

平成30年6月28日現在

機関番号：34421

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K02126

研究課題名(和文)音楽経験と知識の度合いに基づく音楽生成システムの利用状況調査とレベルデザイン

研究課題名(英文) A survey of usage situation for level design of music generation system based on music experiences and degree of knowledge

研究代表者

橋田 光代 (Hashida, Mitsuyo)

相愛大学・音楽学部・助教授

研究者番号：20421282

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：近年の音楽アプリは、スマートフォンの端末自体が世代を問わず所有するほどの普及率から、子供や初心者を対象とするリズム学習や音感トレーニング、楽器ライブラリ、音楽理論学習を目指した教育系ツールが日々発表されている。本研究は、まずこれらの分類や機能について整理した。合わせて、個人の音楽経験・スキルが発揮される聴取プロセスに関わるものとして、(1)音楽における「グルーブ」の表現手法の分析と(2)相対音感訓練モデルの構築、音楽経験に寄りそうデザインに関するものとして(3)情報処理技術のパフォーミングアートの現場活動への活用、(4)楽譜に対する演奏解釈とその表現に関する分析を進めた。

研究成果の概要(英文)：In this research, I firstly classified those classifications and functions of an application. Then I (1) analyzed an expression method of "groove" in music and (2) designed a relative pitch training model, for approaches of the listening process where individual music experiences and skills are demonstrated. Further, for designing to music experience, this research discussed (3) utilization of information processing technology for field activities of performance art, (4) interpretation of performance against musical score and its expression.

研究分野：音楽情報科学

キーワード：音楽経験 音楽システム・ゲーム 相対音感 グルーブ パフォーミングアート 演奏解釈

## 1. 研究開始当初の背景

IT 技術を用いての音楽活動や音楽学習を支援する研究は、音楽と人工知能の境界の研究の 1 つとして 1980 年代半ばから取り組まれ、今日における音楽演奏や制作シーンにおいては、パソコンや携帯端末のアプリケーション上で実施されるのが当然の時代に突入している。音楽生成に関する自動技術が発達したことで、音楽の専門教育を受けない者でも音楽生成システムを介して演奏や楽曲制作に勤しめる状況になっており、音楽の未経験者を対象にした学習支援の取り組みも活発である。

一方で、いざ、これらの音楽生成システムを教育の現場に導入しようとする、とたんに種々の困難に直面する。たとえば、後藤らによる Songle や深山らの自動作曲システム Orpheus は、音楽の専門知識がないユーザー層を想定し、簡易な入力手段で能動的に音楽を聴取・鑑賞したり作曲したりできる Web サービスを展開しており、音楽学習ツールとしての利用可能性がとくに期待できるものである。しかし、申請者が音楽に関心のある大学生や高校生対象に予備的に調査した範囲では、楽器経験の長い少数の学生が興味を持つ一方で、それ以外の学生については、聴取以外の操作には踏み込もうとしない様子がしばしば観測されている。また、申請者が先行研究で開発した演奏デザイン支援システム(図1)では、設計段階でユーザは多少の楽器演奏経験があることを想定してはいたが、実際に吹奏楽器経験者に使ってみてもらおうと、フレーズに対して強弱・緩急をつけるといった、器楽経験者なら「自然」と思われるはずの行為自体が想定以上に難易度が高く、継続的利用には至らないという事例も発生している。

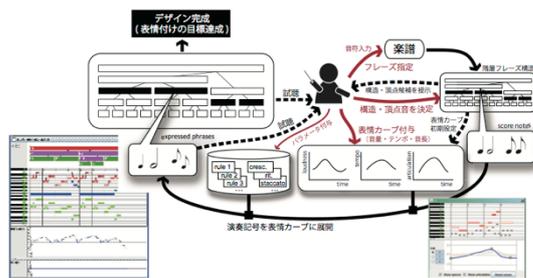


図1：先行研究に基づく演奏表現の手順

音楽生成システムの開発にあたっては、想定するユーザー層の振る舞いについて精査した上で、そのシステムデザインが構成されることが重要である。音楽未経験者については知られているものとしては、(1)読譜力の不足、(2)演奏技術の不足、(3)聴音技術の不足、が知られているが、これらの不足状況と音楽経験の度合いとの関係性についてはこれまで十分な調査は行われていない。

