

# 即興演奏初心者のための多様なリズム発想支援システム

樋口寧々<sup>†1</sup> 宮下芳明<sup>†1</sup>

**概要**：本稿では即興演奏におけるリズムに着目し、即興演奏初心者が自力で多様なリズムを思いつけるようになることを目的としたシステムを提案する。本システムではシステムとユーザーが掛け合いをし、システムはユーザーが演奏した旋律のリズムのみを多様に変換した旋律を奏でる。この掛け合いの中で、ユーザーのリズムの引き出しが増えることを目指す。

## 1. はじめに

演奏者自身が作曲と演奏を同時に行う行為を即興演奏という。即興演奏では、音楽のジャンルごとに好まれる旋律と好まれない旋律が存在している。旋律とは、音高とリズムに音楽的表現意図を与えたものであり、連続した旋律によって音楽が奏でられる。即興演奏では、演奏者自身が旋律を作曲することで奏でる音楽を作り出している。

初心者が演奏を行いながら音高やリズムを考え旋律を作るとは容易ではない。そのため、作曲の経験がない楽器演奏者は気軽に即興演奏を始めづらい。また、始めた頃は音高やリズムに迷いやすいため演奏にためらいが生じ、さらに、与えた音楽的表現意図に対し自信がもてない。そのため、即興演奏について学ぶには、経験者からの指導を受けるか、複数人で即興演奏を行うセッションに参加するなどの方法がある。しかし、始めたばかりで他人に即興演奏を聞かせることは心理的ハードルが高い。音高を補正するシステムを用いることで、ある程度心理的ハードルを下げられるが、八分音符の連続など単調なリズムを繰り返す傾向があり、未だ課題が残る。

本稿では、多様なリズムをユーザー自身が思いつけるようになることを目的とするリズム発想支援システム（図 1）を提案する。本システムでは、システムとユーザーが交互に1つの旋律を奏でる。このような行為を掛け合いという。システムは、ユーザーが入力した旋律の音高を保持しながら、リズムのみをずらした旋律を奏でる。この掛け合いを通して、単調なリズムの旋律を少しアレンジすることで、多様なリズムの旋律が作り出せることをユーザーに示す。これにより、ユーザーが様々なリズムを自ら進んで試すためのモチベーションが上がると考えられる。その結果、システムに変換されたリズムをユーザーが楽しみながら次々と取り入れ、ユーザーのリズムの引き出しが増えると期待できる。



図 1 提案システム

## 2. 関連研究

### 2.1 掛け合いをするシステム

Pachet[1]の Continuator は、ユーザーの演奏と似た演奏をシステムが出力する。これによりユーザーは、自分と似た演奏をする他者と掛け合いをしているかのような体験ができる。ユーザーはこの体験を、良いフレーズとは何か考えたり、新しいフレーズのアイデアを得たりするために活用できる。また、Continuator はあらかじめシステムに音楽素材を学習させるモードも備えている。このモードは例えば事前にバッハの前奏曲をシステムに学習させておき、ユーザーが和音を演奏した際、システムに和音をバッハ風のアルペジオで演奏させるなどの活用ができる。

柏崎ら[2]は、ネットワークを介したセッションを行う際に、演奏者に独自のコード進行とテンポを許すセッションシステムを開発した。従来のネットワークを介するセッションシステムではネットワークの遅延を考慮し、ユーザーはセッション相手の演奏を一定の周期遅らせた演奏を聴いて旋律を返していた。このようなセッションを行う際は、共通のコード進行やテンポで演奏する必要がある。しかし、演奏者に独自のコード進行とテンポを許すセッションシステムでは、各演奏者がそれぞれ異なるコード進行とテンポ

<sup>†1</sup> 明治大学

で演奏しながらセッションできる。これを実現するために、システムではユーザの演奏情報をそのまま送信するのではなく、打鍵された音がコード上でどのような調性を持っているかという情報を用い、相手が選択している調での演奏に聴こえるように旋律を変換して送信する。テンポについても同様に、相手が選択しているテンポに合うようにシステム上で変換される。このような仕組みにより、ユーザはそれぞれ自分の好きな調、テンポで演奏しているにも関わらず、セッション相手が自分に合わせて演奏しているかのように感じることができる。

