

研究報告

身体動作による創作・演奏ウェブアプリ 《音たっちくん》の制作と音遊びの応用

藤井 久隆, 上原 彩愛, 印南 智樹, 濱野峻行

Kuryu FUJII, Ayana UEHARA, Tomoki INNAMI, Takayuki HAMANO

国立音楽大学 音楽学部 演奏・創作学科

Department of Performance & Composition, Faculty of Music Studies,
Kunitachi College of Music

概要

中高生を対象とした ICT による音楽創作・演奏体験にはより一層の多様性が求められる中、ウェブテクノロジーや身体動作に関する技術の活用は幅広いユーザーに対して音楽的インタラクションを形成しうるものになる。本研究では発表者らの共創開発チームにより、ウェブブラウザで遊ぶことのできるサウンドアプリケーション《音たっちくん》(おんたっちくん)を制作した。このアプリはウェブベースで TensorFlow.js による身体動作検出のための学習済みモデルを採用しており、ユーザーは音素材を画面上に配置し、カメラに向かって指をかざして演奏することができる。アプリの特徴には直感性・手軽さ、身体動作との同期による演奏感、創意工夫の自由度・協同性などが挙げられる。これらの観点に基づき、実際に高校生を対象として行った協同創作ワークショップで見られた創発的な知見も含め、音遊びの活用提案を行う。

1. 音楽アプリ制作に至るまで

1.1. アプリ制作プロジェクトの立ち上げ

本研究は 2023 年夏、筆者らが所属する国立音楽大学内で行われた高校生向けワークショップをきっかけに始めた。ワークショップの教育目標には、ICT を活用した音楽表現の特質と楽しさを参加者に理解してもらうことを定めていた。また音楽表現そのものを作るのではなく、プログラミングによって音楽が生まれる仕組み、システムを作ることが新しい音楽体験につながることも併せて理解してもらいたい意図があった。

そこで筆者らは創作表現手法の研究を行うことを計画し、後述の各種教育向け音楽表現手法の現状課題を踏まえ、より高い効果と有用性を持った音楽創作・演奏アプリケーション(以下、音楽アプリ)の制作を検討するに至った。

1.2. 教育向け音楽創作表現ツールの現状

世界的な STEAM 教育の高まりによって、社会課題の解決や価値創出につながる創造的思考の養成が求められている(山崎 2020)。STEAM 教育は教科横断的な学習を前提としており、音楽科においても主に小中学生を対象に様々な教育場面での ICT 活用が提案されている(瀧川 2022)。またプログラミング教育の文脈から、教育向けプログラミング環境 Scratch¹を用いた音楽創作の事例が見られる(福島 2018)。

一方、高校生までを対象に含めようとする、创作的欲求に応えられる表現力を持つツールは既存のデジタル・オーディオ・ワークステーション(DAW)や音楽プログラミング環境を除き、選択肢が非常に限られる。問題の背景には次の要因があると考えられる。

- ICT 教育普及の科目間の不均衡
他科目と比較して、音楽教育においては ICT 利用が遅れる傾向がある(田中 2012)。
- 音楽教育のデジタル化の難しさ
指導内容を教える際に、楽譜を見て歌ったり、リコーダーの模範演奏やピアノ伴奏をするという演奏技能が教員に求められる。それに加えて、評価するための音楽知識も求められる。(坂本 2015)
- 楽器演奏と創作への心理的ハードル
西洋音楽の規範に基づく楽譜中心の演奏や創作において、評価基準が厳しく、生徒に上手・下手の意識や心理的ハードルを生む。
- デジタルツールの複雑さと理解の障壁
DTM などの音楽創作ソフトの利用において、コンピュータに不慣れな人が直面する複雑なインストールや操作、記譜法の理解の障壁が存在する。

¹ Scratch - Imagine, Program, Share <https://scratch.mit.edu/>

高等学校学習指導要領(文部科学省 2018)の音楽においても創作は歌唱・器楽に並ぶ表現領域の一項目に位置づけられている。ICTの活用によって、高度な専門知識に依らずとも能動的に参加しやすい創作表現の環境をつくることが望まれる。

