

楽曲聴取時のビートカウント能力評価システムの開発

南 和宏^{*1}, 北村 尊義^{*2}, 泉 朋子^{*3}, 仲谷 善雄^{*2}

Development of an evaluation system measure ability to count beats of music

Kazuhiro Minami^{*1}, Takayoshi Kitamura^{*2}, Tomoko Izumi^{*3} and Yoshio Nakatani^{*2}

Abstract: There are various abilities about music such as the ability to distinguish between high pitch and low pitch. Previous researchers have developed various tests to measure them. In case of DJ, the ability to find first beat of the first bar and accurately counting beats is important. This ability cannot be measured by the music aptitude test which is developed by previous researchers. In this research, supporting to improve the ability is our goal. Therefore, we develop evaluation metrics to check whether the ability has improved by the support. In our previous research we got some knowledge what kind of song is difficult to count beats when DJs play. We create songs using that knowledge. Finally, we develop metrics for ability to count beats by using songs we created.

Keywords: Counting beats, Evaluation metrics, Musical skill, Learning support, DJ

1. はじめに

DJ プレイやダンスを行う際に、楽曲を聴きながら 1 小節目の 1 拍目を見つけ出し、正確にカウントを取る能力は重要とされている。本研究ではこの能力を「ビートカウント能力」と定義する。多くの楽器演奏者は楽譜を用いて演奏を行うため、小説や拍の知識や感覚は演奏や読譜を繰り返すうちに自然と身についていく。しかし、DJ プレイやダンスなどの、楽譜を使用せず、音楽に合わせてパフォーマンスを行う分野では、意識して訓練を繰り返さない限りこの能力を身につけることは困難である。実際に DJ プレイにおいては、ビートカウント能力を身につける事は教示する側、学習する側の両面で最も困難な点であることが分かっており^[1]、そのための学習システムも十分に開発されていない。

本研究では、ビートカウント能力を習得する学習システムを構築するために、学習効果計測のためのビートカウント能力評価システムを提案・開発することを目的とする。

2. 関連研究

2.1 音楽能力テスト

人が音を聴取する能力には様々な種類が存在し、それらの能力の度合いも個々人で大きく異なるとされている。例えば、2 つの音の高さの違いを正確に聞きわける能力や、音の強弱を聞きわける能力、一定の間隔で繰り返される音を聞き取り再表現する能力

などがあり、これら全てにおいて個人差が存在する。この個人差を測るテストは、18 世紀前半から存在しており、個人の音楽的な才能を評価することなどを目的に開発されてきた^[2]。その中から代表的なテストを以下にあげる。

● シーショア音楽才能テスト

音高、強度、リズム、時間、音色、音記憶のそれぞれの能力を計測するテストである。それぞれが、対になる音の違いを判断するものであり、音高ならば 2 音の高さ、強度ならば 2 音の強さの違いを見つけ出す内容となっている^{[3][4]}。

● ドレイク音楽適性テスト

音記憶、リズムに関する能力を計測する。音記憶のテストは繰り返し演奏されるメロディの変化を見つけ出すもの、リズムは、混乱させる拍に惑わされずに拍を数え続けるものとなっている^[5]。

● ウィング音楽的知能標準テスト

音高、記憶、リズム、ハーモニーの観点から対となる音の違いを回答するテスト^[6]。

● ゴードン音楽適性テスト

テンポテストと拍子テストがあり、それぞれ、40 項目のメロディが呈示され、テンポが変化したか、拍子が変わったかを判断させる内容となっている。ゴードン音楽適性テストは最も主流とされているテストであり、多くの研究に使用されている^{[7][8]}。

● 音研式幼児音楽適性テスト、小学校用音楽能力診断テスト

海外の研究者によって電子音を用いて開発されたテストと異なり、ピアノや電子オルガン等、馴染みのある音で構成されていることが特徴である。4 才から 7 才を対象としており、内容は、強弱、リズム、音高、音色、和音それぞれの観点から違いを判断させるものである^{[9][10]}。