## 2.2 音高を補正するシステム

石田ら[3]の *ism* は、ユーザが演奏した旋律の妥当性を *N-gram* によって判断する。このとき妥当でないと判断した場合、妥当な旋律になるようユーザが入力した旋律の音高を補正する。この補正により本来なら不自然な旋律でも自然な旋律に聞こえるため、即興演奏に不慣れたユーザの即興演奏に対する抵抗感を軽減できた。しかし、ゆくゆくはシステムに頼らずに自力で即興演奏ができるようになることを望むユーザのために、ユーザ自身の即興演奏技術を向上させるシステムの実現が望まれた。

大島ら[4]による *Coloring-in-Piano* は、事前に登録された楽曲の音高情報に基づき、どの鍵を打鍵しても正しい音が鳴るように補正する。ただし、音の大きさや音の区切り方、音の繋ぎ方などの演奏表現はユーザ自身がコントロールする。このシステムにより、ピアノ講師が高度な技巧を求められる楽曲の模範演奏をするとき、楽曲を完璧に弾けなくても演奏表現を生徒に提示することができる。なお、*Coloring-in-Piano* では演奏時に1本指、2本指、5本指のいずれかで演奏する選択肢があり、どの選択肢を選んだとき思い通りの表現ができるか評価されている。その結果、参加者が5本指で演奏したとき、通常のピアノと同程度に演奏への表情づけができることが示された。また、通常のピアノでは演奏が困難な楽曲を扱う場合は、2本指もしくは5本指で演奏した方が参加者の意図に近い演奏ができることが明らかになった。

谷井ら[5]の *INSPIRATION* は、ユーザが入力した大雑把な音の高低位置やテンポ、音の強さなどの大まかな演奏表情を保持したまま、入力を適切な演奏に変換して出力する。このシステムにより、音楽経験や音楽の知識が乏しいユーザでも、ある程度意思を反映した、音楽的に適切な旋律を奏でることができる。また、システムが生成した旋律が、ユーザ自身が自ら生み出した旋律であるかのような印象を周囲に与えることが示された。実際に *INSPIRATION* で演奏した実験参加者からは、システムが生成した旋律に自身の意思が反映されていて楽しい、音楽知識がなくても即興演奏を楽しめる、コード進行に音楽的な豊かさを感じるなどの感想が得られた。また、谷井らは、前述の *INSPIRATION* を改良し、音の響きを濁らせるアポイドノートとクロマテ

ックノートで意図的に音を外せるようにした[6]。

竹内ら[7]の *Two Finger Piano* は、あらかじめ楽譜に記された音長と音高をデータとして記しておき、演奏時には音量、テンポ、伴奏と旋律のどちらを強調するかという情報を2本指による演奏で入力するシステムである。演奏時はテンポと全体的な音量は右手の指1本で、メロディと伴奏のバランスは左手の指1本で入力する。このようなシステムにより、実践してみたい演奏表現があるものの楽器の技術が伴わないユーザでも表現を楽しむことができ、さらに音楽解釈の研究や音楽教育の場でも活用できる。また、奥平ら[8]の *sfp* は、前述の *Two Finger Piano* におけるインタフェースを向上させたものである。*sfp* では *Two Finger Piano* とは異なり、指1本でピアノを演奏する。また、事前に楽譜情報をデータとして記す際、プロセス制御などで用いられるPID制御を導入し、どのような演奏表情をつけるかについてのデータを用いてスケジューリングを行う点も、*Two Finger Piano* と異なる。

柳川ら[9]の即興演奏における演奏補正システムは、アベイラブル・ノート・スケール（楽曲の各時点において協和度が高い音）外の音が打鍵された際、スケール内の音に補正するが、スケール外の音を補正しすぎる「過補正」を問題視している。そこで、既存楽曲のデータベースから、様々な条件下でのアベイラブル・ノート・スケール外の音が演奏される頻度を算出し、使用頻度が低い条件下でスケール外の音が打鍵されたときのみ補正する手法をとった。この手法により、アベイラブル・ノート・スケール外の音が残っていても違和感を感じさせることなく、表現の幅を狭めずに即興演奏を支援できる。

## 2.3 即興演奏を学べるシステム

宮下ら[10]の *Thermoscore* では、アベイラブル・ノート・スケール以外の音が打鍵されたとき、鍵盤に貼り付けたペルチェ素子を熱することによって、打鍵された音が協和しないことをユーザに知らせる。即興演奏においてアベイラブル・ノート・スケールに該当する音を弾くことで協和する響きが得られるが、スケール外の音を使用してはいけないうわけではない。そこで *Thermoscore* は、ユーザにアベイラブル・ノート・スケール外の音を打鍵する余地を残している。さらに、スケール外の音が打鍵された場合、鍵盤が熱くなることで不協和な響きが得られる音を打鍵する時間の長さが短くなるよう、設計されている。この仕組みによりユーザは、楽曲の各時点においてどのような音が協和するのか学ぶことができ、即興演奏の技術を磨ける。