1.3. アプリ設計のための参考事例

前述の課題に応えられる音楽アプリのあり方を検討するにあたり、2つの視点からの事例を参考にする。

参考事例 A：音楽科での実践から

音楽科での実践として、音楽科の教科書と楽譜の表記に着目し、内容理解を助けるデジタルデバイスの応用方法が検討された例がある(眞壁 2015)。授業内容の視点では、音楽とは異なる分野からの音楽創作アプリを作成し、ワークショップ形式で行われたものがある。例えば、絵を書いてそれに対応して音が発生するもの(後藤 2013)、Scratch を活用して音を鳴らすもの(萩野 2022)、スマートフォンのジャイロセンサーを活用した事例(宮島 2022)などがある。これらは音楽の概念を視覚や他の感覚的要素に対応づけることで学習を促すという共通点がある。

参考事例 B：音楽ゲームから

また既存の音楽教育とは別の文脈から、デジタルメディアを活用した音楽の遊び、音楽ゲームに着目した。

特に近年の音楽ゲームの傾向として、カメラによる画像認識や AR/VR デバイスを利用したセンシング技術により、身体動作に連動させるものが増えてきている。例えばゲームセンターでの設置型ダンスゲーム(株式会社コナミアミューズメント 2018)や、VR ヘッドセットシステムによる 3D リズムゲーム(Beat Games 2019)、また動画共有サイト上でスマホの顔認識により音を鳴らすエフェクト(TikTok 2016)などがある。

身体動作のセンシング技術はいまや手軽に利用できる状況にあり、音楽的にも専門知識を必要とせず演奏と結び付けられる点において魅力的である。しかし音楽創作という面である程度の表現の自由度を持ちつつ身体動作と演奏を関連付けた例は確認できなかった。

1.4. 解決策の提案：アプリ制作の計画

上記事例を参考に、本研究で制作する音楽教育アプリケーションの要件を次の 3 点のとおり定めた。

1. 一体型の音楽教育プログラム構築

音楽の習熟度(知識・技能)に関係なく取り組み、かつ演奏・創作・鑑賞などの学習項目を分離せず一体となった学びが得られるような環境を整える。

2. 身体性を活かしたアプローチ

身体性を軸に、生得的に身に着けている知識を活かすアプローチを採用し、生徒が自然かつ直感的に取り組める環境を整える。

3. 新しい音楽体験の提供

音楽の楽しさや興味を引き出すため、一般的な楽器とは異なる音色や見た目、演奏方法にも焦点を当てるようにする。既存の音楽の概念にとらわれず、これまでにない新しい音楽を創作することにも意識が向けられるようなものにする。

本音楽アプリは後述のとおり実装後に高校生向けワークショップで試験的に活用し、フィードバックを得て考察を行った。

なお本研究では高校生向けのアプリケーションを開発するにあたり、3人の学生メンバーと教員との共創によって開発を行った。多くの高校生が楽しんで使えるアプリケーションを制作することを目標に、異なる文化と音楽のバックグラウンドを持つメンバーが集まり、アイデアやスキルを共有し合うことで幅広い視点から議論を積み重ねるプロセスを重視した²。

2. 音楽創作・演奏アプリケーション《音たっちくん》

2.1. アプリケーションの概要

本研究で制作した音楽創作・演奏アプリケーション《音たっちくん》(おんたっちくん)は、ウェブカメラ付き PC があればすぐに体験可能なウェブベースのサウンドアプリケーションである。ウェブブラウザで起動することができるため、アプリケーションのインストールは必要ない。ユーザーは音素材を画面上に配置し、カメラに向かって指をかざして演奏することができる。どのような音素材をどこに配置し、どのように演奏するかによって多彩な音楽表現を生み出すことが可能である。

2.2. 音たっちくんの遊び方(1) 起動

Google Chrome ブラウザを開き、音たっちくんのリンク(<https://st.kcm-sd.ac.jp/public/ontouch/>)を入力することで起動することができる。タイトルペー

