

## ギターコード演奏における最適押弦位置決定システム

三浦 雅展† 江村 伯夫‡ 柳田 益造‡  
Masanobu MIURA Norio EMURA Masuzo YANAGIDA

## 1. まえがき

ギター演奏において、コード演奏は最も基本的な演奏形態であるが、多くの人がこのコード演奏を練習する段階で挫折してしまう。本研究では、ギター初心者を対象として、コード演奏練習をより簡単にするため、与えられたコード進行に対して押さえやすさを最優先したコードフォーム列を出力するシステム YG(You are never afraid of a Guitar)を提案する。

## 2. 最適コードフォーム列の決定方法

与えられたコード進行に対して押弦可能な全てのフォームを各和音について列挙した上で、コード進行上での各コードフォーム間の移行についても考慮し、最適なコードフォーム列を決定する手法を提案する。2.1 でコードを孤立演奏する場合の押弦可能なフォームを列挙する方法について、2.2 でコードを連続演奏する場合に負荷の少ないフォームを決定する方法について述べる。

## 2.1 全検索からの押弦可能なコードフォームの絞り込み

## a 全検索からの押弦可能コードフォームの絞り込み

押弦可能なコードフォームを全列挙するために、まず各コードに対し人間が押弦可能かどうかにかかわらず全てのコードフォームを検索する。すなわち、ギター指板上の押弦位置の全組み合わせを探索する。その中から、ギター演奏上で音楽的な要素を満たしているか(例えば「四和音の場合、5度音以外の音を全て含む」など)どうかを検定するための条件を定めたルール"rule C", 及び人の指の物理構造上、押弦が可能であるかどうかを検定するための条件(例えば「1本の指でフレットを越えて複数の弦を押弦しない」など)を定めたルール"rule F"を適用して絞り込むことにより、押弦可能なコードフォームの決定を行う。なお、今回対象とするコードの種類は"M", "m", "7", "M7", "m7"の5種類で、計60(5×12)通りである。

## b 絞り込み結果

対象とする60通りのコードについて存在し得る全てのコードフォームから前述のrule C及びrule Fを適用し、最終的に押弦可能なコードフォームを絞り込んだ結果を表1に示す。また、市販のコードブック4冊[1~4]について対象とする60種類のコードを調査した結果、全コードに対するフォームの合計値は432であった。つまり、単一コードに対して平均約7通り(最大11, 最小5)のコードフォームが記載されていることになる。コードブックを調査した結果については、さらにrule Cに合格したコードフォーム数の平均値も調査した。この結果を表1に示す。表1より、全検索によって探索されるコードフォーム数がコードブックに記載されているものより多く、負荷の少ない演奏のための-押弦位置決定には、検索漏れを防ぐために全検索を行う必要があることが明らかになったといえる。

† 龍谷大学理工学部 情報メディア学科

‡ 同志社大学 工学部 知識工学科

表1 単一コードに対するコードフォーム数の比較

	提案法	コードブック
"rule C"	約 8.5 ( $\sigma=6.4$ )	約 2.2 ( $\sigma=1.2$ )
"rule F"	約 4.3 ( $\sigma=3.7$ )	※

※"rule F"は押弦指に関する情報であるが、コードブックには押弦指の情報がないため、コードブックでの"rule F"による絞り込みは調査不能である。

## 2.2 最適コードフォーム列の決定

2.1 では各コードについて押弦可能なコードフォーム、を列挙した。ここでは、それらの中からコード列演奏における"コードチェンジ"(異なるコードフォームへ移動すること)の際に生じる様々な負荷を考慮した上で最適押弦位置を決定する。

## (a) コードフォームのローポジション化

本手法では、コードチェンジ時に生じる手首の移動量を最小限に抑さえるための基準として、「コードフォームのローポジション化」を設定する。これは、押弦位置を決定する際に複数存在するコードフォーム候補群のうち、押弦位置がギターのヘッドに最も近いものを選択する手法で、これによりコードチェンジ時の手首の移動量が減少し、また開放弦の使用頻度が高くなるため、演奏者の負担を軽減することが期待できる。