北原ら[11]が開発した *ismv* は、*ism* と同様にユーザが演奏した旋律が音楽的に妥当なものであるか、*N-gram* によって判定する。このとき妥当でないと判断した場合、鍵盤を振動させる。*ismv* は旋律の妥当性を *N-gram* によって判断するため、事前に演奏すべき旋律が決まっていない即興演奏に適用できる。また、演奏終了後にユーザが入力した旋

律をピアノロールで閲覧する機能も備えており、不適切だった箇所や、どの音を弾くとより良い演奏になったのかを確認できる。このようなシステムによってユーザが楽しみながら、効率的に即興演奏の練習ができることが示された。一方で、振動によってリアルタイムで改善箇所が提示されたとき、演奏に活かす余裕がないなどの課題も見られた。

## 2.4 リズムに着目したシステム

竹川ら[12]はピアノ初心者によるリズムの学習を支援するために、打鍵位置、運指情報、そしてリズム情報を鍵盤やその周辺にプロジェクトで投影するシステムを開発した。このシステムには打鍵および離鍵タイミングが正確であるかチェックし結果を表示する機能や、足ペダルでメトロノームの速度を変更できる機能なども搭載されている。実際にシステムを使用したピアノ初心者は、30分程度の練習でモーツァルトのトルコ行進曲の冒頭18小節を、打鍵やリズムをほぼミスすることなく弾けるようになった。

徳井[13]はGANのアルゴリズムを拡張し、新奇性の高いリズムを生み出すように方向づけた音楽生成手法を提案した。この手法ではEDM (Electric Dance Music) の生成を想定し、EDMとしてラベル付けされたMIDIデータ集を学習用データとして使用する。そしてどのジャンルとも識別がつかないリズムほど高く評価しつつ、同時にダンスミュージックらしいリズムであるか検証できるように拡張したGANのフレームワークを作成した。その結果、ダンスミュージックのリズムらしさは保持しつつ、学習データに含まれるどのジャンルにも属さない新奇なリズムが生成された。

## 3. 提案システム

### 3.1 システム概要

本システムでは、irijuleのTheory Board[14] (図2)を用いる。Theory Boardは事前に選択した調に合う音のみが鳴るキーボードであり、これを使用すると即興演奏中に意図せず不協和音を鳴らす心配が要らず、リズムに集中できる。

本システムはユーザが演奏した旋律の音高を保持したまま、リズムのみ変換した旋律を奏でる。即興演奏初心者は八分音符の連続など、単調なリズムを繰り返す傾向があるが、この単調なリズムをシステムが多様なリズムに変換し出力する。この出力との掛け合いを続ける中で、ユーザが自力で多様なリズムを思いつけるようになることを狙う。リズムの変換のために、システムは初心者が弾きがちな単調なリズムと、リズム変換後の多様なリズムを組にした、リズム変換パターンを多く保持している。この単調なリズムをユーザが掛け合いの中で弾いたとき、システムは保持している情報に基づいてリズムを変換する。なお、ユーザが弾いたリズムがリズム変換パターンに含まれない場合、変換は行われず、ユーザが弾いた通りに出力される。

ただし、システムによって変換されたリズムはあくまで

選択肢の提示である。ユーザは必ずしもシステムが奏でるリズムをそのまま覚え、真似をすることは求められない。掛け合いの中で、ユーザの気に入るリズムが奏でられたとき、そのリズムを取り入れて演奏するか否かは、ユーザ自身に委ねられている。ユーザが好みのリズムのみを演奏に適宜取り入れる過程を繰り返すことで、ユーザのリズムの引き出しが増えることを目指す。

### 3.2 実装

Theory Boardでは事前に調を指定しパッドを押下すると、調に合った和音または和音の構成音が演奏できる。Theory Boardの真ん中には液晶があり、液晶より左のパッドを押下すると調に合った和音が鳴る。液晶より右のパッドのうち和音のパッドと一致した色のものを押下すると、和音の構成音が4オクターブ分鳴る。

