am, F
4日目	C, G, Am, F, Em, D7

表 5-3 使用機材一覧表

MIDI ギター	YAMAHA EZ-AG
MIDI 音源	YAMAHA EZ-AG 内蔵品
スピーカ	YAMAHA-EZ-AG 内蔵品
USB-MIDI インタフェイス	YAMAHA UX-16
PC	DELLVostro2520 ラップトップ OS: Windows 7 64bit CPU: Intel core i5 2430M (2.4GHz) メモリ: 4GB

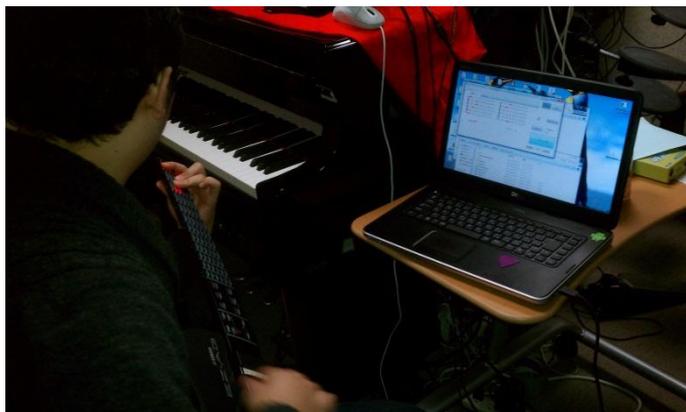


図 5-1 実験風景

5.4 実験結果

被験者に対するアンケートの結果を表 5-4 に示す。事前アンケートにて被験者 A は、ギターを演奏することに興味が無いとアンケートで答えていたが、本システムを用いた練習に対し、楽しさを 5 段階評価中最高の 5 と回答した。また被験者 B は、ギターの演奏に興味があったものの、練習の最初期段階で挫折した旨をインタビューにて回答しているが、その過去の練習時について、アンケートでは楽しさを 5 段階評価中最低の 1 と答えたのに対し、本システムを用いた練習の楽しさについては 3 と答えている。以上の点により、従来の練習と比較し、本システムを使用することでより楽しみを得られる可能性が示唆されたと考える。また被験者両名がこのシステムによって練習が継続しやすくなると答えている。

練習完了後にアンケート調査した、練習段階ごとのモチベーションを表 5-5 に、またこれをグラフ化したものを図 5-2 に示す。この結果から、両被験者に同様のモチベーションの推移が見て取れる。例として、F コードを新たに押さえる第 4 段階において、両被験者から極端なモチベーションの低下が見られる。この理由としては、F コードの技術的困難さが原因である事が両被験者へのインタビューによって明らかになった。また、第 2 段階における G コードでのモチベーションの低下に関しては、初めてのコード

表 5-4 システムの感想アンケート結果

	被験者 A	被験者 B
今回使ったシステムの楽しさ(5 段階)	5	3
システムを使用することで、練習が継続しやすくなると考えるか	はい	はい

チェンジであったために戸惑った、という意見が聞かれた。

また、練習完了後のインタビューから「ギターへの興味が深まった」「システムを用いて課題曲をすべて自力で弾けるようになりたい」といった、システムに対するポジティブな意見が両被験者から得られた。

表 5-5 段階ごとのモチベーション

練習段階	自力で押さえるコード	モチベーション 被験者 A	モチベーション 被験者 B
第1段階	C	5	3
第2段階	C+G	2	2
第3段階	C+G+Am	5	3
第4段階	C+G+Am+F	1	1
第5段階	C+G+Am + F+Em	5	3
第6段階	C+G+Am + F+Em + D7	3	3

