

# Nmuc:NFC タグによる音源組合せを利用した 子供向けモバイル音楽学習アプリ

新谷 渉<sup>†1</sup> 岩井 将行<sup>†2</sup>

楽器自体が高価であること、触れる機会があまり無いため、楽器学習は敷居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、スマートフォンアプリなどを利用できない年齢の子供に適さないことや近視や長時間画面を見続けることの懸念から、スマートフォンによる画面操作が適さない場合がある。そのため我々は、気軽に低年齢の子供たちに利用できる安価でシンプルな楽器学習アプリを提案する。Nmuc 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。本アプリは目的として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である。没入型でなくなるべくフィジカルを意識した設計にし、タグに絵やアイコン、素材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したり音源をミキシングする楽しみを手に触って与えるアプリを NFC タグにより実現した。

## Nmuc NFC-tag based music composition for children's music instruments leaning

It instrument itself is expensive, because there is little opportunity to touch, it is said that instrument learning is difficult for children.

There are several Smartphone music instruments app, however it is said that parents concerns that keep a long period of time on small screen is not be suitable for children of age is not available.

We propose a musical instrument learning simple system, named Nmuc, using NFC tag.

Nmuc is an application which is able to reproduce the sound by reading the NFC tag, make music with multiple sound sources.

Nmuc provides an application is it possible to make music without the performance technology purposes, to learn the instrument sound enjoying. We design physical components using icon or picture on its tags. This Nmuc app provides the joy of mixing the sound source or play a musical instrument artificially.

WATARU SHINTANI<sup>†1</sup> MASAYUKI IWAI<sup>†2</sup>

This manuscript is a guide to produce a final camera-ready manuscript of a PDF to be submitted to IPSJ SIG Technical Report using MS-Word template file (.dot). Since the manuscript itself is produced with the MS-Word template file, it will help you to refer it.

## 1. はじめに

楽器自体が高価であること、触れる機会があまり無いため、楽器学習は敷居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、スマートフォンアプリなどを利用できない年齢の子供に適さないことや、近視や長時間画面を見続けることの懸念から、スマートフォンによる画面操作が適さない場合がある。

そのため我々は、気軽に低年齢の子供たちに利用できる安価でシンプルな楽器学習アプリを提案する。

Nmuc 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。

本アプリは目的として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である。

没入型でなくなるべくフィジカルを意識した設計にし、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したり音源をミキシングする楽しみを手に触って与えるアプリを NFC タグにより実現した



図 1 子どもが Nmuc に触れている様子(1 歳児と 3 歳児)

## 2. 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をかけるため、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

<sup>†1</sup> 東京電機大学 未来科学部 情報メディア学科  
Tokyo Denki University

<sup>†2</sup> 東京電機大学 未来科学部 情報メディア学科  
Tokyo Denki University

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。下図は、Nmuc のイメージ図である。



図 2 NFC による音源再生の概要図

### 3. 関連研究

清水ら[1]の論文によると近距離にいるデバイス同士ならではのインタラクションを行っている事例として、ユーザにデバイスのネットワーク設定等の煩わしい事を求める必要が無く、アプリケーションを起動するだけで誰でもすぐにインタラクションに参加できる利点がある。例えば[1]の論文にあるように『不特定多数の iPhone 同士で音楽セッションを行う”Sonic Session”は、事前に用意してある楽器の音を iPhone が発音する時、同時に USC 信号の音を発する。その USC 信号を受け取った周囲の iPhone がまた楽器の音と USC 信号を発音する。このフィードバックが繰り返され、iPhone 同士の音楽セッションが無限に続く。iPhone 同士でキャンドルサービスを行う“!amp”は、火がついているキャンドルを他のデバイスに近づけると、他人のキャンドルに火を灯す事が出来る。デバイス内のペットの様なキャラクター“Tony”は、隣り合わせた iPad 同士で USC 信号のやりとりをし、他人のデバイスへ Tony を手渡す事が出来る。“Sun Flower”は、他人が持っている画面内のひまわりに USC 信号を送る事で水やり、種植などを行うことが出来る。また、種を落としたひまわりが周囲の iPad へ USC 信号を送る事でひまわりが増えて行く。ひまわりの生活環が周囲のデバイスと共に続いてゆく様を観察できる。』