リズム変換パターンは3~5音からなる単調な入力リズムと、入力リズムをずらして多様なリズムに変更した出力リズムの組で構成されている。本システムにはあらかじめ、約50種類のリズム変換パターンを登録した。このリズム変換パターンは、ジャズ・スタンダード・バイブル[15]に収録された楽曲のうち、20曲のリズムを使用して作成した。これは特にジャズにおいて、楽譜には四分音符や八分音符の連続など単調なリズムで記載されているが、演奏時には演奏者が独自に多様なリズムに変更するケースが多いためである。ジャズ・スタンダード・バイブルの収録曲も、楽譜は単調なリズムで記されているが、プロが多様なリズムに変更して演奏した音源が多数存在する。そこでプロによるリズムを楽譜に起こし、ジャズ・スタンダード・バイブルの単調な楽譜と比較した。そしてリズムを3~5音に切り分けた中から一部を採用し、ジャズ・スタンダード・バイブルの単調なリズムを入力リズム、プロが多様に変更したリズムを出力リズムとして、リズム変換パターンを登録した。リズム変換パターンは、後述するEDITモードでユーザが追加できる。

### 3.3 使用方法

本システムでは、ユーザとシステムで掛け合いができるPLAYモード、リズム変換パターンを新たに追加できるEDITモード、既に登録されているリズム変換パターンを確認できるVIEWモードが使用できる。各モードは画面右上の切替ボタンを押下することで切り替えられる。各モードの詳細を下記に示す。

#### 3.3.1 PLAY モード

PLAYモードでは、ユーザとシステムの掛け合いができる。PLAYモード画面を図3に示す。まずユーザは録音ボタンを押下し旋律を演奏する。演奏を終えた後、再生・停止ボタンを押下すると、ユーザが入力したリズムを多様なリズムに変換した旋律が奏でられる。これを繰り返して掛け合いをする。また、システムの出力が終わると、入力リズムと出力リズムをピアノロール形式で可視化したものが



図 2 Theory Board

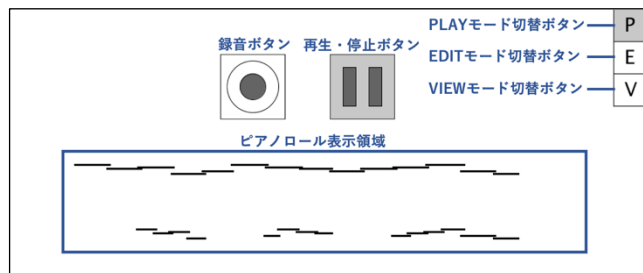


図 3 PLAY モード画面

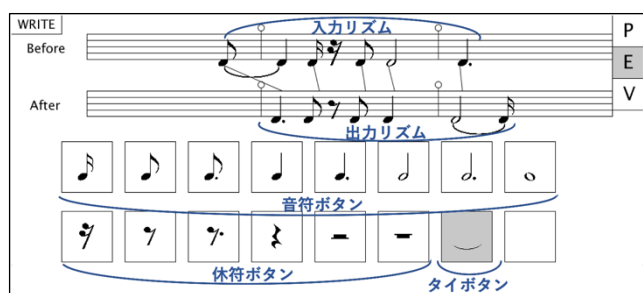


図 4 EDIT モード画面

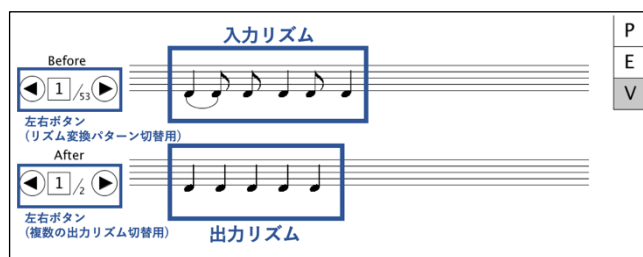


図 5 VIEW モード画面

表示される。ユーザはこの表示を確認することで、自身のリズムとシステムのリズムを比較でき、改善点を見出すヒントが得られる。

### 3.3.2 EDIT モード

EDIT モードでは、リズム変換パターンを新たに追加できる。EDIT モード画面を図 4 に示す。画面上の 2 段の五線譜のうち、上段に入力リズムを、下段に出力リズムを記載した後 WRITE ボタンを押下し、新たなリズム変換パターンを登録する。これにより、掛け合いにおいて上段に記載した入力リズムをユーザが演奏した際、システムは下段の出力リズムに変換するようになる。なお、1 つの入力リズムに対して、複数の出力リズムを登録することもできる。

