

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 9 日現在

機関番号：16201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24600003

研究課題名(和文) 子供の創造的音楽活動を支援する情報環境の実現と身体的インタラクションの有効性検証

研究課題名(英文) Vuzik: Creative Music Expression for Children through Whole Body Interaction

研究代表者

市野 順子 (Ichino, Junko)

香川大学・工学部・准教授

研究者番号：50452040

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：身体的インタラクションが、人がデジタル環境とインタラクションする際の身体・心理・認知・感情を統合する分野として注目されている。本研究では、Vuzik - ユーザーが全身を使ってお絵描きしながら音楽を編集・作曲するアプリケーション - を開発した。Vuzikは、子どもの創造的な体験を促進することを目的としている。アプリケーションは、ユーザーがパレットと筆や指を使ってキャンパスに見立てた大型ディスプレイに絵を描く行為を通して、音楽パラメータを変えることによってユーザーの動きに反応する。従来手法との比較評価実験より、Vuzikがユーザーの全体的なイメージの構成を促進し、学習容易性を向上させることを確認した。

研究成果の概要(英文)：Embodied interaction has emerged in recent years as a discipline that integrates the physical, physiological, cognitive and emotional aspects of a person's complete interaction with a digital environment. We describe Vuzik, an application that allows users to manipulate and arrange music through whole body movement, and the user study with fourteen elementary students. Vuzik is designed to foster experiences in creative expression for children. The application responds to users' movements by changing music variables through their drawing picture with pallet and brush on the large display as canvas. The user study to compare existing tool suggests that Vuzik encourages grasp of the entire picture and improves ease of learning.

研究分野：ヒューマンコンピュータインタラクション

キーワード：創造性支援 身体的インタラクション 音楽表現 子ども

### 1. 研究開始当初の背景

子どもにとって歌うことや音を鳴らすことは、生活や成長にとって必要不可欠の精神的栄養である。同時に、子どもにとって音楽は、自分の行為と環境の変化との因果関係を調べることを通して世界像を作りあげるのに不可欠なものである。音楽を含め、芸術的・創造的なコンテキストにコンピューター技術を応用する研究は、古くから行われている。しかし、先端技術を利用したツールは、人間の創造性や感性を十分に活性化しないどころか、逆に阻害しているという知見が得られている。

一方で、身体的インタラクションが、人がデジタル環境とインタラクションする際の、身体・心理・認知・感情を統合する分野として注目されている。身体性が指すものは、身体そのものだけでなく、身体を通して生まれる感情・感覚・直感等を含めた、広く示唆に富んだものであり、身体性を考慮したデジタル環境においては、環境が自分の身体動作に連動して作用するため、人は感覚や動作を通じて体験できるという考えである。

### 2. 研究の目的

本研究では、さまざまな身体動作のうち、全身的な動作に焦点を合わせ、音楽を通じた創造的な体験を支援する際の、全身を使ったインタラクションの可能性を模索する。ダンスに見られるように音楽は身体運動を誘発する。また逆に、楽器は身体運動を音響に変換する装置である。このような意味で、我々の身体と音楽の関係は、人を引き込むメディアの場の生成を考える上で重要な要素となる。

本研究では、子どもを対象とし、全身的な動作を視覚的フィードバックのある空間に取り込むことにより、音楽を表現するためのインタラクティブシステム-Vuzik を提案する。本システムは、音楽を表現する行為の体験を支援する空間を追究し、ひいては、創造的な表現に関与する意欲を刺激し、創造的活動が促進することを期待する。

### 3. 研究の方法

まず、子どもの身体表現を活かしたインターフェースに着目した創造的な音楽活動を支援する情報環境を実現する。

次に、本研究の「子どもの身体性を活かしたインタラクションシステムは創造的思考を促進する」という仮説を検証するために、開発したシステムと、マウスとキーボードをベースとした従来手法ル (Hyperscore) との比較検証実験を行う。

