

楽器音源の NFC タグカードを用いる即興的かつ直感的な 楽曲作成アプリの幼児教育での活用評価

川崎以七海^{†1} 岩井将行^{†1}

概要: スマートフォンの普及により、子どもが遊べる音楽コンテンツも増えている。しかしリズムを用いた、ゲーム性のあるアプリケーションや、1つの楽器のみ音を出力するアプリケーションでは、音楽が各楽器による組合せのもとに成り立っていることに注目することは出来ない。そこで、子ども向けの演奏アプリケーションとして、スマートフォンと NFC タグを用いてインタラクティブなコンテンツを作成した。NFC タグカードの読み込みにより、複数音源を合成しながら音楽を作成していく。またスマートフォンのセンサをトリガとした効果音を、ユーザが自由に加えることで、楽譜が読めなくても合奏体験が可能なシンプルな音楽学習システムである。作成したアプリケーションは体験してもらい、アンケート結果から改良を加えた。そして更にそのアプリケーションを体験してもらい集計した改善点を提案する。

キーワード: NFC, 児童学習, 音楽教育, 音源合成, スマートフォンアプリ

A Practical Evaluation about NFC-tag based Improvised and Intuitive Sound Source of Instrumental Composition Application at the Scene of Kindergarten Music Education

INAMI KAWASAKI^{†1}

MASAYUKI IWAI^{†2}

Abstract: Since smartphones are popular, a growing number of music content for children. There are music applications by rhythm and by the sound of one musical instruments. However, these applications cannot understand that music is made up by a combination of instruments. Therefore, I have created the interactive content using a smartphone and NFC tag as a music application for children. The application can make music by combining the sound source by reading the NFC tag card. Moreover, the user can freely add sound effects by using the smart sensor. Thus, it is a simple music learning system that user is able to experience of ensemble. I had improved it from the results by taking the questionnaire. Finally, I suggest new improvements to the current improved application from the survey results.

Keywords: NFC, Children Learning, Music Education, Sound Synthesis, Smartphone Application

1. はじめに

スマートフォンの普及により、子どもが遊べる音楽コンテンツも増えている。音楽学習の面において、楽器演奏は楽器自体が高価であり、触れる機会の少なさからハードルが高いといわれている。スマートフォンアプリなどで楽器を演奏できるものも多いが、鍵盤の位置やある程度の楽典の知識がないと演奏することが出来ない。またそのようなアプリでは単一楽器になり、音楽の各要素について体験することが出来ない。そのため我々は、気軽に利用でき、楽器や音楽への興味関心を持てるような、安価でシンプルな子ども向け音楽学習アプリを提案する。

本アプリは、NFC タグを読み込むことで音源を再生し、複数の音源によって音楽を作ることができるアプリである。演奏技術が無くとも音楽を作ることができ、楽しんで楽器の音を学ぶことを目的としている。従来の画面操作のみで行う没入型ではなく、タグをかざすことや、スマート

フォンを振るなどといった体感型アプリにした。タグに絵やアイコンを貼り付けることでイメージを湧かせ、擬似的に楽器を演奏することや音源をミキシングする楽しさを、NFC タグの導入により実現した。

1.1 楽器教育の IT 化について

楽器教育に関しては全ての楽器を揃えることはコストがかかるため、映像を見せるなどの方法が考えられる。しかし、それらの方法では音源が合わさった時に音がどう影響を与えあい、曲らしくなるのか、聞いていて心地よい曲になるのかといった実体験は経験することができなかった。また iPhone などのアプリを用いて可動させることができるが、タップのみで操作することに対して教育的な観点から自分で楽器を操作することの対する希薄な感覚がある。

2. 関連研究

岩谷らは[1] ギター、ピアノといった楽器演奏する動作に、楽器音による聴覚情報、拡張現実感技術による視覚情

^{†1} 東京電機大学 未来科学部 情報メディア学科
Tokyo Denki University Department of Information Systems and Multimedia Design

報, ウェアラブルな触覚提示デバイスからの触覚感覚をユーザに提示することで, 高い没入感を演出するエア楽器演奏システムを提案している. 拡張現実にはコストがかかると共に, 子ども向けとしては理解が難しい. その点 NFC 音楽学習システムには単純さと直感性がある.

橋田ら[2]は, 音楽の新しい楽しみ方や体験を提供する効果的なメディアとして, ユーザが自由に創意を發揮する事と即興的音楽表現に必要な技法に気が付き練習することを, 違和感なく促すシステムを整理し, 数多く提案されている. 即興的な音楽表現システムの中で, 技法習得を伴う創意發揮を実現するシステムの位置づけを歴史・エンタテインメント・教育の観点から行っている.