## 2. 研究の目的

本研究では、人間の音楽経験の度合いや知識のレベルと、音楽の演奏や楽曲制作・編集

において必要な技能と人間の振る舞いについてその関係を明らかにすることを目指す。

## 3. 研究の方法

(1) 音楽経験に着目した音楽システム利用状況の調査

既存の音楽生成システムを用いて、まずは、音楽経験者である申請者による使用評価を行う。対象とする音楽生成システムとして、先行研究によるフレーズ表現に着目した演奏デザイン支援システムや指揮演奏インターフェースのほか、楽譜作成ソフトウェアや能動的音楽鑑賞サービス Songle などを集め、各システムを操作するのに必要となる音楽的スキルについて検証・分類する。

(2) 音楽経験と音楽基礎力との関連分析

前項で集積する調査データに沿って、音楽経験の内容に関する項目と、システム利用のための音楽的スキルの項目との間の関連について分析を行う。

音楽システムを利用するには、楽器演奏の技術的スキル、楽譜(五線譜やピアノロール)に対する読譜力、音響信号からの音符列や音色・音源の聴取力のいずれかが必要とされることが考えられるが、これらをこなせるかを判断する一般的な指標として楽器演奏の経験年数や日常の音楽活動状況、大学での専攻が用いられる。ここでは、上記の一般的な音楽スキルを確認するため、鍵盤楽器を用いた音楽基礎力の調査を行った上で、被験者の属性に関する情報と音楽スキルの関係について定量・定性的な分析を通じて検証していく。

(3) 音楽基礎力に応じた音楽生成システムのレベルデザインと評価

(2) を引き続きつつ、先行研究で開発したフレーズ表現に着目した演奏デザインシステム Mixtract をベースに、(2)の知見を踏まえたレベルデザインを見直し、システムに組み込んだ上で、演奏表情付けコンテストでの評価に取り組む。

現在の初等中等教育現場における音楽教育は、楽譜知識の理解、鑑賞、演奏の3種から構成され、それぞれがあまり連携することなく実施されている。これらは、音楽のシンボリックな情報が紙メディアによって記録・記述されること、音楽を担う音響が時間とともに消失する揮発性の高いメディアであるという制約に対応する。計算機は、音響メディアと紙メディア(楽譜)をつなぎ、さらに、楽器演奏の手段としての機能を併せもつ統合的な音デザイン環境として位置づけることができる。Mixtract は、この視点に沿ってから開発されたものあり、ユーザの思考実験をサポートすることが可能である。

#### 4. 研究成果

##### (1) 音楽経験に着目した音楽システム利用状況の調査

初年度は、音楽経験者である筆者の視点から、既存の音楽生成システムについて、利用者としての視点から、システム利用に必要な操作法や音楽的スキルの検証を進めた。

音楽システムを利用するには、楽器演奏の技術的スキル、楽譜(五線譜やピアノロール)に対する読譜力、音響信号からの音符列や音色・音源の聴取力、"良い"作品・演奏を表現するための創作力のいずれかが必要となる。そのコンセプトやシステム設計の段階で、どこまで利用者の音楽的スキルを想定できているかは、開発者自身の音楽経験に依存する場合が多いと考えられる。そこで、調査対象となる音楽誌生成システムを、まずは先行研究にて開発された演奏デザイン支援システムや指揮演奏システムの他、インターネット等で入手可能な関連研究システム・音楽アプリケーションに定め、各システム・アプリが、演奏・読譜・聴取・創作のいずれを目的とし、またそのためにどのスキルを必要とするかについての分類と整理を進めた。

##### [a] 既存音楽生成システムの利用事例 1

先行研究の演奏デザイン支援システムでは、「標準的な器楽演奏技術は備えており、豊かな音楽表現の追求を目指す者(中級者以上)」を主なユーザ層として位置付けている。これを吹奏楽経験者(大学生、チューバ歴約10年)に体験してもらった。その結果、システム自体には強い関心を示したものの、任意のフレーズに対して典型的な強弱・緩急をつける(「1:1:2の割合」など)といった、器楽経験者なら「自然」にできると思われるはずの表現を自発的に適用させることはできなかった。演奏表現の深みを体感させたいという設計上の狙いとは裏腹に、唱歌レベルの簡便な楽曲でも難解な分析を要すると感じさせる結果となった。