これらのテストに本研究で対象とするビートカウント能力を評価する内容のものは存在しない。

*1: 立命館大学大学院 情報理工学研究科

*2: 立命館大学 情報理工学部

*3: 大阪工業大学 情報科学部

*1: Graduate School of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

*2: College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

*3: Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology

2.2 楽曲のビートに着目した試み

大平ら^[11]はウォーキングやジョギングといった歩行・走行リズムの異なる状況に応じた再生楽曲の自動選択システムを提案している。この試みでは楽曲のビートを検出する際、Simon Dixon^[12]が構築した楽曲ビートトラッキング・可視化システム”BeatRoot”を利用している。このシステムによって検出された楽曲のビートと、加速度センサによって抽出した個人の歩行・走行リズムを同期させることで、リズムの異なる状況に応じた楽曲の自動選択を実現している。

また、後藤ら^[13]は長期にわたって音楽音響信号を対象としたビートトラッキングシステムの開発を行っている。ビートトラッキングに関する従来の研究の多くは、MIDIが対象であったのに対し、このシステムでは、打楽器の有無に関わらず、音響信号を対象とした正確なビートトラッキングを実現している。

ただし、本研究のように人がビートをカウントする能力を指標化し、支援する試みは十分ではない。

2.3 音楽分野における測定指標開発の試み

谷口^[14]は、それぞれの音楽が持つ感情的性格を統制するための尺度の提案を行うことで、音楽によって人の気分を誘導する試みにおける、各研究の統一性の無さや、選択基準の曖昧さの改善を図っている。作成した AVSM という尺度を用いて、音楽作品の感情的性格を測定することにより、音楽を用いた気分誘導効果や環境の効果の研究において、音楽材料の条件を統制することができる可能性を示している。

このように、音楽と感情の関係など、定量化することが難しい分野において、より正確な結果を得るための尺度は存在するものの、本研究のような音楽能力を測定し、習得の支援を行う試みは存在しない。

3. ビートカウント能力評価指標

南ら^[15]は、個人の持つビートカウント能力を計測するため、評価指標の開発を行っている。この評価指標は、途中から再生される楽曲を聴いて、その楽曲内の1節目の1拍目を見つけ出し、そこから正確にカウントをとるという課題を40回行い、正解数を計測することでビートカウント能力値を測るものである。その正解数によって個人のビートカウント能力を計測する仕様となっている。

3.1 作成方法

ビートカウント能力評価指標の作成方法は、図1のように、課題を作成し、実験、評価、修正を繰り返し行い、最終的に問題別正解者数、実験協力者別正解数が上位層から下位層まで均一に分散するように作成している。

3.1.1 課題楽曲制作

DJ 学習者10名の意見を踏まえながら、課題楽曲の制作を行う。なお、本指標は将来的に広く利用してもらうことを考慮し、自主制作した課題楽曲を使用している。なお本研究では、Steinberg社のCubase Artist 9.5^[16]、Native Instruments社のMaschine 2^[17]を用いて制作した。

3.1.2 評価実験

DJ 熟練者やピアノ演奏経験者をはじめとした音楽経験者から、今まで楽器の演奏経験のない音楽未経験者まで、計25名を対象として、作成した課題を実施する。また、自作楽曲の質が一般にリリースされている楽曲と同質のものであるかを判断するため、実験協力者には自作楽曲を用いた課題40問、自作楽曲と同じ条件で編集したリリース楽曲を用いた課題40問、計80問を行ってもらう。

3.1.3 正解判定

評価実験で、実験協力者に行ってもらった課題では、あらかじめ各楽曲の1小節目の1拍目を記載した正解シートを用いて正解判定を行っている。各課題の正解位置は、楽曲を編集する際に秒数で記録しており、それを正解シートにまとめている。実験者は、実験協力者の回答位置とシートの値を比較することで、正解判定を行う。

3.1.4 楽曲、指標の評価

実験の結果を受けて、課題楽曲の質、回答方法、指標の難易度のそれぞれが適切であるかどうかの評価を行う。実験協力者別の正解数、問題別の正解数それぞれで、高得点層から低得点層まで均一に分散する形を理想形とし、評価を行う。