² 実際の分担は主に、藤井がプレイ機能の実装、上原が音楽とビジュアルデザイン、印南が UI/UX デザイン、濱野がシステム基盤開発と統括を担った。

ジのスタートボタンを押すことで図1のような操作画面が表示される（カメラ使用の許可が必要となる）。

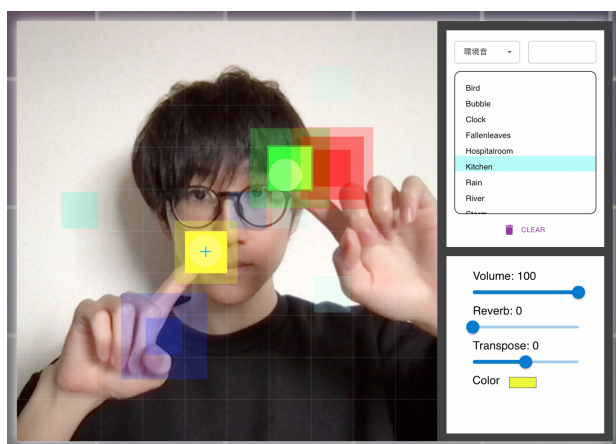


図1: 音たっちくんの画面

2.3. 音たっちくんの遊び方 (2) 創作のための編集

ユーザーは操作画面を通じて、演奏のための音が鳴る仕組みを定義する。操作画面は大きく分けてメインキャンバス、音選択リスト、パラメータリストの3つに分かれている。それぞれの画面が持つ役割を説明する。

メインキャンバス

画面左側にあるカメラの映像の上に10×10のグリッドが重なっている画面である。音を配置したいグリッド上のパネルを選択すると十字のカーソルが表示され、そのパネルに対する音の設定を変更できるようになる。パネルは色を変えることもできる。

音選択リスト

画面右上側のリストの項目を選択すると、グリッド画面で選択中のパネルに音源を設定することができる。環境音や声など多種多様な音源が用意されており、音探しを行うのに役立つのが絞り込みツールと検索ツールである。音選択画面左上の四角をクリックすると、音源それぞれのジャンルごとに絞り込むことができ、右上の四角にテキストを入力すると音源名で検索をかけることができる。

パラメータリスト

画面右下側のリストのパラメータを操作すると、グリッドに割り当てた音や見た目の設定をすることができる。音の調整パラメータには Volume、Reverb、Transpose が用意されている（表1）。

表1: エフェクトの種類と効果

エフェクト	効果と調整方法
Volume	音量を調整することができる。0～100で調整が可能であり、0は無音、100は最大音量である。
Reverb	残響の量を調整することができる。0～100で調整が可能であり、0は残響なし、100は最大の量である。
Transpose	音のピッチの高さと速度を調整することができる。デフォルトが0で、-12(1オクターブ下)～12(1オクターブ上)の範囲で調整が可能である。

2.4. 音たっちくんの遊び方 (3) 演奏

カメラ画像に指が映るようにかざすと、人差し指が認識され、円形のカーソルが指の先端に追従して表示される。前工程で設定したグリッド上のパネルに対し、人差し指の先端がパネルに触れるように動かすと、触れたタイミングでパネルに割り当てた音がエフェクトとともに再生される。

人差し指は同時に6点まで認識可能であるため、例えば3人同時に両手がカメラに映り込むようにして一緒に演奏を楽しむこともできる。

2.5. システムの詳細

音たっちくんでは、カメラ画面上の指の座標を取得するために TensorFlow.js³ を使用した。TensorFlow.js は、ブラウザ上で機械学習を利用するための JavaScript ライブラリである。カメラの入力画像に対してはハンドトラッキングのための学習済みモデル⁴を適用し、取得した手指の関節などの座標から人差し指先端の座標のみを使用し、円形カーソルが追従するようにした。

音合成には Web Audio API を使用し、多数の音源の再生とエフェクト処理が行えるようにしている。

3. アプリケーションの実践活用

3.1. 高校生向けワークショップでのトライアル

制作したアプリケーションは、国立音楽大学内で行われた高校生向け創作ワークショップで試験的に活用した。参加者は3人ずつのグループに分かれ、仮想のサウンドスケープ（音風景）制作を課題として創作に取り

³ TensorFlow.js | JavaScript デベロッパー向けの機械学習
<https://www.tensorflow.org/js>

⁴ GitHub - tensorflow/tfjs-models: Pretrained models for TensorFlow.js
<https://github.com/tensorflow/tfjs-models>