さらに該当する事例の比喩的検討を通じ, 技法の自発的な練習を促すための効果的な支援・デザインについて議論を行っている. 本論文で明らかにされているが, 「支援のタイミング」と「教示の種類」が重要である, この点で本システムが子ども向け教材として分かりやすいシステムを目指している.

3. アプリケーションの作成目的

3.1 本アプリケーションの狙い

(1) ターゲットユーザとシナリオ

教育教材としての使用

ターゲットユーザ: 小学校低学年

授業の一環として楽器について学ぶ際に, 楽器ごとの音の特徴や, 演奏中の役割を以下の方法で知ることができる.

まず, カードを1枚かざすことでカードに書いてある楽器の音色を認識できる. 次に, 楽器を増やしていくことで, 演奏中にどの楽器がメロディを担当し, どの楽器が伴奏を担当するのかを把握することができる.

これらを行うことにより, 楽器を視覚と聴覚で理解することができるので, 楽器や音楽への興味関心が高まるのではないかと考える. また, この楽器の重ね合わせは生徒が自由にカスタマイズできるので, より生徒の意欲性を掻き立てる.

家庭での音楽体験としての使用

ターゲットユーザ: 3~6歳頃までの幼児

幼稚園などではタンバリンや鍵盤ハーモニカなどの楽器を実際に体験することが出来るが, 家庭では音量の問題や楽器の用意が出来ない場合もある. 本アプリでは, 楽器の音が鳴り, 振ると音が出るが, 音量を自身で調節できるので使用しやすい.

また, 流れる音楽に合わせて, 一つの媒体でいろんな楽器を体験することができ, 楽器を始めるきっかけや感受性を伸ばすきっかけになるのではないかと考える.

(2) 音楽アプリケーションとしての位置づけ

リズムゲームや単一楽器の音を出力するアプリケーションでは, 音楽を楽しむことはできるが, 各楽器の作用を感

じることはできない. 本アプリとの違いはユーザが自ら音楽を作り上げていく過程に着目した点である.

4. 事前調査について

4.1 事前調査

我々は, 作成したアプリケーションに改良を加えるべく, 10人のユーザに体験してもらい, 改善点と面白かった点をあげてもらったアンケートを実施した.

(1) 改善点

NFC タグカードについて

- ・端末をカードにタッチするのではなく, カードを端末にタッチする方がやりやすいと思った.

- ・タッチの感度があまりよくないため, よくすべき.

- ・楽器の絵をカラーで楽器名が書かれ, イラストの方がわかりやすいと思った.

音について

- ・同じ楽器に違うパターンがあると良いと思った.

- ・子ども向けにするのであれば誰もが知っているような分かりやすい曲が良いと思う.

- ・もっと子ども向けの楽器(カスタネット, タンバリン等)があると良いと思った.

インタフェースについて

- ・音源の ON, OFF がわかりづらい時がある.

- ・ON と OFF しかないのでタイミングがいじれないこと.

- ・センサー(加速度など)を用いてなる音のパターンを変えたら良いのではないかと考える.

(2) 面白かった点

動作について

- ・タッチという直観的な操作.

- ・インタラクション要素が面白い.

- ・自分の身振り等の動きで音楽を作るというコンセプトは面白い.

音について

- ・だんだん楽器の音が増え, 曲となっていくところ.

- ・音の組み合わせが多くあり楽しい. どんな組み合わせでもかっこいい音楽が作れた.

その他

- ・少しだけ自分が演奏している気になれた点.

- ・子ども向けの着眼点が良かった. 非常にわかりやすい.

- ・応用として親子で演奏でき, 簡単に楽しめそうと感じた.

- ・シンプルなところが良い

(3) 改善後アプリケーション

アンケートより以下のことを改善した.

NFC タグカードについて

- ・端末にカードをタッチする.

- ・LED 付き NFC タグカードに変更し, 認識を分かりやすくした. (図1参照)

- ・カラーのイラストに楽器名を記載した. (図2参照)



図 1 LED 付きタグカード 図 2 カラー楽器イラスト音について

- ・複数の楽曲から選択できるようにした.
- ・子どもに馴染みある曲も追加した.
- ・ボタンやジャイロセンサで打楽器の音を追加した. (図 3 参照)



図 3 おとボタンカード

インタフェースについて

- ・画面に楽器のイラストを OFF 時に白黒, ON 時にカラーにすることで判別しやすくした.
- ・ジャイロセンサを用いて新たな動き鳴らす音を追加した.