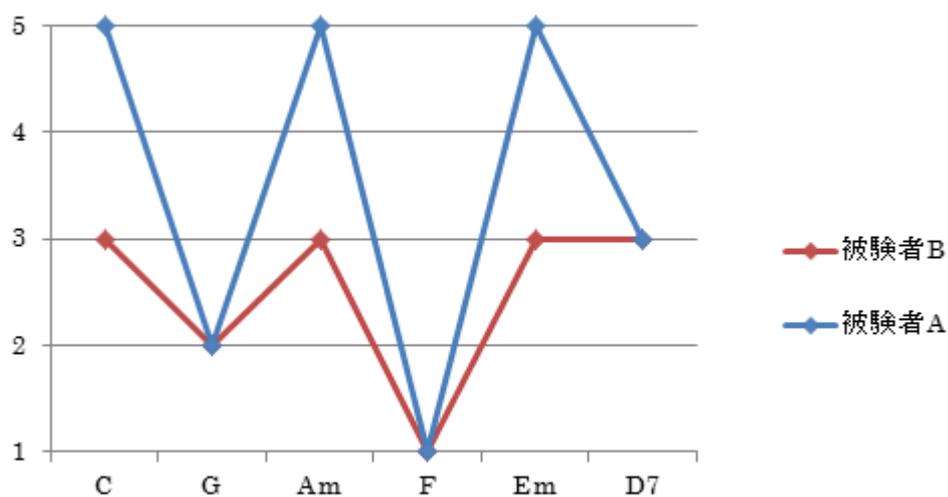


図 5-2 段階ごとのモチベーションの推移

5.5 考察

実験の結果, F コードのような, 特に高い技術的困難さがモチベーションの低下を招くことがわかった. 一方, F より後の演奏補助減算段階においては練習者のモチベーションが上昇している. ここから, 新規に与えられる課題が容易なものであれば, モチベーションは高く保たれる見込みがある. そこで, 例えばコードに必要な指全てではなく, 最初は人指し指だけを正しく押さえていけば次の段階へ進ませる, といった様に, 1 つのコードに対してもさらに細分化する形で演奏補助を減算していく改善を提案する. 必要とする努力量の段階を平滑化することで, 練習者のモチベーションの維持に貢献できるのではないかと考える.

今回の実験では, ユーザーの技術量を定量化していなかった. 減算段階を進めるタイミングが被験者の感覚に拠っていたために, 課題が増えたことによって, 課題それぞれについて練習者自身の技術量の見極めが難しくなっていたと思われる. そのため, ユーザーは段階を進めるごとに具体的な目標を持つことができず, F コードの習得について妥協していたおそれもある.

第 6 章

実験 2

6.1 実験の目的

実験 1 によって、通し演奏による練習モチベーションの向上が部分的に示唆されたが、課題が過剰に困難であればモチベーションが下がることも示唆された。この対策として、習得困難であると考えられるコードについて、そのコードを分解することで段階ごとに必要とする技術量を削減し、モチベーションの低下を防止する手法を考案した。

実験 2 では、このよりなだらかな減算手法を取り入れた上で、技術の向上を確認するための指標を設けた実験を行う。この指標とは、楽曲全体の内、どれほどの時間コードを正しく押さえられていたかの時間である。

6.2 被験者と練習内容

実験 2 での被験者は、実験 1 同様、ギター演奏技術をほとんど持たない者 4 名を対象とする。被験者はそれぞれ被験者 C、被験者 D、被験者 E、被験者 F とする。実験 1 での被験者 A と被験者 B は、既にギターの演奏技術を得ているはずなので、ここでは実験対象としない。

被験者には、2 種類の楽曲のサビ部分を練習させる。これら 2 種類の楽曲はそれぞれ、スピッツの「空も飛べるはず」と、同じくスピッツの「チェリー」を設定した。本項では「空も飛べるはず」を楽曲 X、「チェリー」を楽曲 Y とする。楽曲 X、楽曲 Y は、同じ程度の難易度の楽曲とされている[14][15]。

F コードについては、実験 1 における調査から、モチベーションの維持のために補助の減算段階を緩やかにする必要性が示唆された。そこで、F コードの補助の減算を 3 つに分けた。この 3 つの段階は図 6-1 の通り、それぞれ F1 コード、F2 コード、F コードとしている。図 6-1 の、赤い点で示した部分が、減算ごとに押さえるべきポジションである。演奏練習中、被験者に F1 コードを押さえる技術を求めている時には、F1、F2、F コードのいずれかを押さえている場合に、弦を弾くと F コードの音が発音される

ようにした. F2 コードを押さえる様に要求している時には, F2 か F のいずれかが押さえられていなければ F の音が発音されない. 練習モードの曲を進行させる条件としても, ポジションに同様の条件付けを行った.

また, 楽曲 X, Y に設けたそれぞれの段階は, 楽曲 X については表 6-1, 楽曲 Y については表 6-2 の通りである. 被験者には, 被験者自身が人前で演奏することができると感じる程度まで各曲を練習してもらおう.