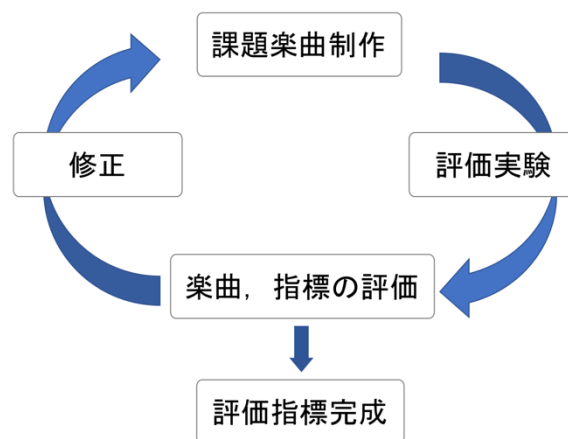


図1. 評価指標制作過程

Fig. 1. Process of making the evaluation metrics.

3.2 実験結果

実験結果を述べていく。実験協力者別の正解数(図2)、課題別の正解者数(図3)の両方で、高得点層から低得点層まで均一に分散する結果が得られている。図2は降順、図3は昇順に結果を表示している。実験協力者別の正解数に対して、「2群のテストスコアの間に差がない」ことを帰無仮説としてt検定を行った結果、有意水準5%のもと $p=0.3418$ となり、統計的に有意な差がないことが確認できている。加えて、課題別の正解者数に対して、「2群の楽曲の正解者数の間に差がない」ことを帰無仮説としてt検定を行った結果、有意水準5%のもと $p=0.3865$ となり、こちらも統計的に差がないことが確認できた。これらのこと