組んでもらった。事前に用意したワークシート（図2）に沿って、参加者は音の空間のコンセプトを考え、選択した音の素材と構成を使ってグループ内で協力してサウンドスケープを制作した。同時に、演奏の時間の使い方や動きの工夫についても考え、実際に体を動かして音を出しながら試行錯誤した。ワークショップの最後には各グループが順に、制作したサウンドスケープを全身を使って演奏発表し、互いのグループのパフォーマンスを鑑賞した。

My Soundscape ～バーチャル音風景をつくろう！～

今回この講座のために、コンピュータ音楽専修の学生が音楽創作アプリを開発しました！

→ アプリを使って、チームでサウンドスケープ（音風景）をつくってみよう。
→ 最後に全身をつかって演奏パフォーマンスをしましょう。

チームメンバーと挨拶しましょう

↓

テーマ
コンセプトぎめ

作品の構成

制作のポイント

- 素材選びと配置
- エフェクト効果
- 複数のスピーカーを活用した立体的な響き（メンバーの分担）

Q. どんな場所、音の空間をつくりたいですか？
実際にはない空想の場所でもかまいません。

使いたい素材を書きましょう。

構成のアイデアを書きましょう。

↓

パフォーマンス

Q. どのような時間構成、動きにすると面白いでしょうか？
チームメンバーとの連携も考えてみましょう。

図 2: ワークショップのワークシート

3.2. アプリ活用による効果

前述の創作ワークショップで観察された本音楽アプリの活用として、まずアプリ制作側の想定を超えたパフォーマンスの工夫が見られたことが挙げられる。例えば演奏するカメラを向かい合わせにすることで演奏の見せ方を工夫したり、パネルの色や配置で絵を書くなど、参加者が自らアイデアを出し合いながら新しい演出を試みた。これらはアプリ制作時には予想されていなかった表現方法であり、非常に興味深い結果となった。

また、どの参加者も楽しそうに交流しユニークな演奏アイデアを生み出したことから、音たっちくんの体

験設計から生まれた音楽創作の楽しさ、遊びの要素に一定の普遍性がある可能性が浮かび上がった。勉強ではなく自然な遊びのかたちでアプローチできる環境を提供することで、ユーザーの多角的な創作的思考を促すことにつながり、音楽創作体験に広がりを持たせられること示唆された。

これらの根底には、アプリの設計で意図した操作の手軽さが効果を発揮したこと、身体動作との同期による演奏感が直感的な楽しさに結びついたこと、創意工夫の自由度や協同性が次々と新しい発想を促すことにつながったことなどがあると考えられる。

4. 音たっちくんによる音遊び

4.1. 創作に関する発想の分析

前項のワークショップでの実践を参考に、ここでは音たっちくんを用いた創作表現の発想を整理し、遊び方の提案を試みる。ワークショップでは制作課題を課しながらもほとんど遊びのようなかたちで、参加者から様々な創作に関する発想を引き出すことができた。具体的な発想は表2のように分類できる。

表 2: 音たっちくんでの創作発想の分類

分類	発想の具体例
共創的発想	グループ内の役割分担（時間セクションで分担、または音楽パートで分担）、2,3人で動きの連動、PCの使い分け（1台で3人同時演奏、または複数台同時利用）
動きの発想	身体の使い方（全身、または指のみ、ポーズを取る）、繊細・技巧的なコントロールによる演奏、リズムに合わせたタイミングのコントロール
視覚的発想	パネルの配置（配置を利用して絵を描く、色合いでストーリーを表現）
音楽的発想	パネルの配置（類似の音を近くに並べて楽器としての機能性をもたせる、画面上の空間を時間構成に対応付ける）、音楽のスタイル（絶対音楽的なものと標題音楽的なもの、楽器的要素と効果音・背景音の使い分け）
物語的発想	具象的なストーリーの構築（場面設定、登場するキャラクター）

参加者からこれらの多様な創作的思考を促すことに成功した要因として、3つのポイントが考えられる。

1. 身体的なフィードバックの効果

音と身体の関係が理解しやすく楽器の演奏に必要な身体的な技術が不要であるため、より自由な動きのアイデアが生まれた。

2. 音素材の多様性

ジャンルにとらわれない音素材の導入により、身近な音素材と異なる音を組み合わせ、新しい表現を生み出す契機となった。普段聞き慣れないシンセサイザーや効果音のような音素材も実験的発想を引き出す助けとなった。