## (b) コード演奏時に生じる負荷項目とその相対重みの推定

コードチェンジ時に左手の負荷となり得る項目を列挙した。それらを表2に示す。ここで、それぞれの負荷の程度を表す相対重み(表2内の $x_1 \sim x_{32}$ )の値を推定するために、以下のモデルを導入する。

$$Wx = y \quad (1)$$

行列 $W$ は、演奏に要求される各コードフォーム(行)に対して各負荷項目がいくつ含まれるかを示している。また $y$ は、各コードフォームに対して演奏した時の失敗した弦の本数を示す $y$ を多数とって、ベクトルにしたものである。例えば、与えられたコードフォームで演奏する際の鳴るべき弦が6本でそのうち4弦しか鳴らなかったら" $y=2$ ", 鳴るべき弦が5本(1本はミュート)でそのうち1本も鳴らなかったら" $y=5$ "となる。鳴るべき弦がすべて撥弦されたときは成功で" $y=0$ "となる。また、ミュートするべき弦が鳴ってしまった場合、その弦は失敗となる。各コードフォームに対しての演奏の成功判定を示している。 $x$ の最小二乗推定値 $\hat{x}$ は、

$$\hat{x} = (W^T W)^{-1} W^T y = W^+ y \quad (2)$$

として求められる。ただし、 $W^+$ は $W$ の最小二乗型一般逆行列である。 $x$ の最小二乗解 $\hat{x} = (\hat{x}_1, \hat{x}_2, \dots, \hat{x}_{32})^T$ の要素の値は、表2の対応する各項目の負荷量の相対値であり、値が大きいほど演奏者にとって演奏困難であることを意味する。なお、 $\hat{x}$ は奏者の熟達度や癖に依存すると考えられる。奏者が練習する際には、YGは奏者にいくつかのコードフォーム列を与え、その演奏結果から $\hat{x}$ を奏者別に求めることで奏者の苦手内容を推定することが可能となる。

## (c) 最適コードフォーム列の決定

(b)で得られた  $\hat{x}$  から、コードチェンジにおける隣接和音間の負荷値の合計 (総負荷) を評価関数とし、それが最小となるものをコード列演奏における"最適コードフォーム列"と決定する。

表2 各負荷項目とその相対重みの設定

ID	-	ind.	mid.	rng.	lit.
1	# of required fingers	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
2	wriste movement	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$
3	finger movement across strings	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$
4	adding n fingers	$n \times x_{13}$	$n \times x_{14}$	$n \times x_{15}$	$n \times x_{16}$
5	Using little finger	-	-	-	$x_{17}$
6a	Ceja using 2 strings	$x_{18}$	$x_{19}$	$x_{20}$	$x_{21}$
6b	Ceja using 3 strings	$x_{22}$	$x_{23}$	$x_{24}$	$x_{25}$
6c	Ceja using 4 strings	$x_{26}$	-	-	-
6d	Ceja using 5 strings	$x_{27}$	-	-	-
6e	Ceja using 6 strings	$x_{28}$	-	-	-
7	Pressing strings within the same fret region	$x_{29}$	$x_{30}$	$x_{31}$	$x_{32}$

ind.:index, mid.:middle, rng.:ring, lit.:little,

### 3. YG の性能評価実験

構築したシステムの動作を評価するために、コードブックに記載されている押弦位置と、YG の出力押弦位置を、実演奏データの解析によって比較する。

#### 3.1 実験方法

本実験では、ギター演奏に関する初心者2名(B1,B2)と比較対象として中級者3名(M1,M2,M3)も被験者とした。被験者に YG 及びコードブックによって得られた和音数3~5個の連続したコード進行計9パターンをランダムに呈示し、MIDIギター(Fender Roland-Ready Strat)を用いて演奏を記録した。演奏では、1つのコードで最低2秒間音を持続させ、その時間を含む8秒間のインターバルでコードチェンジを行ってもらった。記録された演奏データより、演奏成功率を測定した。押弦成功率の評価は以下のように行った。呈示された各コードに含まれる音で、発音されなかった数(欠落)を  $k$ 、各コードに含まれない音で、発音された数を  $m$  (余剰)、コード演奏時間とコードチェンジに要する時間の和を  $t$  として、判定基準を