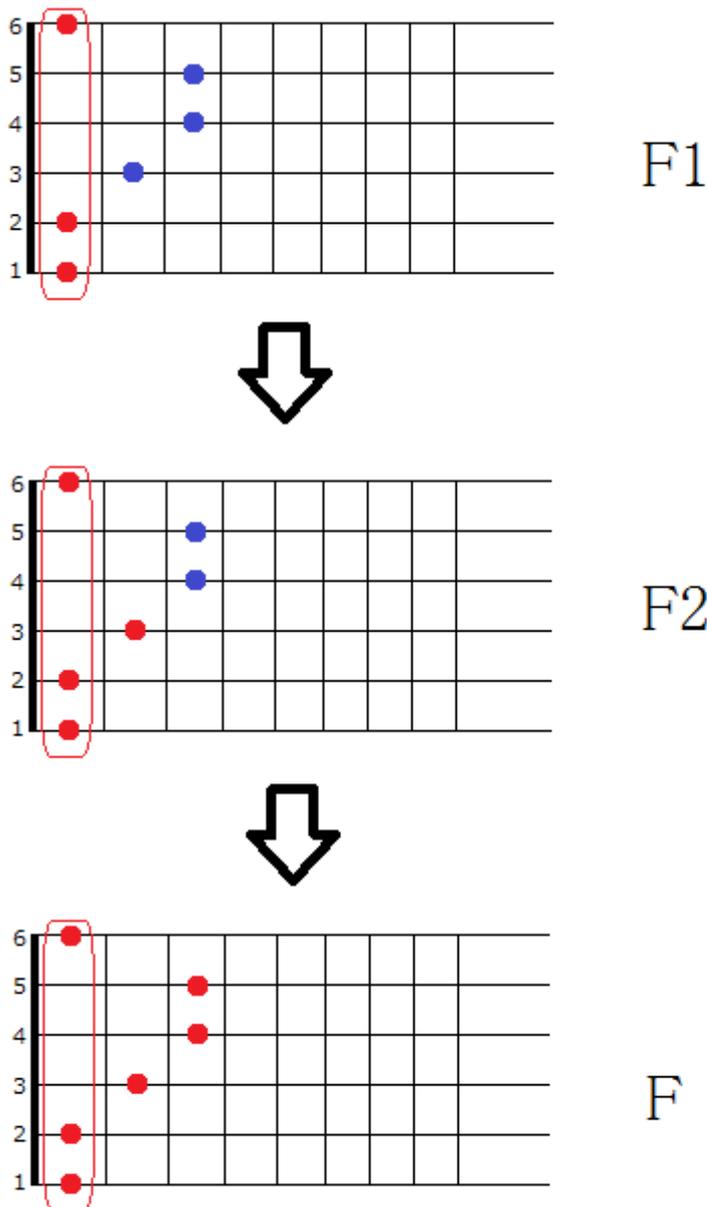


図 6-1 F コードの演奏補助減算段階

表 6-1 楽曲 X の減算段階

練習段階	自力で押さえるコード
第1段階	C
第2段階	C+G
第3段階	C+G+Am
第4段階	C+G+Am+F1
第5段階	C+G+Am+F2
第6段階	C+G+Am+F
第7段階	C+G+Am + F+Em
第8段階	C+G+Am + F+Em + D7

表 6-2 楽曲 Y の減算段階

練習段階	自力で押さえるコード
第1段階	Am
第2段階	Am+G
第3段階	Am+G+F1
第4段階	Am+G+F2
第5段階	Am+G+F
第6段階	Am+G+F+C
第7段階	Am+G+F+C+Em

6.3 実験方法

まず、楽曲 X, Y をどの程度把握しているかに関し、事前にアンケートを採った。事前アンケートの結果を、表 6-3 に示す。この評価は、サビ部分が鼻歌で通することができるレベルを 5 とし、全くわからないレベルを 1 としている。被験者 E, F については楽曲 X, Y 共に問題なく把握しているとの回答を得たが、被験者 C については X, Y 共に曖昧に記憶していて、被験者 D は楽曲 Y のみ記憶できていないとの回答を得た。そこで、被験者 C, D については、練習に移る前に楽曲が把握できるようになるまで楽曲 X, Y を聴かせた。