しかしこれらの研究は沢山のモバイルデバイスを有していることが前提であり、子供が自由に音楽を学ぶ環境においてはタブレットやスマートフォンの数は限られており実現が難しい。

“TENORI-ON[2]”などは国内外で著名な岩井俊雄氏とヤ

マハが試みている新しい楽器である。

マトリクスボタンで、音楽知識がなくても直感的に LED ボタンを操り音楽を作り奏でられことを可能にしている。楽譜が読めない人が読めるという視点が本研究と同じ目的を持つ。しかし YAMAHA TENORI-ON W は 12 万円を超えるなど高額なことと子供には楽器のことを学ぶには適していないエキスパート向けの楽器といえる。

橋田ら[3]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な音楽表現に必要な技法に気が付いたり練習する事を、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較検討を通じ、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供向け教材としてわかりやすいシステムを目指している。

宮下ら[4]は、情報を提示し演奏者を触発するインタフェースとして「楽譜」を位置づけ、動的、さらには非視覚的な領域への拡張例として「動く図形楽譜」と「温度による楽譜」を試作し、その有用性について論じている。演奏者の触発に関しては本研究でも取り入れていなければ成らないテーマであり[4]には触発されるアイデアがある。

岩谷らは[5]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。

拡張現実のコストがかかると共に、子供向けとしては理解が難しい。本研究の単純さと直感性がある。

二宮ら[6]は NFC を用いて、安全に自分の私的情報を交換する手法を研究する。

私的情報の交換について具体的な応用として、NFC による会議の参加者管理システムについて提案されている。このように様々な場面で NFC は安価に利用できる。我々は子供の音楽学習という視点で研究を行っており本システムのように活用している例はない。

## 4. NFC タグとは

### 4.1 NFC について

NFC(Near Field Communication)は FeliCa(フェリカ)と Mifare(マイフェア)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 I Cカードの共通規格・スタンダードとなっている.

### 4.2 NFC タグ

NFC タグは3つの要素.つまり.チップ.アンテナ.紙あるいはビニールの台紙から成り立っている.

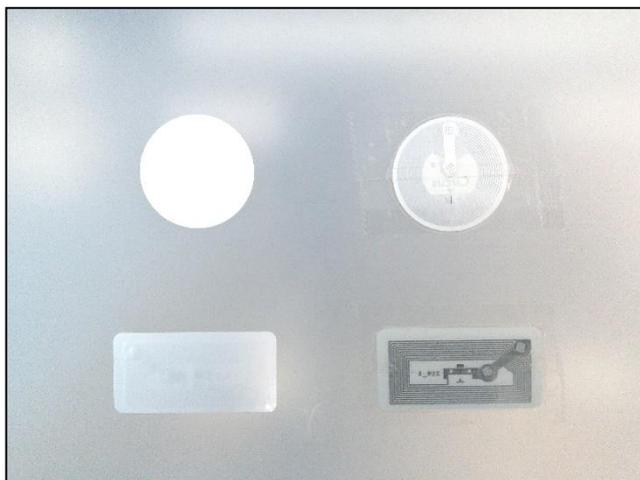


図3 NFC タグの一例

(上:円形タイプ SMARTRAC 社製 300-NFC001  
下:長方形タイプ SMARTRAC 社製 300-NFC003)

アンテナはタグの近くに来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します.NFC はエネルギーの受け取りとデータのやりとりと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.