掛け合いにおいて、複数の出力リズムを持つ入力リズムが演奏された際には、どの出力リズムに変換するかランダムで決定する。また、既に登録されているリズム変更パターンを重複して記載し WRITE ボタンを押下した場合、この登録は反映されない。

リズムの記載には画面下の音符、休符、タイが描かれたボタンを使用する。音符と休符は、入力したい音符または休符が描かれたボタンを押下してから五線譜をクリックすると、クリックした場所に記載される。タイは、タイが描かれたボタンを押下した後、五線譜上の音符を 2 つ連続してクリックすると記載できる。また、1 小節に記載したい音符が多く、小節の幅が足りないときは、小節線の上の円をドラッグすることで小節の幅を変更できる。

### 3.3.3 VIEW モード

VIEW モードでは、既に登録されているリズム変換パターンを確認できる。VIEW モード画面を図 5 に示す。上段の五線譜には登録されたリズム変換パターンの入力リズムが表示され、下段の五線譜には出力リズムが表示される。画面左の 2 組の左右ボタンのうち、上段の左右ボタンを押下することで、登録されているリズム変換パターンを順に確認できる。また、1 つの入力リズムに対して複数の出力リズムが登録されている場合、下段の左右ボタンを押下することで、登録された出力リズムを順に確認できる。

## 4. 作例

システムによる変換例を図 6,7,8 に示す。各図の上段はユーザが演奏した旋律、下段がシステムによってリズムが変換され奏でられた旋律である。リズム変換パターンは既存の楽曲をプロが演奏した音源を参考に作成したが、既存の楽曲を楽譜通りに奏でても、参考にした音源と同一の旋律にはならない。それは、旋律を 3~5 音のリズムに切り分けていることと、1 つの入力に対して複数の出力が登録されていることによる。例えば、図 6 の①、②はいずれも四分音符 4 連続の入力だが、複数の出力リズムが登録されており、①'、②'のような異なる旋律が出力されることがある。そのため、ユーザにあらかじめ弾きたい曲と理想のアレンジがあっても、想定通りの出力を得ることはできない。しかし、本システムは即興演奏しながら使用することを想定しているため、特定の曲の再現は目指していない。即興演奏において本システムを用いることで、単調なリズムがユーザにとって予想外で多様なリズムに変換されるため、リズム触発システムとして使用できる。

図 6 の事例では四分音符と八分音符の単調な入力、跳ねるようなリズムに変換されている。図 7 の事例の出力では入力リズムを先取りするノリが付加され、旋律の勢が増している。図 8 の事例では図 7 とは対照的に、入力リズムを遅らせ、のんびりした印象の旋律に変わっている。

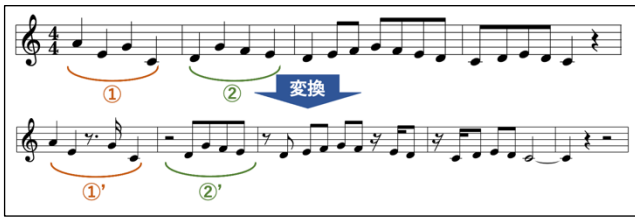


図 6 四分音符と八分音符の連続を入力した例

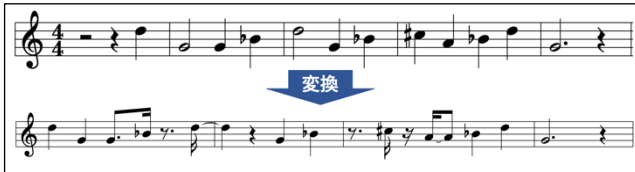


図 7 “It Don't Mean a Thing”の一節を入力に使用した例

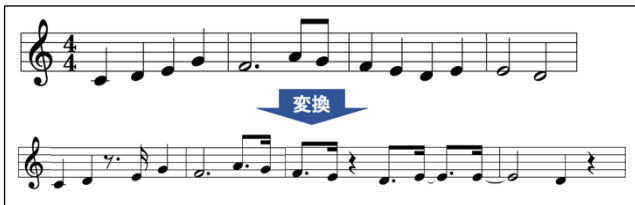


図 8 “On the Sunny Side of the Street”の一節を入力に使用した例

## 5. 制約と展望

本システムとの掛け合いを通してユーザのリズムが多様なものになったか否かは、ユーザ自身の評価に委ねられている。しかし、即興演奏初心者にとって自身のリズムがどのくらい多様になったか評価するのは難しい。よって、ユーザのリズムの多様さを数値化し、評価できるようになることが望ましい。リズムの多様さが数値化できれば、ユーザの入力リズムが単調なときのみリズムを変換する機能などが実装できる。さらに、ユーザのモチベーション維持や、学習効率の向上も期待できる。