次に、基礎的なギター演奏方法、プログラムの操作方法、楽曲 X, Y の減算段階についてデモンストレーションを交えながら説明した。楽曲 X と Y には、減算的な演奏補助を利用したシステムと、利用しないシステムの両方を用意する。被験者に使用させるシステムの割り当ては、表 6-4 の通りである。その後、被験者には個人での練習に移らせる。練習する楽曲、練習する時間は被験者に一任した。ただし、楽曲、段階、モードの組み合わせをなるべく 1 度は練習するように要求した。

それぞれのシステムが使用された時間、各システムの使用回数、正しいコードが押さえられるまでの時間、楽曲全体の内、正しくコードを押さえられている時間の割合の値(ポイント)を、プログラムによって計測する。システムが使用された時間は、通し演奏の練習を開始するたびに計測も開始し、通し終わるたびに計測を中断する形を採っている。純粋な「システムを用いて練習した時間」を計測するために、一度練習をスタートさせた場合には、必ず 1 曲通して練習するように要求した。「減算的な演奏補助」以外のモチベーションに影響する要素はなるべく排除するために、練習回数とポイントのデータを被験者に対して開示しない。使用機材については、図 6-5 に示す。

表 6-3 事前アンケート結果

楽曲をどの程度把握しているか	被験者 C	被験者 D	被験者 E	被験者 F
楽曲 X(5 段階)	3	5	5	5
楽曲 Y(5 段階)	3	2	5	5

表 6-4 被験者別システム割り当て

	被験者 C	被験者 D	被験者 E	被験者 F
楽曲 X	減算的演奏補助装備		演奏補助なし or 完全な演奏補助	
楽曲 Y	演奏補助なし or 完全な演奏補助		減算的演奏補助装備	

表 6-5 使用機材一覧表

MIDI ギター	YAMAHA EZ-AG
MIDI 音源	YAMAHA EZ-AG 内蔵品
スピーカ	YAMAHA-EZ-AG 内蔵品
USB-MIDI インタフェイス	YAMAHA UX-16
PC	DELL Vostro2520 ラップトップ OS: Windows 7 64bit CPU: Intel core i5 2430M (2.4GHz) メモリ: 4GB

6.4 実験結果と分析

6.4.1 練習回数と練習時間

被験者ごとの、課題楽曲の練習時間合計と練習回数を、表 6-6 に示す。いずれの被験者も、減算的演奏補助を用いた練習が行える楽曲を練習した回数が多く、練習時間も長い。さらに被験者全てが、まず減算的演奏補助を用いる練習をひと通り終えた後に、減算的な演奏補助を用いない練習を行っていた。習回数と練習時間に対し、提案システムと比較システムとの間に有意差があるか、t-検定を行った。練習回数に関する検定結果を表 6-7 に、練習時間に関する検定結果を表 6-8 に示す。検定の結果、練習回数については有意差が認められなかったが、練習時間については 5% 水準で有意差が認められ、提案システムを用いて練習する時間が有意に長いことが示された。

表 6-6 被験者ごとの、課題楽曲の練習時間合計と練習回数

	システム(楽曲)	練習回数(回)	練習時間(ms)
被験者 C	提案システム(楽曲 X)	65	5577496
	比較システム(楽曲 Y)	11	426602
被験者 D	提案システム(楽曲 X)	127	7193051
	比較システム(楽曲 Y)	4	175493
被験者 E	提案システム(楽曲 Y)	274	10799933
	比較システム(楽曲 X)	10	513480
被験者 F	提案システム(楽曲 Y)	34	3024378
	比較システム(楽曲 X)	11	1086686

表 6-7 システム使用回数の t-検定結果

	提案システム練習回数	比較システム練習回数
平均	125	9
分散	11362	11.33333
観測数	4	4
自由度	3	
t	2.16510625	
P(T<=t) 両側	0.11900241	

表 6-8 システム使用時間の t-検定結果

	提案システム練習時間	比較システム練習時間
平均	6648714.5	550565.25
分散	1.06E+13	1.483E+11
観測数	4	4
自由度	3	
t	3.4920812	
P(T<=t) 両側	0.0397071	