から、自作楽曲はビートカウント能力評価指標に使用することができると判断している。

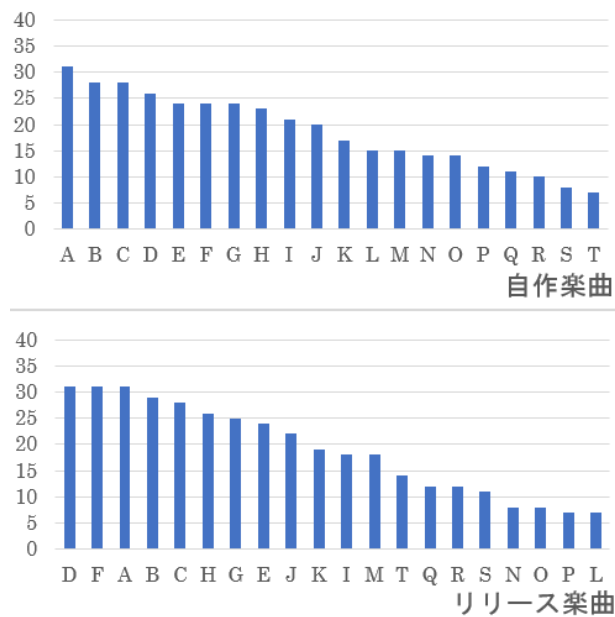


図 2. 実験協力者別楽曲正解数

Fig. 2. Number of correct answers by users

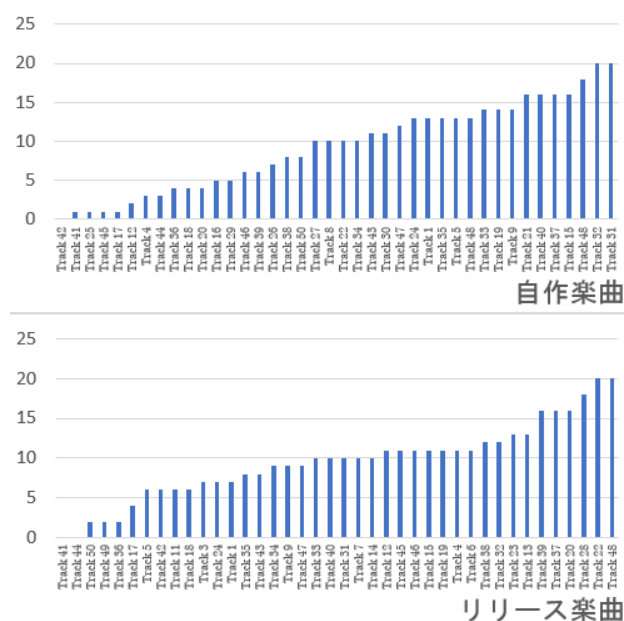


図 3. 楽曲別正解者数

Fig. 3. Number of people correct by each track

3.3 システムで用いる課題内容

実験を繰り返し行い、評価を実施することで、一般にリリースされている楽曲と同質の自作課題楽曲を 40 曲制作した。楽曲には以下の 5 種類の楽曲を用いて作成した。

- 8 小節目と 1 小節目の変化が明確な曲
- インストに変化が少なく、ボーカル主体の曲
- 小節間の曲調の変化が少ない複雑な曲
- 複数回の調査で正解率の少なかった曲

● 遅いテンポの曲

これらの楽曲群を用いて、表 1 のような 40 曲の課題を作成している。表 1 は図 3 の自作楽曲のグラフと同様の順に表示したものである。これらを用いて、ビートカウント能力評価システムの作成を行う。

表 1. システムで使用する自作楽曲 40 曲

Table 1. 40 tracks we made to create the system

曲名	楽曲の詳細
Track 42	小節間の変化が少ない, 複雑な曲
Track 41	小節間の変化が少ない, 複雑な曲
Track 25	複数回の調査で正解率の低かった曲
Track 45	小節間の変化が少ない, 複雑な曲
Track 17	複数回の調査で正解率の低かった曲
Track 12	8 小節目と 1 小節目の変化が明確な曲
Track 4	8 小節目と 1 小節目の変化が明確な曲
Track 44	小節間の変化が少ない, 複雑な曲
Track 36	1 回目の調査で使用したロービートの曲
Track 18	8 小節目と 1 小節目の変化が明確な曲
Track 20	8 小節目と 1 小節目の変化が明確な曲
Track 16	複数回の調査で正解率の低かった曲
Track 29	8 小節目と 1 小節目の変化が明確な曲
Track 46	インストに変化が少なく, ボーカル有の曲
Track 39	遅いテンポの曲
Track 26	8 小節目と 1 小節目の変化が明確な曲
Track 38	遅いテンポの曲
Track 50	インストに変化が少なく, ボーカル有の曲
Track 27	8 小節目と 1 小節目の変化が明確な曲
Track 8	複数回の調査で正解率の低かった曲
Track 22	8 小節目と 1 小節目の変化が明確な曲
Track 34	1 回目の調査で使用したロービートの曲
Track 43	小節間の変化が少ない, 複雑な曲
Track 30	複数回の調査で正解率の低かった曲
Track 47	インストに変化が少なく, ボーカル有の曲
Track 24	複数回の調査で正解率の低かった曲
Track 1	8 小節目と 1 小節目の変化が明確な曲
Track 35	遅いテンポの曲
Track 5	複数回の調査で正解率の低かった曲
Track 48	インストに変化が少なく, ボーカル有の曲
Track 33	遅いテンポの曲
Track 19	複数回の調査で正解率の低かった曲
Track 9	複数回の調査で正解率の低かった曲
Track 21	複数回の調査で正解率の低かった曲
Track 40	遅いテンポの曲
Track 37	遅いテンポの曲
Track 15	8 小節目と 1 小節目の変化が明確な曲
Track 48	インストに変化が少なく, ボーカル有の曲
Track 32	遅いテンポの曲
Track 31	遅いテンポの曲

4. ビートカウント能力評価システム

本研究では作成したビートカウント能力評価指標を独学でも使用できるように、作成した評価指標をシステム化し、個人の正解数や他ユーザの音楽経験などを把握することができる指標ツールの作成を行う。

4.1 画面遷移

本システムでは、トップページ、日本語の実験説明ページ、英語の実験説明ページ、結果表示ページの4つのページを設定している。本指標を初めて利用するユーザは、トップページ→実験説明ページ→課題ページ→結果表示ページの順にシステムを使用する。