リズム変換パターンの追加や選定も今後の課題である。ユーザによる様々な演奏に対応してリズムを変換するには、より多くのリズム変換パターンの登録が求められる。一方、リズム変換パターンの登録については、EDIT モードを使用したユーザによる追加も重要な要素だと考えている。本システムのユーザが複数人に及ぶ場合、ユーザが各々リズム変換パターンを登録し、変換パターンが記載されたファイルを共有することで、多くのリズム変換パターンを集められる。また、現段階ではジャズの楽曲を基にリズム変換パターンを登録しているが、ユーザが好みのジャンルの楽曲を参考にリズム変換パターンを追加することで、システムの出力がよりユーザの理想に近づくことも期待できる。

## 6. まとめ

本稿では、単調なリズムを繰り返してしまいがちな即興演奏初心者が、多様なリズムを思いつけるようになることを目的としたシステムについて述べた。ユーザが演奏した旋律のリズムをシステムが変更し奏することで、掛け合いを通してユーザのリズムの引き出しが増えることを期待している。今後、より多くの入力に対応できるようにリズム変換パターンを追加するとともに、システムの有用性について評価する。

## 参考文献

- [1] Francois Pachet, Beyond the Cybernetic Jam Fantasy: The Continuator. IEEE engineering in medicine and biology magazine: the quarterly magazine of the Engineering in Medicine & Biology Society, Vol.24, No.1, pp.31-35 (2004).
- [2] 柏崎紘一, 山本欧. 演奏者に独自のコード進行とテンポを許すセッションシステム. 情報処理学会研究報告音楽情報科学, Vol.2002, No.123, pp.23-28 (2002).
- [3] 石田克久, 北原鉄朗, 武田正之. ism : 即興演奏支援のためのリアルタイム旋律補正システム. 情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション, Vol.2003, No.111, pp.9-14 (2003).
- [4] 大島千佳, 宮川洋平, 西本一志. 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, Vol.2001, No.103, pp.69-74 (2001).
- [5] 谷井章夫, 片寄晴弘. 音楽知識と技能を補うピアノ演奏システム“INSPIRATION”. 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.2, pp.256-259 (2002).
- [6] 谷井章夫, 片寄晴弘. 演奏システム INSPIRATION の改良--SMF データのインポート機能と音高置換処理の検討. 情報処理学会論文誌, Vol.46, No.3, pp.849-858 (2005).
- [7] 竹内好宏, 片寄晴弘. Two Finger Piano による曲想の表現. 情報処理学会研究報告音楽情報科学, Vol.1995, No.74, pp.37-44 (1995).
- [8] 奥平啓太, 片寄晴弘. 指一本によるピアノ演奏システム : sfp. 情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション, Vol.2002, No.9, pp.55-62(2002).
- [9] 柳川貴央, 北原鉄朗, 武田正之. 即興演奏における演奏補正システム. 第 64 回全国大会講演論文集, Vol.2002, No.1, pp.9-10 (2002).
- [10] 宮下芳明, 西本一志. 温度で制約を緩やかに提示するシステム Thermoscore を用いた即興演奏支援. 情報処理学会研究報告, Vol.2004, No.90, pp.13-18 (2004).
- [11] 北原鉄朗, 石田克久, 武田正之. 振動機能付鍵盤楽器「ぶるぶるくん」を用いた即興演奏支援システム. 情報処理学会研究報告, Vol.2005, No.45, pp.25-30 (2005).
- [12] 竹川佳成, 寺田努, 塚本昌彦. リズム学習を考慮したピアノ演奏学習支援システムの設計と実装. 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.4, pp. 1383-1392(2013).
- [13] 徳井直生. AI は創造性を持ちうるか - 生成的敵対ネットワークを拡張したリズム生成モデルを実例に. KEIO SFC JOURNAL, Vol.20, No.2, pp.152-174(2020).
- [14] Irijule. <https://www.irijule.com/>, (参照 2022-12-20).
- [15] 納浩一. ジャズ・スタンダード・バイブル~セッションに役立つ不朽の 227 曲. リットーミュージック (2010).