アンテナとチップは2層の紙またはビニールで挟みこまれている.1層には使用者に見えるように図柄などの印刷が出来る,もう1層は粘着用途となっている.使用者は図柄によって,これが何のタグかわかりやすくなる.また.裏面に粘着性があるので,どんな場所にも貼り付けて使える.

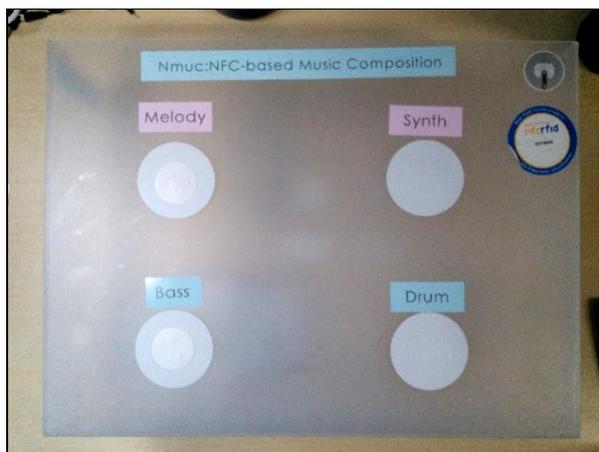


図4 NFC タグを貼り付けたデモ用テーブル



図5 今回作成した NFC タグカード

スマートフォンによりタグが読み取られるとタグ上のデータはスマートフォン側で使用可能となり,各種の処理が可能となる.

### 4.3 Android 端末の NFC 読み取り位置

NFC 対応している Android 端末の読み取り位置の多くは端末背面上部,または中心部にある.そのため,利用者はほとんど意識することなく読み取ることができるのだが,使用端末の読み取り位置を知っておくことで,より確実なものになると考える.

## 5. 音楽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 iPhone アプリの「GarageBand」を用いて、120bpm、4小節を作成した。



図6 GarageBand 音源作成画面

### 5.1 SoundPool クラス

SoundPool クラスは Android API 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。

#### (1) 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 ogg 形式のファイルを用いている。

#### (2) 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。そのため効果音などの短い音源の再生に向いている。

#### (3) 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。最大数を超過してしまうとエラーとなる。

### 5.2 複数の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 の音源で2小節、4秒の音源を用い

ており、2つの SoundPool インスタンスを作り、それを連続で再生することで4小節の再生を可能としている。また、それらをループ再生することにより音楽として成り立たせている。

中核となるソースコードを以下に示す。

```
int bar=1;
MusicTimer mt = new MusicTimer();
Timer PlayMusic = new Timer();
PlayMusic.schedule(mt, 0, 4000);

public class MusicTimer extends TimerTask {

    public void run(){
        if(bar==1){
            sp1.play( setId1[0], volDr, volDr, 5, 0, 1.0F);
            sp1.play( setId1[1], volBa, volBa, 4, 0, 1.0F);
            sp1.play( setId1[2], volGu, volGu, 3, 0, 1.0F);
            sp1.play( setId1[3], volPi, volPi, 2, 0, 1.0F);
            sp1.play( setId1[4], volFl, volFl, 1, 0, 1.0F);
            sp1.play( setId1[5], volTr, volTr, 0, 0, 1.0F);
            bar++;
        }
        else if(bar==2){
            sp2.play( setId2[0], volDr, volDr, 5, 0, 1.0F);
            sp2.play( setId2[1], volBa, volBa, 4, 0, 1.0F);
            sp2.play( setId2[2], volGu, volGu, 3, 0, 1.0F);
            sp2.play( setId2[3], volPi, volPi, 2, 0, 1.0F);
            sp2.play( setId2[4], volFl, volFl, 1, 0, 1.0F);
            sp2.play( setId2[5], volTr, volTr, 0, 0, 1.0F);
            bar--;
        }
    }
}
```