4.1.1 トップページ

トップページにはリンクを3つ設けており、日本語の実験説明画面、英語の実験説明画面、全ユーザの回答を集計した結果表示画面のそれぞれに遷移する。

4.1.2 実験概要説明画面

実験説明画面では、以下の4項目が同ページ内でスクロールする形で遷移する。本システムではそれぞれの項目をセクションと定義する。

I. 概要説明

はじめに、研究の趣旨、目的の説明、ビートカウント能力の説明、指標においてこういった作業を行なってもらうか等の説明を記載する。

II. 小節や拍などの楽曲の構成に関する説明

評価指標の開発時と同様に、ユーザに対して、楽曲の小節構造の説明や、一般にリリースされている楽曲では8小節を1つの目安として曲調やフレーズが変化するように制作されていることの説明を行う。その際、図4に示す動画を提示し、楽曲の音、楽曲の音、波形情報、視覚化したカウントを提示することで、ユーザにより正確な理解を促す。

III. 課題の回答方法の説明

回答方法の説明は、実際にシステムを用いて実験を行なっている様子を撮影した動画を用いて行う。本システムは初学者が独学で使用するケースを想定しているため、動画に加えて、より詳細な操作方法の説明を行う。

IV. 実験開始

以上の説明画面が終了した後、ユーザが実験内容、回答方法を理解できているかどうかを確認するため、課題実施画面に遷移する前に練習問題を設ける。その後、「Start」ボタンを入力することで課題画面に遷移し、もう1度回答方法を確認する場合は「Back」を入力することで、説明セクションに戻る。



図 4. 楽曲の小節や拍についての説明に用いる動画

Fig. 4. The movie of explanation about bars and beats of music

4.2 課題実施画面

実施画面では、はじめに名前、年齢、性別、音楽経験を入力する。音楽経験については、ピアノ、ギター、ベース、管楽器、弦楽器といった、音階のある、メロディラインを演奏するものに加え、ドラムといったリズムを刻む打楽器、これらに加えて、ビートカウント能力が重要とされる DJ、ダンス、さらにその他の楽器の計 9 項目から最も経験豊富な項目を選択する。細かく分類した音楽経験は、後の評価の段階で、各個人の得点と照合しながら分析することで、こういった音楽経験が、ビートカウント能力の習得に有効であるか等を明らかにすることを目的としている。

4.2.1 回答方法

上記の情報を入力した後、フォームの下に設けている「Start」ボタンを押すと、同一ページ内に設けられた第1問目のセクションに移動する。各問題では、「Play」ボタンを入力すると楽曲が流れ始め、ユーザはそこから1小節目の1拍目を探し出し、正解だと思った箇所「Hit」ボタンを入力することで回答を行う。また、「Hit」ボタンの入力と同時に、次の問題のセクションへと遷移する。これを40問繰り返し、最終セクションで「Send」ボタンを入力すると、回答者の名前、年齢、性別、音楽経験、各問題の回答、正解数がデータベースへ送信される。

4.2.2 正解判定方法

本指標の正解判定は次のように行う。各問題によって、1小節目の1拍目の位置は異なるタイミングで2度出現する。正解範囲は、図5に示すように、それぞれの1拍目の直前の拍の中間点から、直後の拍の中間点までとし、ユーザがその範囲内で「Hit」ボタンを入力することができれば、正解と判定する。