$$k + m \leq 2 \text{ かつ } t \leq 8 \text{ (sec)} \quad (3)$$

と定め、判定基準を満たした試行数より、押弦成功率  $S(\%)$  を次のようにする。

$$S = \frac{\text{判定基準をみたした試行数}}{\text{全試行数}} \times 100 \quad (4)$$

#### 3.2 相対重みの設定

本実験では複数の熟達したギタリストが判断したヒューリスティックな値  $x_E$  を相対重みとして設定した。 $x_E$  から得られたコード演奏の総負荷と初心者2名(A1,A2)の押弦成功率との関係を図1に示す。横軸は総負荷、縦軸は押弦成功率を表す。図1より、初心者2名については総負荷と押弦成功率の負の相関がある程度認められた( $r_A = -.77, r_B = -.79$ )。これより  $x_E$  の値については初心者に限定すればある程度の妥当性が確認できた。近々、 $x_E$  を  $\hat{x}$  におきかえる予定である。

#### 3.3 実験結果

YG 及びコードブックによるコードフォームを用いた実験結果を図2に示す。横軸は被験者で、縦軸は9種のコード進行に対する平均成功率を表す。 $t$ 検定の結果、被験者5名の中で被験者 B2 のみが YG の出力結果の方がコードブ

ックよりも演奏し易いことが確認できたが、他の被験者については、危険率5%未満の有意水準では有意差が見られなかった。ただし、中級者を含む被験者全員について、コードブックよりも YG によるコードフォームの方が演奏し易いという共通の結果が得られた。このことより、YG の出力結果はコードブックに比べて演奏しやすい、すなわち最初にコード演奏の練習をするのに適したものであることが確認できた。

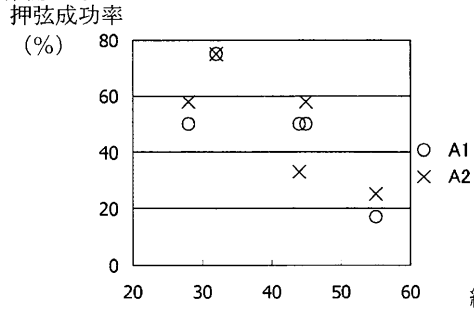


図1  $x_E$  によるコード進行の総負荷と押弦成功率の関係

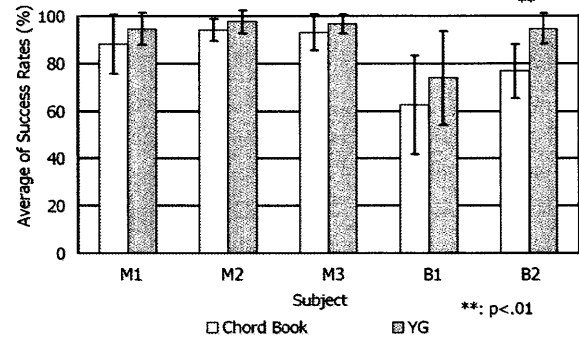


図2 コードブック及び YG のコードフォーム系列における被験者別押弦成功率の比較

### 4. まとめと今後の課題

本論文では、押さえやすさを最優先したコードフォームを出力するシステム YG を提案し、実演奏による実験によってその有用性を検討にした。その結果、YG が出力するコードフォーム列はコードブックに比べて演奏が容易で、コード演奏練習の最初の題材にふさわしいことを確認した。今後は負荷項目に対する相対重みの推定を行ない、相対重みの奏者間での多様性を調査する予定である。また YG を様々な種類のコードに対応させ、さらにユーザインタフェースの改修などを行う予定である。

謝辞 本研究の一部は、文科省科研費 若手 B (16700154)、龍谷大学 HRC 第2プロジェクト、および同志社大学フロンティア事業の援助を受けた。

参考文献

- [1] ザ・ギターコードバイブル, ヤマハミュージックメディア (1988).
- [2] swingo 高橋他: これでOK! ギターコードの押さえ方, 音楽之友社(2001).
- [3] 塚本慶一郎他: ギター・コード・ブック, リットーミュージック(2000).
- [4] 比羽歩他: 絶対使うエレキ・コード・ナビ, 中央アート出版 (1996).