図7 連続再生ソースコード

Timer クラスを用いて4秒ごとに Music Timer 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。

$$\text{秒数} = 240 / (\text{bpm} * 4) * 2$$

この計算式は音源の拍子 4/4、拍数を2拍とした場合である。

#### (2) 複数の音源再生・音量制御の仕組み

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。次に、特定された音源の音量を少しずつ上げていきフェードインさせる。もう一度同じ NFC タグを読み取ると音源の音量を少しずつ下げていきフェードアウトさせる。

以上の手順が複数の 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。

## 6. 評価実験

### 6.1 アンケートフォーム

10代から30代までの男女10名にアンケートをとった。アンケート項目は以下である。

- Q1: あなたの年齢,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沸くか
- 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

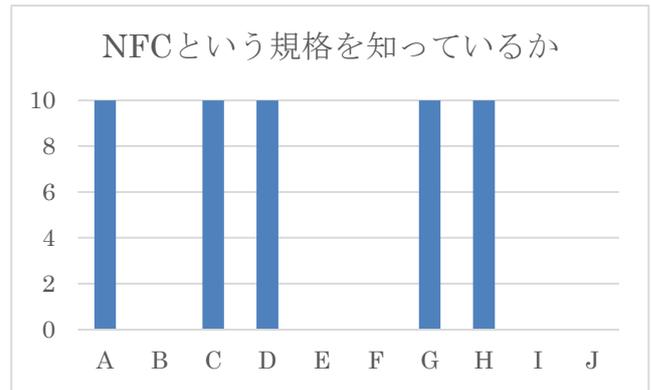


図 10 NFC という規格を知っているか

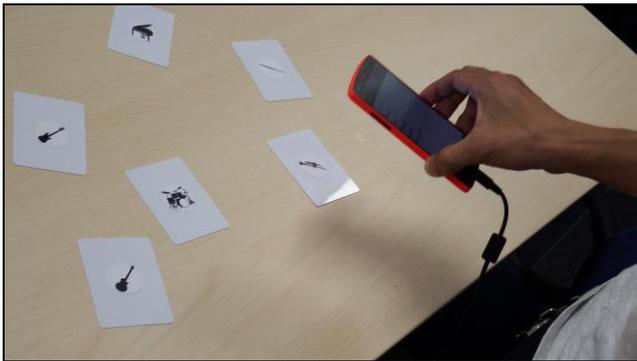


図 8 使用している様子 1

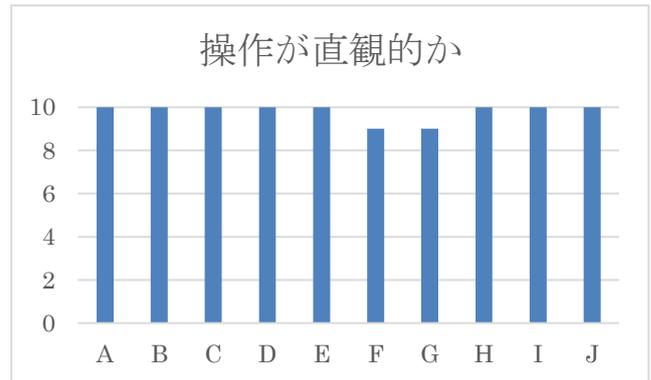


図 11 操作が直観的か

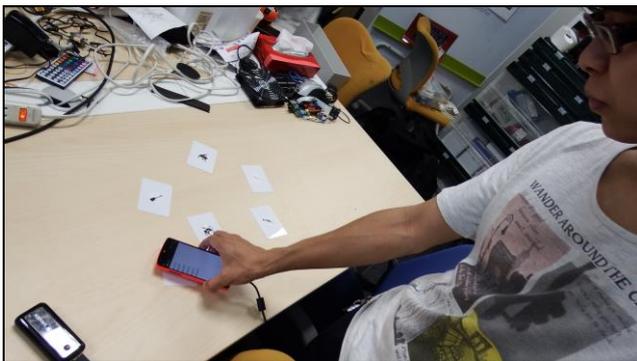


図 9 使用している様子 2

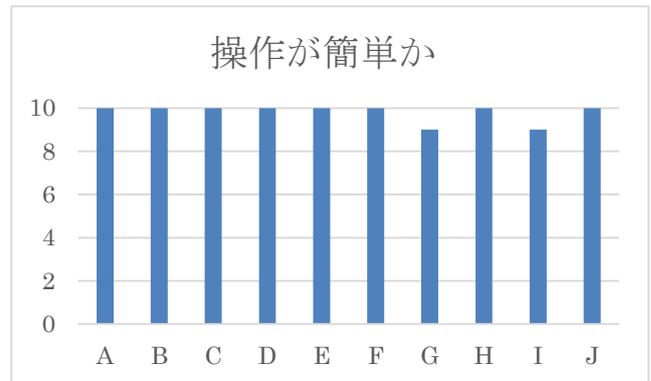


図 12 操作が簡単か

## 6.2 アンケート結果

このアンケートで得られた結果とコメントは以下である.

### (1) 結果

全て 0~10 の間で評価してもらった.A~J までは 10 名 1 人 1 人を表している.