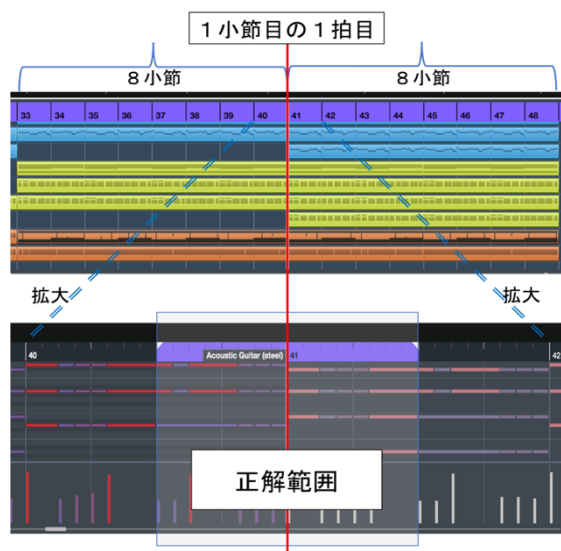


図 5. 正解範囲

Fig. 5. Correct range

4.3 結果表示画面

回答が終了した後、結果表示画面に遷移し、登録した名前を入力することで、ユーザが個人別の結果を確認する。結果表示画面には、以下の項目を設けている。

- 回答結果の詳細
(正誤判定の結果、正解数、入力位置テーブル)
- 全ユーザの結果から算出した問題別の正解者数
(問題別に正解者数を算出した棒グラフ)
- 全ユーザでの各音楽経験の割合
(ユーザ内でそれぞれの音楽経験者がどれくらいの割合で存在するかを示した円グラフ)
- 全ユーザの回答情報
(各ユーザの名前、年齢、性別、音楽経験、正解数、テスト終了時の時間を表示したテーブル)
- 実験で用いた 40 曲の楽曲
(各楽曲の再生フォーム、曲調、曲の速さ、それぞれの正解位置を記載)

これらの項目を用いて、ユーザが自分の正解できなかった問題や、高得点者の音楽経験などを把握することで、ビートカウント能力の習得を支援する。また、我々は集計した情報から、各楽器の音楽経験と正解数の関係や正解数の低い問題、高い問題の特徴などを分析する。

5. まとめ

本研究では、楽曲聴取時に 1 小節目の 1 拍目を見つける能力をビートカウント能力と定義し、評価指標の提案、それをシステム化した指標ツールの開発を行った。今後は、本指標を複数のユーザに使用してもらい、評価を行う。その後、能力を身につけるための支援システムを用いて能力習得支援を行い、その評価に本指標を用いることを計画している。

参考文献

- [1] 南和宏, 北村尊義, 泉朋子, 仲谷善雄: DJ 初学者の基礎技術習得支援を目的とした熟練者と初学者の注視点分析, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2017, 第 33 回 (2017).
- [2] 長谷川恭子: 子どもの音高感および和音感の発達からみた保育における教材設定の観点・音楽能力診断テストの結果をふまえて-, 淑徳短期大学研究紀要第 48 号(2009).
- [3] Sheashore, C., The measurement of musical talent, Kessinger Legacy Reprints (1915).
- [4] Sheashore, C., The Psychology of Music Talent, Silver, Burdett and Company(1919).
- [5] Gordon, E., "A study to determine the effects of training and practice on Drake Musical Aptitude Test scores," Journal of Research in Music Education, Vol.9 (1) (1961).
- [6] Young, W., "The Wing Standardized tests of musical intelligence : An investigation of predictability with selected seventh-grade beginning-band students by John Pios Mitchum," Bulletin of the Council for Research in Education, No.25, summer, pp.74-78 (1971).
- [7] Gordon, E., Musical Aptitude Profile Manual, Boston: Houghton Mifflin(1965).
- [8] Gordon, E., "The musical aptitude profile," Music Educators Journal, 53(6), pp.52-54 (1967).
- [9] 音楽心理研究所:『音研式 幼児音楽適性テスト』, 日本文化科学者 (1969).
- [10] 音楽心理研究所:『音研式 小学校用音楽能力診断テスト』, 日本文化科学者 (1966).
- [11] 大平茂輝, 長尾確: 身体リズムに適応したウォーキング/ジョギング中の音楽再生支援システム, 人工知能学会全国大会(第 31 回)(2007).
- [12] Simon Dixon: An Interactive Beat Tracking and Visualisation System, In Proceedings of The International Computer Music Conference (2001).
- [13] 後藤真孝, 村岡洋一: 音楽音響信号を対象としたビートトラッキングシステム, 音楽情報科学 21-8 (1997).
- [14] 谷口高士: 音楽作品の感情価測定尺度の作成および多面的感情状態尺度との関連の検討, 心理学研究第 65 巻第 6 号 (1995).
- [15] 南和宏, 北村尊義, 泉朋子, 仲谷善雄: 楽曲聴取時のビートカウント能力評価指標の開発, 第 13 回日本感性工学会春季大会 (2018).
- [16] Steinberg: Cubase Artist 9.5, https://japan.steinberg.net/jp/products/cubase/cubase_artist.html (accessed 2018/7/16).
- [17] Native Instruments: Maschine 2, <https://www.native-instruments.com/jp/> (accessed 2018/7/16)