3. 音楽の習熟度によらないアプローチの多様性

音楽の知識を持たない者でもすぐに参加可能であるし、もちろん知識を持っている者であれば音階やハーモニー、リズムといった理論を表現へ活かすことが可能になる。多様な体験者の持っている考え方を活かすことができたといえる。

4.2. 音遊びの提案

音たっちくんのより効果的な活用を目指し、先の発想分析をもとに、音遊びの発展型を2点考案した。

(1) 音で物語を紡ぐ『ライブサウンドドラマ』

はじめに、チームで短い物語を作成するか既存の物語を選ぶ。物語のイメージに合う色や配置位置を意識して効果音を選択する。物語の朗読に合わせながらジェスチャーをし、効果音を再生させる。発表時には物語の登場人物や状況の変化に合わせて朗読する人、ジェスチャーで効果音を再生させる人を入れ替えることでチーム演出が可能になる。例えば、桃太郎の物語を題材とし、桃がどんぶらここと流れてくるシーンで、流れるようにゆらゆらと手を右から左へ動かすジェスチャーと効果音を合わせてみるといったような方法が考えられる。

(2) 全身で大自然を奏でる『風景楽器』

架空の楽器によるパフォーマンスを行う。例えば、パネルを魚をイメージした色と形に設定し、音も海を連想させる効果音やスティールパンなどの楽器音を配置する。チームで海に関連する動き（魚、海藻、タコなど）をしながら演奏する。キラキラした音は上、深海をイメージした音は下に配置することで音の高さとパネルの高さを揃える方法、演奏時間によって鳴らす音を変えて展開を作ってみるといった音楽知識を演奏表現に対応させるといった方法が考えられる。

両案のポイントとしては、身体を動かしながら好きな世界観を表現できることが共通点として挙げられる。さらにアプリを介した共創により互いに発想を広げ、作品のオリジナリティが自己効力感にもつながりうるという点で、アクティブラーニング的なアートワークショップの手法を取り込める可能性も含んでいる。

5. 課題と今後の可能性

実践と考察を通して、以下の改善を検討している。

導入のハードルの低減

アプリ内にデモンストレーションがないため、ワークショップのような導入がないと最初に何をしたらよいものであるのか伝わりにくい。そこで簡単なプリセットやデモンストレーションの要素を追加して最初に使用するときの理解を手助けする機能を追加したい。

学びのフィードバック

音たっちくんでのパフォーマンス後に得られた学びが、具体的に認識しにくい状況がある。学びが「楽しかった」で終わってしまうことが懸念され、何を学ぶべきかの教育目標の設定をその都度検討する必要がある。そのためパフォーマンス後に得た学びを具体的に記録し、ユーザーが自分の成長を確認できる仕組みを導入したい。

発展学習への誘導

音たっちくんを用いた学びをさらに発展させるためには、別の音楽制作ソフトへの応用やさらなる音楽学習への適切な導入が求められる。そこで音たっちくんの創作体験につづくかたちで、さらなる音楽の学習や制作への誘導を行う情報や機能を組み込むことを検討したい。例えば、音色などの発見からシンセサイザーや楽器などへの興味につなげることができる可能性がある。

6. まとめ

中高生を対象としたデジタルメディアによる音楽創作・演奏体験の多様性に焦点をあて、ウェブテクノロジーや身体動作に関する技術を活用し《音たっちくん》という音楽アプリを制作することができ、より広範なユーザーに向けてインタラクティブな音楽の創作体験を提供することができた。実際の高校生を対象としたワークショップでは、このアプリによって生まれる多数の創発的な知見が得られ、それらの発想をもとに遊び方の提案を行った。本研究を起点として、音楽の学びと遊びの和がより多くの人に広がることを期待する。