##### [b] 既存音楽生成システムの利用事例 2

後藤らによる Songle や深山らの自動作曲システム Orpheus は、Web 上の簡易な入力手段で能動的に楽曲を分析聴取したり作曲したりできる。音楽初学者にとって「専門知識」の象徴と思われる楽譜の読み書き操作を排除した上で、本格的な音楽学習ツールとしての可能性が期待できる。しかし、大学生・高校生対象に行った予備調査では、楽器経験の長い数名の学生が細部の機能に興味を持つ一方で、その他の学生は、聴取以外の操作には踏み込もうとしない様子もが観測された。

いずれの場合も、システム使用開始時点で想定されるユーザの音楽的能力についてはある程度配慮されている。しかし本格的な使用を試みると、想定ユーザにない音楽的能力をシステムが要求している様子が示唆される。

合わせて、音楽アプリケーションを広く一般に提供あるいは利用する者が一堂に会する、ゲーム開発者のカンファレンス(CEDEC)や音楽教育学会において、動向調査並びに本研究級の問題意識を共有するための口頭発表を行うとともに、音楽的スキルの利用を念頭に置いたタイピング練習ゲームを提案し、エンターテインメントコンピューティングにおいてデモンストレーションを行った。

##### [c] 一般の音楽アプリケーションにおけるソフトウェア分類

2015~2017年現在の音楽アプリは、デジタルで音声の録音、編集、ミキシングなど一連の作業が出来るように構成された一体型のシステム(DAW)を筆頭に、膨大なインターネット上の音楽データベースを利用した楽曲再生・推薦ツール、マルチタッチ機能や携帯性を活かしたスマートフォン向けの楽譜再生、演奏、制作、学習支援、ゲームアプリが展開されている。スマートフォン対象の音楽アプリにおいては、端末自体が世代を問わず所有するほどの普及率から、子供や初心者を対象とするリズム学習や音感トレーニング、楽器ライブラリ、音楽理論学習を目指した教育系ツールが日々リリースされている。一方で、人工知能や機械学習ベースでコンピュータが自律的に自動作曲を行う技術開発も進んできた。音楽シーンにおいて人間が積極的にシステムを活用する目的が、(1)音楽的能力を育てることか、(2)手軽な音楽制作を出来れば良いかによって、システムに求める機能を適切に設計することがより重要になってきていることがわかってきた。これらの分類や機能について、音楽教育学会において集積状況についての研究報告を行った。

##### (2) 音楽経験と音楽基礎力との関連分析

##### [a] 音楽におけるグルーブの表現手法の分析

言葉を喋ることは、現代の人間社会においては必須の身体的スキルである。各言語において、最低限の発音さえできれば、言語を通じた最低限の意味疎通は可能であるが、リズムカルだったり、ラップ調など音楽的なノリを持って喋る際には母音や子音の発音の仕方になんらかの特徴が顕著なものと考えられる。ここでは、音楽を通じた言語表現の一種として、歌唱に対するグルーブ(ノリのよさ)に関する分析を行った。

プロの歌唱トレーナーによるグループ歌唱と非グループ歌唱を収録し、その発音状況について比較を行った結果、少なくとも日本語歌唱においては、「m」や「n」などの有声子音の表現が、グルーブを感じる程度に大きな影響を与えることがわかった。母音に着目した音の立ち上がりのタイミングについては、「グループ」歌唱「非グループ」歌唱の双方においても正確な拍上にあることが確認された。一方で、有声子音については、「グループ」歌唱においてのみ、拍よりも早くかつ長めに開始