5. アプリケーションの設計

5.1 NFC について

NFC[3] (Near Field Communication) は FeliCa と Mifare の上位の共通通信方式として ISO/IEC18092 に制定・標準化された. NFC は, ソニーと NXP (旧フィリップス) が開発した無線通信規格で次世代国際標準規格として非接触 IC カードの共通規格・スタンダードとなっている. 交通系 IC カードや「おサイフケータイ」[4]等に使われ一般的に普及している.

5.2 NFC タグ



図 4 NFC タグ

NFC タグ (図 4 参照) はチップ, アンテナ, 紙などの台紙から成り立っている. アンテナはタグの近くにきたスマートフォンから発信される電波エネルギーを取り込む. このエネルギーによりチップに電気が供給され始動し, スマートフォンとまずは最低限のやりとりをする. NFC はエネルギーの受け取りとデータのやりとりに同じ電波を使うので, やりとりが単純化され NFC タグの読み取りに通常は 1 秒とかからない.

5.3 音源ミックスモジュール

ここではアプリの音楽再生の仕組みについて述べる. 本アプリは NFC タグを読み込むことで音源を再生し, 複数の音源によって音楽を作ることができるアプリである. そのため, 複数の音源を同時に再生できる必要がある. 従って, 今回音楽再生においては, 複数の音源を再生することに最も適した SoundPool クラスを用いて実装を行った.

複数の音源を再生し, NFC タグを読み取ることによって音量を制御することにより音楽作成を実現した. また音源の作成は楽譜ソフトウェア「MuseScore2」[5] (図 5 参照) を用いて作成した音源を波形編集ソフト「Audacity」[6] (図 6 参照) で編集した.

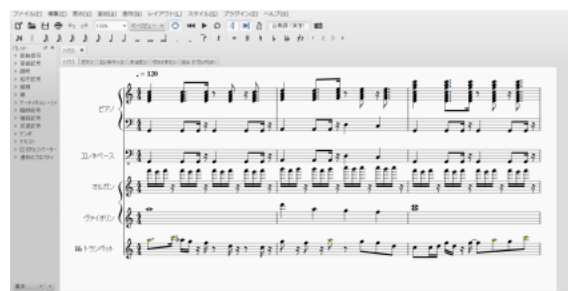


図 5 MuseScore2 音源作成画面

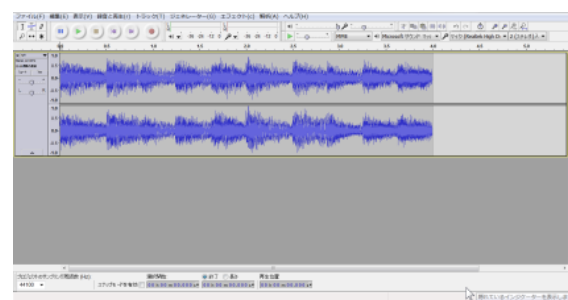


図 6 Audacity 波形編集画面

5.4 Android の音データ再生について

音データの再生には種類があり, 各クラスに特徴がある. 本アプリでは同時に複数の音データを再生するため効果音に適している SoundPool クラスを採用した.

(1) SoundPool クラス

AndroidAPI に含まれる音声再生ライブラリのひとつで, 特徴として 1 つのインスタンスで複数の音源を再生することができる. また, 先にメモリにロードしておいて音源を再生するため, 遅延が少ないことも特徴である. そのため, ゲームなどで再生時間が短い効果音を再生するときによく

用いられる。

(2) 対応音声ファイル形式

SoundPool クラスが対応している音声ファイルの形式は WAVE, ogg, mp3 となっている。mp3 については端末によっては再生されない場合があるため、本アプリでは WAVE 形式のファイルを用いている。

(3) 再生可能時間

SoundPool クラスの再生時間は約 6 秒となっている。そのために効果音などの短い音源の再生に向いている。

(4) 同時再生可能数

SoundPool クラスが同時に再生できる数は最大 256 個となっている。最大数を超えてしまうとエラーとなる

(5) その他の音声再生クラス

ストリーミング再生ができ、BGM 再生に適している MediaPlayer, 音データをバイト配列で再生し、プログラムから動的に作って再生する場合に適している AudioTrack, JET 形式のファイルを再生し、複数の音データを 1 つのファイルとして扱うことが出来る JerPlayer, などがある。