6.4.2 練習の効果について

練習の効果については、ポイントを参考にする。練習中におけるシステムとモードごとの最も高いポイントをハイスコアとし、表 6-9 に示した。ただしこのハイスコアの値については、F コードの分解された形である F1 コードおよび F2 コードを押さえる技術を要求している段階のものは扱わない。これは、F1、F2 コードを習得させる段階において、F1 か F2 を押さえている時間も“正しく押さえている時間”としてポイントに加算しているためである。F1 コードと F2 コードは、実際の楽曲では用いられるコードではなく、よって F1 コードと F2 コードを押さえる段階のポイントが高くとも、楽曲の再現率の高い演奏ができていたと考え難い。

パフォーマンスモードにおける各システムのハイスコアは、全ての被験者において提案システムを用いたものの値が大きくなっている。練習モードについては、被験者 C については僅かに比較システムが上回る結果となった。その他の被験者についても、パフォーマンスモードほどの差が生じなかった。

このハイスコアについても t 検定を行った。パフォーマンスモードについての検定結果を表 6-10 に、練習モードにおける結果を表 6-11 に示す。検定の結果、パフォーマンスモード使用時には 1%水準で有意差が見られ、提案システムの方がポイントが有意に高いことが示されたが、練習モード使用時には有意差が見られなかった。

表 6-9 練習中におけるシステムとモードごとのハイスコア

	システム(楽曲)	ハイスコア	
		パフォーマンスモード	練習モード
被験者 C	提案システム(楽曲 X)	19.12%	42.63%
	比較システム(楽曲 Y)	8.28%	43.31%
被験者 D	提案システム(楽曲 X)	25.21%	32.96%
	比較システム(楽曲 Y)	18.29%	25.07%
被験者 E	提案システム(楽曲 Y)	19.15%	40.90%
	比較システム(楽曲 X)	9.41%	37.55%
被験者 F	提案システム(楽曲 Y)	11.42%	27.74%
	比較システム(楽曲 X)	4.02%	37.71%

表 6-10 パフォーマンスモードにおけるハイスコアの t-検定結果

	変数 1	変数 2
平均	1872.5	1000
分散	319183	359303.3333
観測数	4	4
ピアソン相関	0.949993	
仮説平均との差異	0	
自由度	3	
t	9.319831	
P(T<=t) 片側	0.001308	
t 境界値 片側	2.353363	
P(T<=t) 両側	0.002615	
t 境界値 両	3.182446	

表 6-11 練習モードにおけるハイスコアの t-検定結果

	変数 1	変数 2
平均	36.0575	35.91
分散	48.47429	59.3984
観測数	4	4
自由度	3	
t	0.038819	
P(T<=t) 両側	0.971473	

6.5 考察

減算的な演奏補助を用いた練習方法が、優先的に用いられた。練習時間についても、提案システムは比較システムに対して長い時間使用され、さらに、使用された時間の合計から有意差が認められた。ここから、ギター演奏練習の初期段階において、減算的な演奏補助が練習者のモチベーションに対して有効であること可能性が示唆された。

練習の効果については、練習モードにおける比較では、あまり差が見られなかった。この原因には、楽曲間で使用されるコードの大部分が共通であることが考えられる。実験2では、被験者は比較システムの練習を行う前に、比較システムにて使用されるほとんどのコードを押さえる能力を提案システムで身につけてしまっている。各楽曲に全く別のコードが使用されていたならば、結果も大きく変化したと思われる。一方で、パフォーマンスモードにおける練習効果に有意差が見られたのは、使用されたコードの多くが共通でありながらも、コードチェンジの種類が大きく違ったためであると考えられる。コードチェンジの技術については、少なくとも練習の効果が認められると考えられる。

今回の実験では、提案システムが比較システムより優先して練習に用いられた上、提案システムと比較システムで使用されるコードが共通であった。結果、比較システムを用いた練習は、既に習得済みのコードを用いる形となり、難易度が低くなるため、練習時間も短くなりがちとなる。被験者の練習モードにおける演奏の自信が、演奏練習の終了に対する契機となっていたと仮定すると、今回の実験によって得られた練習時間合計とモチベーションの関係については、信頼性に疑問が残る。全く異なるコードを利用した、演奏難易度の変わらない楽曲を用いた実験を行うことが望ましいと思われる。