7. 参考文献

- 山崎貞登.2020.「日本発 STEAM 教育と小学校コンピュータ教育の教科化-デジタル・AI・科学・技術リテラシー育成-」『日本科学教育学会第 44 回年会論文集』, 49-52.
- 瀧川淳 編著. 2022. 『1 人 1 台端末でみんなつながる! 音楽授業の ICT 活用ハンドブック』. 明治図書出版.
- 福島耕平・勝井まどか・下村 勉. 2018. 「小学校音楽科におけるプログラミングソフト Scratch を活用した旋律づくりの試み」『コンピュータ & エデュケーション』VOL.45 2018, 61-66.
- 田中健次 (茨城大学教育学部). 2008. 「〈日本の教科書のこれからを考える〉音楽科における ICT の活用と教科書の行方」『音楽教育実践ジャーナル』vol.9 no.2 2012.3.
- 坂本暁美. 2015. 「音楽を教えることに不安を感じる教師にとってのデジタル教科書の可能性-教員養成課程の学生の模擬授業を通して-」『四天王寺大学紀要』第 60 号,245-258.
- 文部科学省. 2018. 「高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）解説 芸術（音楽 美術 工芸書道）編音楽編 美術編」平成 30 年 7 月, https://www.mext.go.jp/content/1407073_08_2.pdf. (2024 年 2 月アクセス)
- 眞壁豊・加藤隼人. 2015. 「デジタル楽器による音楽教育の可能性」『東北文教大学・東北文教大学短期大学部紀要』第 1 号,25-38.
- 後藤沙織・水野慎士. 2013. 「らくがっきー：絵と音を融合したデジタルコンテンツの提案」『情報処理学会研究報告』,Vol.2013-MUS-98 No.24.
- 萩野真紀・須曾野仁志・大野恵理・榎本和能. 2022. 「Scratch(スクラッチ)による教科横断型の音楽創作活動」『三重大学教育学部研究紀要』第 74 巻 第 1 号 教育実践 (2022) 169-172 頁.
- 宮島明彦 (法政大学情報科学部), 伊藤克亘 (法政大学情報科学部). 2022. 「Android 端末を用いた直感的インターフェースを持つ楽器アプリケーションの作成」『情報処理学会第 74 回全国大会』2S-9, 2-357-2-358.

8. 参考作品

- 株式会社コナミアミューズメント.
2018. 「DANCERUSH STARDOM」
<https://p.eagate.573.jp/game/dan/1st/entrance.html>.
(2024 年 2 月アクセス)

Beat Games. 「Beat Saber - VR リズムゲーム」
<https://www.meta.com/jp/quest/beat-saber/>.
(2024 年 2 月アクセス)

Bytedance. 「TikTok」<https://www.tiktok.com> (2024
年 2 月アクセス)

9. 著者プロフィール

藤井 久隆 (Kuryu FUJII)

2001 生まれ、国立音楽大学音楽学部演奏・創作学科コンピュータ音楽専修所属。大学時代より現在にかけてコンピュータを用いた音響作品やサウンドアプリケーションの制作を行っている。

上原 彩愛 (Ayana UEHARA)

2003 年東京都出身。国立音楽大学音楽学部演奏・創作学科コンピュータ音楽専修所属。大学入学時から現在にかけて、観客と作品の固定化された関係について考察。コンピュータを用いた作品による表現も行っている。

印南 智樹 (Tomoki INNAMI)

2003 年生まれ。国立音楽大学音楽学部演奏・創作学科コンピュータ音楽専修所属。プログラミングを用いた音楽表現の拡張、3DCG を用いた映像作品の制作、アプリケーションの制作などを行っている。

濱野 峻行 (Takayuki HAMANO)

国立音楽大学音楽文化デザイン学科卒業。オランダ王立音楽院ソノロジー研究科修士課程修了。2014 年まで、科学技術振興機構 ERATO 岡ノ谷情動情報プロジェクト研究員。東京芸術大学大学院美術研究科後期博士課程修了。現在、国立音楽大学音楽学部演奏・創作学科コンピュータ音楽専修准教授、兼、株式会社 cotton 最高技術責任者。



この作品は、クリエイティブ・コモンズの表示 - 非営利 - 改変禁止 4.0 国際 ライセンスで提供されています。ライセンスの写しをご覧になるには、<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/> をご覧頂るか、Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA までお手紙をお送りください。