5.5 複数音源ミックスの仕組み

(1) 連続再生の仕組み

本アプリでは、120bpm (Beats Per Minute) の音源で 2 小節、4 秒の音源を用いており、2 つの SoundPool インスタンスを生成後連続再生し、その命令をループさせることで音楽を再生している。

Timer クラスを用いて 4 秒ごとに MusicTimer クラスを呼び出している。今回使用している音源は 120bpm の 2 小節のため秒数に直すと 4 秒になることから、呼び出しを 4 秒後と決め打ちにしている。だが、秒数は音源の bpm から計算で求めることができるため、異なるテンポにも対応できる。下記に、bpm から音源の秒数を求める計算式を記す。

$$\text{秒数} = (60/\text{bpm}) * \text{nm}$$

この計算式は音源の拍子 $n/4$ (n は自然数)、小節数を m とした場合である。 $n/2$ 拍子や、 $n/8$ 拍子時には bpm が何分音符を基準に記されているかの考慮が必要となる。

(2) 遅延の対策と改善方法

SoundPool クラスの音源は遅延が少ないが、まれに遅延が発生することがある。よって、各音源を個別にループ再生させるのではなく全ての音源を同時にループさせることにより 1 度起きた遅延を修正することが出来る。

(3) 複数音源再生・音楽制御の仕組み

SoundPool クラスによって同時に再生された音源を音量制御によって音源ミックスを実現した。まず、NFC タグを読み取り、タグの IDm に対応した音源を特定する。複数の NFC タグによって行われることで、複数の音源がミックスされ、音楽を作ることを実現した。

IDm[7]とは IC チップに記録され書き換えが出来ない固有の ID 番号である。IDm は 8byte(16 桁)の数字で、トレー

サビリティと個体識別を目的としてソニーが製造する IC チップに書き込まれ同じ番号が流通しないようにソニーが管理をおこなっている。編集は不可能であり比較的簡単に利用できることから、応用範囲が広く、この ID 番号を使ったアプリケーション・システムが広く普及している。

(4) 1 つの楽器で複数音源再生の仕組み

1 つの楽器タグ IDm で複数音源を再生するためには、曲タグ IDm を監視する必要がある。曲タグ IDm を受け取ると一度全ての音源の音量を 0 にし、その状態から受け取った楽器タグ IDm は現在選択されている曲タグ IDm によって再生する音源を決定する仕組みである。

6. アプリケーションの実装

6.1 アプリ起動画面

事前調査の中で「ON と OFF が分かりにくい」、「複数の曲が合ったほうがいい」というアンケート結果から、画面を注視する必要はないが、選択楽器や曲名、ボタンがタップ可能であるかの現状を把握しやすい確認用画面を作ることとした。(図 7 参照)



図 7 起動時画面

6.2 認識時の画面変化

楽器タグの選択がされていない状態では白黒(図 8 参照)で表示され、選択されるとカラー(図 9 参照)の画像を表示することでユーザの理解が明確になる。



図 8 楽器選択前画面 図 9 楽器選択後画面

6.3 ジャイロセンサ

ジャイロセンサは、物体の角度や角速度を測定するセンサである。Android 端末では x,y,z 軸の角速度を取得でき、本アプリでは一定値を超えると音が鳴る。

7. アンケート評価

改良後アプリケーションに関するアンケートを、幼稚園教諭 5 人を含む 25 人に実施した。(図 10, 図 11 参照)

(1) アンケートフォーム

- Q1: あなたの年代, 性別
 Q2: あなたは NFC という規格を知っているか
 Q3: 操作は直感的だと感じたか
 Q4: 操作が複雑か, 簡単か
 Q5: 作れる音楽に興味は湧くか
 Q6: もっと複雑な組み合わせを試してみたいか
 Q7: 個別の音源に興味を持てたか
 Q8: 改善点があれば教えてください
 Q9: 面白かった点があれば教えてください