されること、跳躍音程においては有声音の分でのピッチ変動の部分でいわゆる「しゃくり」が挿入されることがわかった。

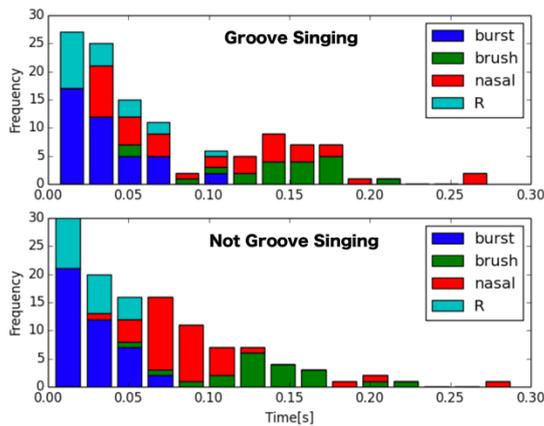


図2 グルーヴ歌唱と非グルーヴ歌唱での子音長の比較

さらに、そのような有声音の表現があった直後の母音が知覚的に強く聞こえていることが確認された。

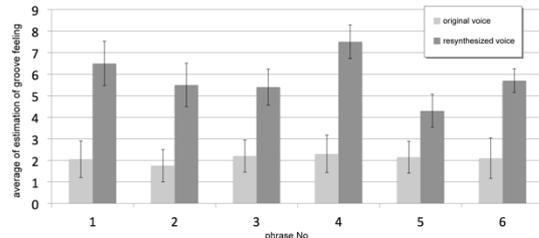


図3 有声音の音高推移の誇張による音量知覚の比較

[b] 楽譜に対する演奏解釈とその表現の分析

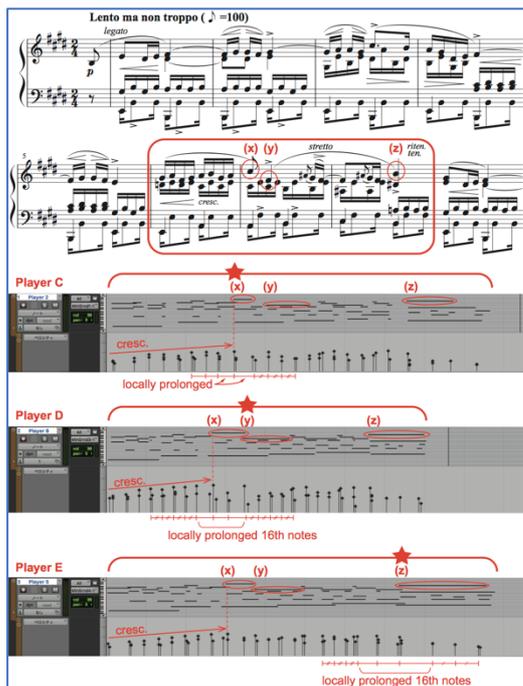


図4 複数奏者の演奏解釈とその表現 (★: 当該フレーズ内で表現上最も重視する音)

音楽的知識の活用が最大限求められる場面での人間の振る舞いについて、複数のピアノ奏者を対象として、楽譜に対する演奏解釈とその表現に対応する演奏約 350 曲分の収録を行い、その分析を進めた (共同研究: 課題番号 16H02917) (図 4)。プロ演奏者が研究対象となるが、演奏データの収録と合わせて一個人の音楽に対する知識・経験の言語化において多くの知見が得られており、演奏データや演奏分析・言語化の方法論について整理を進めている。

(3) 音楽基礎力に応じた音楽生成システムのレベルデザインと評価

音楽経験や知識レベルに寄り添う形でのレベルデザインに関わるものとして、以下3つの取り組みを行った。

[a] 相対音感トレーニングシステムの開発と訓練メソッドの考案

提示された音の音高を再現、発声する能力が可能なユーザを対象者として、「音程」の視覚と聴覚によるフィードバック機能に基づき、さらには、マニュアルオペレーションによる微細なピッチ制御によって正しい「音程」の響きの体得を促す相対音感の習得支援システム RelPitch を提案した。

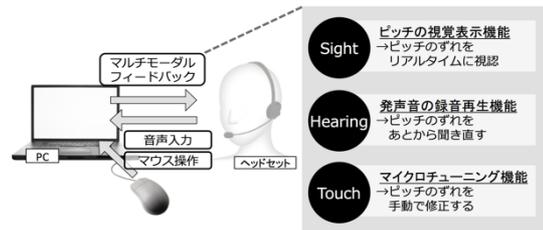


図5 相対音感トレーニングのコンセプト

[b] 音楽リズムとタイピングを同期させた演奏ゲーム

音楽演奏に沿ってタイピングスコアを競うタイプのゲームは、プログラミング学習の題材としても人気が高く、多数存在する。しかし、従来ゲームでは文字タイピングを優先するとメロディのリズムに対する配慮がされず、かといってメロディのリズムを優先させると歌詞が入力対象とならない。ここでは、歌詞タイピングを音楽演奏に見立て、正確かつ高速な文字入力を目指すと同時に、音楽演奏としてのタイピングを考慮したカラオケ感覚の演奏ゲームを考案した。