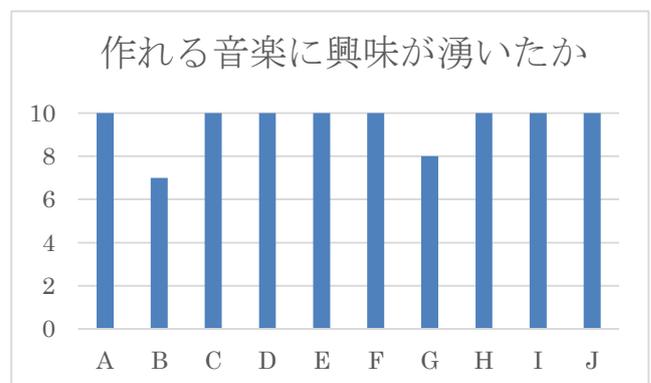


図 13 作れる音楽に興味は湧いたか

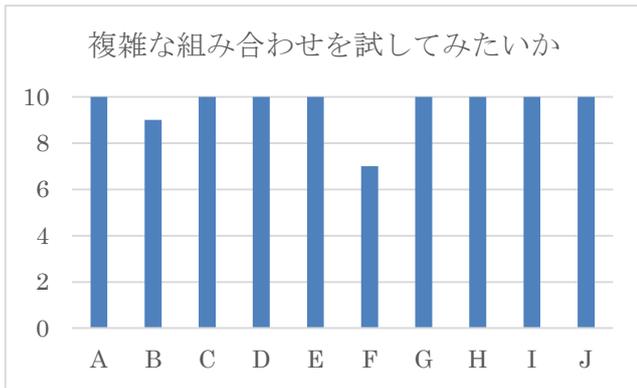


図 14 複雑な組み合わせを試してみたいか

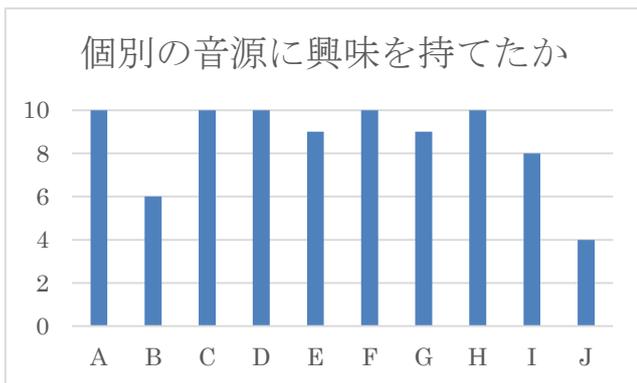


図 15 個別の音源に興味を持てたか

## (2) 改善点

- ・ 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。
- ・ 同じ楽器に違うパターンがあると良いと思った。
- ・ 音源の ON, OFF がわかりづらい時がある。
- ・ 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。
- ・ タッチの感度があまりよくないため、よくすべき。
- ・ 反応が悪いため、もっと反応を良くしてほしい。
- ・ 楽器名がカードに書かれている方が良いと思った。
- ・ もっと子供向けな楽器（カスタネット、タンバリン等）があると良いと思った。
- ・ 楽器の絵をカラーでイラストの方がわかりやすいと思った。
- ・ ON と OFF しかないのでタイミングがいじれないこと。
- ・ 音のパターンをもっと増やす。
- ・ 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。
- ・ 少し単調。選択時のフィードバックがもっと欲しい。
- ・ 知っている曲だと更に楽しめるのではないか。
- ・ NFC の反応が少し悪かった。

## (3) 面白かった点

- ・ タッチという直観的な操作。
- ・ だんだん楽器の音が増え、曲となっていくところ。
- ・ フェードインしてくる点。
- ・ 誰でも DJ になれそう。
- ・ 少しだけ自分が演奏している気になれた点。
- ・ 子ども向けという着眼点良かった。非常にわかりやすかった。
- ・ 応用として親子で演奏でき、親子で簡単に楽しめそうと感じた。
- ・ 音源が複数ある点良かった。
- ・ 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。
- ・ インタ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と
- ・ シンプルなところが良い。