(2) アンケート結果

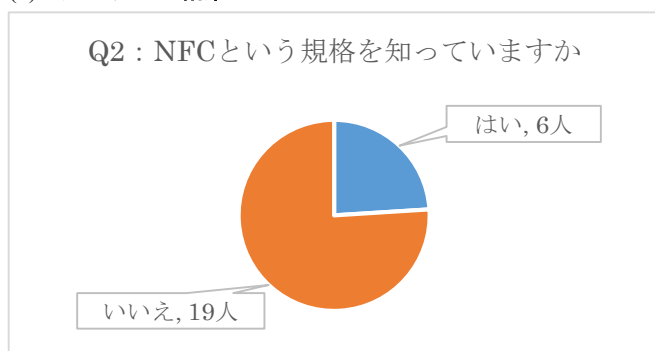


図 10 NFC という規格を知っていますか

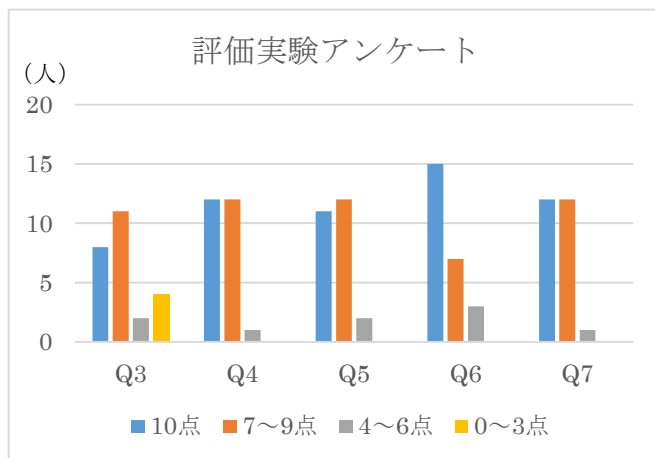


図 11 評価実験アンケート

(3) 改善点

幼稚園教諭

- ・叩いたり振ったりするので、落としてしまった時の事を考え、持ち手やクッションがあると良い。
- ・どの音がメロディなのか分かるように表示されると良い。
- ・子どもがリズムでとりやすい音源にした方がもっと興味が湧くと思う。(簡単な音源を重ねていく)
- ・これらを実際に使ったら、こういう音楽遊びができますよ！やってみたいな！と思えるような、例があるとより入りやすい。

・操作の手順も、絵などで分かりやすくしてもらえると遊びやすい。

- ・使い始めの操作をわかりやすくすると良い。
- ・"ここにかざす型"があればやりやすいと思った。

一般学生

NFC タグカードについて

- ・カードを読み取った時のライトが表についていて、画面を上にしたときに見えるところにあったほうが良い。
- ・背面でなく、表面でカードをかざせるとより直感的で、子どもが動かすことでの故障等の可能性も減り、嬉しい。
- ・カードを読み込むのが少し難しい。
- ・曲カードと楽器カードを区別できるようにする。
- ・カードホルダなど画面を見ながら簡単にカードをかざせるようにしてほしい。

音について

- ・イヤホンじゃないと聞きづらいパートがあるので、楽器が入った瞬間に分かりやすければ感動や関心が高まる。
- ・各楽器のタイミングが気になる。
- ・楽器を追加していくと音量が大きくなりすぎてしまうのが少し気になる。
- ・楽器の音は良かったが、多くの楽器が鳴っていると今どの楽器がなっているかが分かりづらかった。
- ・カードをかざしてから、音が鳴るまでの間が気になる。

インタフェースについて

- ・アニメーションが付くと更に分かりやすい。
- ・カードにかかれた絵が画面に出てくると分かりやすい。
- ・楽器の絵がどんどん増えると視覚的に面白そう。
- ・「タッチしやすい」というより、目で見て「タッチすればいいのか」と分かると良い。
- ・カードで反応するものと、タッチで反応するもののボタンが違っているとより直感的になる。

機能について

- ・画像のタップでその楽器の音が出ると楽しい。
- ・「おとぼたん」でのシェイクの感度が上がると良い。
- ・息を吹きかけて画面に変化がある機能があると面白い。
- ・振る強さなどで音の大きさ高さの変化があるとよい。
- ・アプリ起動後に操作説明の表示があると分かりやすい。
- ・カードが認識されたとき、カードが光るのに加えて端末自体が震えるなどしたら認識されるのが分かりやすい。

(4) 面白かった点

幼稚園教諭

- ・おとボタンで、叩いたり振ったりできる事で他の動作が加わった事が良かった。
- ・色々な楽器の音を足し引きできるのが良かった。
- ・どんどん色々な音が重なって一つの曲になっていくことが面白かった。
- ・カードをかざすと光るのがワクワクした。
- ・カードをかざして音が出るなんて考えたこともなかった