第7章 おわりに

7.1 まとめ

ギターの演奏に興味をもって楽器を手にしても、演奏の「練習」を経なければギターを演奏できないというジレンマが存在する。このジレンマの存在によって、練習のモチベーションを保てないおそれがある事を、本研究の問題点として設定した。この問題点に対して先行研究を調査した所、ギターの練習を支援するシステムや、演奏補助システム、段階的な演奏練習といった先行研究を見つけることができた。これらの先行研究は、単体で本研究における問題点を解決することができないが、組み合わせることで問題点の解決が図れると考えた。そうして導いた手法が、演奏補助と段階的な練習を組み合わせ、「減算的な演奏補助」である。演奏補助はユーザーの演奏技術を補い、演奏感をユーザーに与えるために用いるが、この演奏補助を徐々に削除することで、同時に段階的に練習に取り組ませることも可能となるはずである。この手法を実用化するために、システムの構築を行った。システムの構築を行うにあたり、MIDI 信号の是正や、画面 UI 上で課題を示す事を目的としたプログラムの作成を行った。

構築したシステムを使用した練習を被験者に行わせる実験(実験 1)を行った。実験 1 の目的は、実際に提案システムがモチベーションに寄与するかの確認である。モチベーションについては被験者に対して採ったアンケートの値を参考とした。結果、減算的な演奏補助がモチベーションに寄与する可能性こそ示唆された。しかし、F コードを押さえる演奏補助の減算段階においてで、極度のモチベーション低下が見られた。

これを解決するために、F コードを押さえる技術を 3 つの段階に分解し、徐々に F がコードを習得させる手法を考案した。システムに F コードの減算的補助を取り入れ、再び実験(実験 2)を執り行った。実験 2 では、減算的な演奏補助の効果に対し焦点を当てるため、減算的な演奏補助が搭載されたシステムを用いた練習と、完全な演奏補助を行うか演奏補助を一切行わないシステムを用いた練習を自由に行わせ、比較する形を採った。比較するデータは、一回の練習における正確にコードを押さえている

時間の割合の最高値と、それぞれのシステムを用いた時間、および回数とした。観測結果から、減算的な演奏補助を用いた練習が優先的に、且つ長い時間行われたことがわかり、減算的な演奏補助がモチベーションに寄与する可能性がやはり示唆された。

7.2 今後の課題と展望

本稿における被験者の人数は、2 度の実験を合わせても 6 人と少ない。より被験者を多く揃えることで、データの信頼度を上げることができると思われる。演奏技術の定量化についても課題である。演奏時間中の、正しくコードを押さえられている時間の割合だけを見たのでは、コードチェンジが増える度に値を安定して上昇させることが難しくなる等の問題が残った。しかし、練習者がどの程度技術を持っているかについては、コードチェンジの速度と回数、正しく押さええている時間の長さなど、複雑な要素が絡み合うため、定量化することは非常に難しいとも考えられる。また、実験 2 で用いた楽曲のコードが、提案システムと比較システムで重複していたために、減算的な演奏補助を用いた練習が減算的な演奏補助を用いない練習と比較して、効率的か否か明確にできない等の課題が残った。この課題については使用するコードが一切異なりながら演奏難易度が同一である楽曲を揃えることで、より正確なデータが採れる見込みがある。本稿でコードを参考とした書籍[14][15]において、簡易かつ同程度の難易度とされる曲の中に、コードの重複しないものはなかった。より深く楽譜とその難易度について調査する必要がある。

実験の中で、提案手法と組み合わせる事が可能で、よりモチベーションに寄与させる事が期待できるアイデアが、被験者からいくつか提案された。例えば、カラオケのように練習者の受け持つ楽器以外の音声を流すというものや、楽曲の進行速度を自由に設定できる様にするといったものである。また、先行研究調査のなかでも、幾らかのアイデアが得られた。尾崎によると、技術に対する点数の表示が練習に効果的であるという[16]。本稿では、減算的な演奏補助の効果を重点的に扱うために、あえてカラオケ機能や BPM の可変機能については触れなかった。今後は、こうした「減算的な演奏補助」と組み合わせ可能な機能を搭載したシステムの開発と、そのモチベーションに対する効果の調査も継続していきたい。