図5 TypeSinger 演奏画面

### [c] 情報処理技術のパフォーミングアートの現場活動への活用に向けた事例

パフォーミングアートの現場では、音楽に合わせた様々な活動が行なわれている。このような現場のために、音楽再生を制御したり、音楽に応じた活動を記録し認識するなど様々な音楽情報処理技術が役立つ可能性がある。本デモンストレーションでは、題材の一つとしてダンスを取り上げ、活動内容に適した音楽情報処理技術の浸透のためにどのような課題や方法が必要であるか議論を行った。

例として、能動的音楽鑑賞サービス Songle や、簡易版動画比較アプリ dance twice などの音楽情報処理技術を含むシステムを複数取り上げ、これらのシステムが現場の活動でスムーズに活用されるための要件を議論した。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 4 件)

- (1) 内田千尋, 橋田光代: **TypeSinger**: 歌うように“弾く”歌詞タイピングゲーム, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2015 論文集, pp. 247-250 (2015)
- (2) 岩橋亮人, 橋田光代, 片寄晴弘: ポピュラー音楽の頂点音における母音の出現頻度に関する分析, 情報処理学会研究報告 音楽情報科学 Vol. 2016-MUS-110, No. 13 (2016)
- (3) M. Arai, T. Matoba, M. Hashida and H. Katayose: Revealing Secret of "Groove" Singing: Analysis of J-pop Music, Sound and Music Computing (SMC) 2016
- (4) 橋田光代, 兼口敦音, 中村栄太, 古屋晋一, 小川容子, 片寄晴弘: ピアニストの演奏解釈を記述した演奏表情データベースの構築, 第 116 回 音楽情報科学研究会(夏のシンポジウム) (2017)

[学会発表] (計 10 件)

- (1) 橋田光代: 聴取を通じた演奏表現の把握と楽譜アノテーション, 「でモンストレーション: 音楽情報処理の研究紹介 XIV」、情報処理学会研究報告 音楽情報科学 Vol. 2015-MUS-108, No. 3
- (2) 内田千尋, 橋田光代: **TypeSinger**: 歌うように“弾く”歌詞タイピングゲーム, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2015 論文集, pp. 247-250 (2015)
- (3) 橋田光代: 音楽生成システムの利用事例からみる音楽的能力の不一致, 日本音楽教育学会 第 46 回宮崎大会 (2015)
- (4) 橋田光代: 情報学的音楽知識の習得アプローチ, CEDEC2015 パネルディスカッション「エンターテインメントを深化さ

せる音楽情報処理研究」(2015)

- (5) 橋田光代, 西村拓一: パフォーミングアートの現場活動における音楽情報処理技術の浸透へ向けて-ダンスの例-, 第 112 回 音楽情報科学研究会(夏のシンポジウム)(2016)
- (6) 橋田光代: パソコン, スマートフォンにおける音楽アプリケーションの現状, 日本音楽教育学会第 47 回大会 (2016)
- (7) 福本愛由星, 橋田光代, 片寄晴弘: **RelaPitch**: 歌って鍛える相対音感習得支援システム, エンタテインメントコンピューティング(EC)2016
- (8) 長谷川, 杉浦, 稲見, 片寄, 阪口, 佐々木, 杉本, 橋田, 星野, 三武, 水口, 築瀬: EC42-第 10 回のメタ研の報告, 第 43 回 エンターテインメントコンピューティング(SIGEC)研究会, (2017)
- (5) M. Hashida, E. Nakamura, S. Furuya, Y. Ogawa, H. Katayose: Constructing a Music Performance Database with Phrase Information, International Symposium on Performance Science 2017
- (9) 橋田光代: フレーズ表現を多角的に俯瞰するための演奏表現支援システム, 第 118 回 音楽情報科学研究会 (2018)

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

橋田 光代 (HASHIDA, Mitsuyo)  
相愛大学・音楽学部・准教授  
研究者番号: 20421282

(2) 研究協力者

片寄 晴弘 (KATAYOSE, Haruhiro)  
関西学院大学・理工学部・教授  
研究者番号: 70294303