ので、もっと色々な楽器を使って合奏してみたい。

・"おとぼたん"は好きなタイミングで押ししたりして音を出せるので楽しかった。

一般学生

NFC タグカードについて

・単にアンドロイドの画面を押すのではなくて、カードを用いて操作させること。

・かざすとその楽器の音が鳴るのが面白かった。

・タッチするのが新鮮でよかった。

・楽器の書いてあるカードを使うアイデアはとても分かりやすく面白かった。

音について

・1つ1つだと良く分からなくても、重なると音楽になるのが面白い。

・どの楽器がどんな音なのかが分かるのが良い。

・リズム、メロディ、コードなどで曲が構成されていることが子どもにも直感的に理解できると思った。

・曲に合わせた「おとぼたん」の音色。

動作について

・おとぼたんのシステムが面白かった。

・振るなどの動作で音が出るのがびっくりした。

その他

・自分の思ったように楽器を重ねられるのが楽しかった。

・子ども向けにはとてもいいと思う。

・それぞれの楽器の特徴、役割が分かりやすかった。

・音の ON, OFF が出来るのは面白いと思う。

・音楽をやっている人もやっていない人も理解しやすく、楽しいと思った。

改良した点である、LED タグカードや合奏体験が出来る「おとぼたん」への評価が多くあった。また事前調査アンケートに書かれていた改善点は、評価実験アンケートにはほとんど書かれておらず、新しい改善点を導き出すことが出来た。

8. まとめと今後の展望

アンケートと本アプリ体験後のヒアリングにて、今後取り入れる機能について提案する。

(1) 導入時操作説明画面

導入部分の動作説明をアプリ起動時にイラストやアニメーションを用いることにより、自然に NFC タグカードをかざす動作を理解することが出来る。かざすことによって楽器の色が変わるデモンストレーションを行うことで、イラストのカラーと ON, OFF のリンクを認識させる。

(2) 端末にカード認識位置を示す

端末によって、読み取り位置が異なる。モバイル非接触 IC 通信マーク [8] を NFC タグカードのコイル部分の中心にかざすことによって内臓 IC が動作する。よってモバイル

非接触 IC 通信マークが外部に記載されていない端末でも位置をシールで貼り NFC タグカードにイラストし合わせたいようなデザインにすることで直感的に認識させることが可能になる。

(3) 各楽器のイラストをタップ時の反応

各楽器のイラストをタップした時に、タップされた楽器から単純な音が鳴ることによりその楽器の音色が NFC タグカードを認識させる前から分かる。よって更に自分の思い通りのカスタマイズが可能になる。

(4) タップボタンの種類

ターゲットユーザを 3 歳～小学校低学年とするとスマートフォンを両手で持つことが多いと予想される。よって「おとぼたん」のタップで出る音色を左右で分けることにより、打楽器の種類を増やすことで合奏体験の向上を狙う。

(5) NFC タグカード登録機能

NFC の ID を登録出来る機能により、任意の NFC タグカードに楽器を割り当てられる為、交通系 IC カードなどの既存の NFC タグカードであっても使用可能となり、一般利用が容易となる。

9. おわりに

カードをかざすという単純な動作の繰り返しで、音楽を形成していく過程に面白さを感じた人が多くいたように感じる。改善点を改良し、アンケートを繰り返しとることによって、また新たな改善点が見つかっていくことが興味深かった。また、実際に幼児教育の現場で働く方から意見を頂いたのはとても貴重で、今後の発展の参考にしたい。

謝辞 様々なアドバイスを頂いた岩井研 OB 新谷氏に感謝致します。

参考文献

- 1) VR エンタテインメントに向けたエア楽器演奏システム 岩谷亮明, 澤田秀之 インタラクシオン 2014 論文集, 情報処理学会 2014, 論文 ID C1-4, pp587-592(C1-4), 2014 年 2 月 20 日
- 2) 橋田朋子, 苗村健, 佐藤隆夫, 技法習得を伴う相違発揮: 即興的音楽表現支援の試み 芸術学会論文誌 Vol.7 No.2 pp75-84
- 3) 技術者向け NFC デベロッパー情報サイト NFC とは <http://www.orangetags.jp/words/nfc>
- 4) Felica Networks おサイフケータイについて <http://www.felicanetworks.co.jp/osaifu/>
- 5) MuseScore Software <https://musescore.org/ja>
- 6) OSDN Audacity <https://osdn.jp/projects/audacity/>
- 7) 技術者向け NFC デベロッパー情報サイト Felica IDm とは <http://www.orangetags.jp/words/idm>
- 8) Felica Networks モバイル非接触 IC 通信マーク <http://www.felicanetworks.co.jp/contact/brand.html>

本研究は科研費若手研究 A : 25700007 : 代表岩井将行の一部支援を受けている。