謝辞

本研究につきまして、主指導教員の西本一志教授から、大変熱心なご鞭撻、ご助言を賜り、また、これに大変多くの時間と労力を割いていただきました。また論文執筆につきましても、丁寧な助言を幾度となくいただきました。本研究は西本一志教授のご指導なくして成立するものではありません。本当にありがとうございました。

小倉加奈代助教授からも、多くの御助言、御菓子を賜りました。ありがとうございました。また、研究を進めるにあたって、西本研究室の皆様には大変お世話になりました。特に、本研究を進めるにあたって、プログラムの作成や実験等を始めとして、公私にわたって非常にご助力頂いた横山裕基さんには、深くお礼を申し上げます。

他の研究室の方々を含め、実験を進める中で快く協力していただきました皆様に、心より感謝いたします。

最後になりましたが、本研究を進める中で、精神的に支えてくれたかけがえのない友人達に、ここに謝意を表します。

参考文献

- [1] 坂根裕古, 屋裕章, 竹林洋一, ウェアラブルナレッジを用いた楽器演奏支援システム, 情報処理学会インタラクシオン 2003, 2003.
- [2] Jeff Schwartz, Writing Jimi: Rock Guitar Pedagogy as Postmodern Folkloric Practice. *Popular Music*, Vol. 12, No. 3, pp. 281-288, 1993.
- [3] 尾崎昭剛, 佐倉 卓馬, 原尾政輝, 演奏習得支援システム構築のための演奏解析アルゴリズム, The 19th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, pp1-2, 2005.
- [4] Karjalainen Matti, Mäki-patola Teemu, Kanerva Aki, Huovilainen Antti, Virtual Air Guitar, *JAES Volume54 Issue 10*, pp.964-980, 2006.
- [5] Owen Vallis, Jordan Hochenbaum, Ajay Kapur, A Shift Towards Iterative and Open-Source Design for Musical Interfaces, *Proceedings of the 2010 Conference on New Interfaces for Musical Expression*, 2010.
- [6] KAOSILATOR, <http://www.korg.co.jp/Product/Dance/kaossilator/>, (2012/01/21 参照).
- [7] Cabral G., Zanforlin I., Lima R., Santana H., Ramalho G., Playing along with D'Accord Guitar, *Procs. of the 8th Brazilian Symposium on Computer Music*, 2001.
- [8] 大島 千佳, 宮川 洋平, 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 2001, pp.69-74, 2001.
- [9] Chika Oshima, Kazushi Nishimoto, Masami Suzuki: Family ensemble: a collaborative musical edutainment system for children and parents, *Proceeding MULTIMEDIA '04 Proceedings of the 12th annual ACM international conference on Multimedia*, pp. 556-563, 2004.
- [10] YAMAHA EZ-AG, <http://www.yamaha.co.jp/ez/product/ez-ag/>, (2012 年 11 月 1 日参照).
- [11] 伊藤 直樹, 西本 一志, 吟たあ: ギター型インタフェイスによる弾弦併用型 Voice-to-MIDI システム, 情報処理学会研究報告 2008(127), 53-58, 2008.

- [12] 大島千佳, 伊藤直樹, 西本一志, 苗村昌秀, 楽曲の技術的な敷居を低くする手法の開発に向けて, 情報処理学会研究報告, エンタテインメントコンピューティング 2006(24), pp.57-64, 2006.
- [13] Marco Paleari, Benoit Huet, Antony Schutz, Dirk Slock, A MULTIMODAL APPROACH TO MUSIC TRANSCRIPTION, Image Processing ICIP, 15th IEEE International Conference on, pp.93-96, 2008.
- [14] ヤマハムックシリーズ 128 ゴー！ゴー！ギターリクエスト 即弾 150!!!, ヤマハミュージックメディア, pp. 154, 2012.
- [15] ヤマハムックシリーズ 128 ゴー！ゴー！ギターリクエスト 即弾 150!!!, ヤマハミュージックメディア, pp. 155, 2012.
- [16] 尾崎昭剛, 演奏習得支援システム構築のための演奏解析アルゴリズム, The 19th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, pp.1-2, 2005.

発表論文

- [1] 米田圭志, 横山裕基, 小倉加奈代, 西本一志, 減算的な演奏補助で練習継続意欲を保つギター演奏習得補助システム, 2012.2.18～2012.3.17, インタラクシオン 2013, 日本科学未来館 (発表予定).