## 7. 子供楽器学習以外の応用事例

本アプリの応用として、セッションも可能である。楽器演奏初心者が本アプリを使用し、楽器演奏上級者が実際に楽器を弾くことでセッションが可能となる。iRig Mixer 等を用いることで、本格的にスピーカーから両方の音を流せるため、手軽にその場を盛り上げるセッション演奏が可能である。こともまた、楽器演奏上級者が片手で Nmuc、もう片方の手でキーボードを演奏することで、一人でセッションも可能である。



図 16 セッションの様子

## 8. おわりに

評価実験を行い、直感的な操作で音源を組み合わせた音楽の作成に興味を持った人が多かった。本アプリの目的はある程度達成したといえるが、スマートフォンを NFC タグにかざす際の端末の読み取り位置のわかりづらさ、タグのイラストの工夫、スマートフォン画面上の変化など、多くの

改善点が見つかった.今後はアンケートのコメントを参考にし,より直感的で面白いと感じてもらえるような細かい工夫を増やしていく予定である.

### 謝辞

本研究は H26 科研費若手研究(A)(代表者:岩井将行, 課題番号:25700007) の一部により行われている.

また, 東京電機大学総合研究所研究 Q14J×-04 の補助を受け一部研究を行った.

### 参考文献

[1]清水 基, 平林 真実, Clemens Buettner, 赤松 正行, 「高可聴閾音を利用したDTMF通信によるアーティストと観客のインタラクションの実現」, 情報処理学会インタラクション2012 pp.825-830, 2012

[2]Yu Nishibori, Toshio Iwai, “TENORI-ON”, *Proceedings of 6th International Conference on New Interfaces for Musical Expression, Paris, France*, pp.172-175, 2006.

[3]橋田 朋子, 苗村 健, 佐藤 隆夫, 技法習得を伴う創意発揮: 即興的音楽表現支援の試み  
芸術科学会論文誌 Vol. 7 No. 2 pp. pp75-84.

[4]宮下芳明, 西本一志: 演奏者の触発インタフェースとしての楽譜その拡張と可能性, ヒューマンインタフェース学会論文誌「プロスペクティブ論文特集号」, Vol.7, No.2, pp.37-42, 2005

[5]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  
インタラクション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

[6]二宮 啓聡, 伊東 栄典, 廣川 佐千男, NFC による安全な私的情報の交換, 情報処理学会火の国情報シンポジウム 2013, 2013.03.14.