### 4. 研究成果

#### (1) Vuzik の概要

Vuzik は、パレットを脇に置きブラシ・指を使ってキャンバスに絵を描く行為を通して音楽を表現するシステムである (図 1)。

音楽は、音長・音高・音強・音色の4つの基礎要素で構成される。各基礎要素とインターフェースとの対応関係を中心に、システムの特徴を以下に示す (図 2)。



図 1 ハードウェア構成

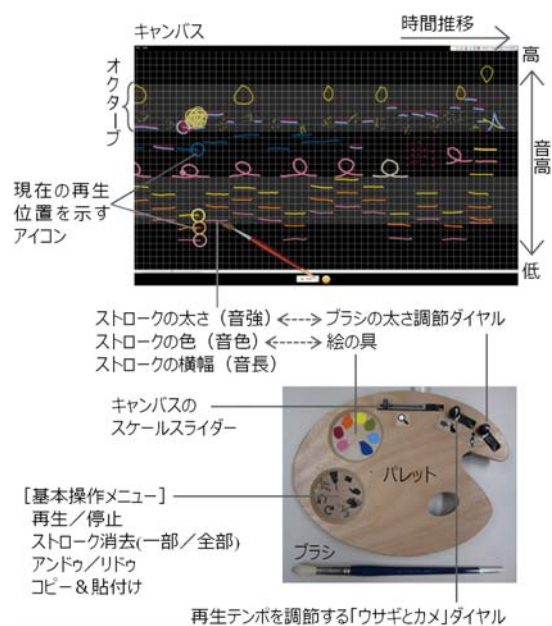


図 2 音楽の基礎要素とのマッピング

#### キャンバス

キャンバスは、横軸を時間軸、縦軸を音高と関連付けた。キャンバスに描かれた絵全体が、一つの音楽を表しており、音楽は最左端から始まり、最右端にきたところで終わる。

また、作成途中の音楽全体の俯瞰と、詳細部分へのフォーカスの両方が単純かつシームレスに行き来できるようにするために、1つのウィンドウ (キャンバス) で任意のスケールを表現できるようにした。ユーザーが、パレット上のスケールスライダーを操作すると、キャンバスのスケールが変更される。

#### ブラシ・指

キャンバス上にブラシまたは指を使って描画された1ストロークは、スラーによってつながった1つ以上の音符で構成される。1つの音符の音高は縦軸 (y 軸) の値と対応付けた。ストロークを構成している点の y 軸の位置が変わる点が音符の変わり目であり、前の変わり目からそこまでが1つの音符の音長となる。キャンバス上で1ストロークの再生

が開始されるタイミングは、ストロークの先頭のポイントの横軸 (x 軸) の値と対応づけた。音強はブラシの太さと、音色はブラシにつける絵の具の色と関連付けた。

#### パレット

パレットの操作は指で行う。作成している音楽の再生・停止などのイベント操作、ブラシの太さ (音強) や絵の具の色 (音色) といったブラシのプロパティの変更、再生のテンポや音量の調節、キャンバスのズーム操作、ストローク (音符) のコピー・アンドゥを含む基本操作等、アプリケーション操作のほとんどは、GUI 上ではなく物理的な木製のパレット上で行えるようにした。

### (2) 評価実験

全身を使ったインタラクションシステムが、子どもの創造的活動に与える影響を検証するために、既存システムを用いた比較実験を行った。

#### ① 評価の観点

**全体的イメージ構成：** Vuzik は子どもの全体的なイメージの構成を促進するか？

ユーザが全体的なイメージを構成しつつ音楽を表現・構築できたかを評価の観点とする。ユーザが生成した音楽 (アウトプット) と、ユーザが音楽を生成する過程 (プロセス) の両側面からシステムの効果を測る。生成された音楽 (アウトプット) が、全体的なイメージを持って構成されたものであるか評価するために、フレージングと構成要素の抽象化の 2 つの項目を評価基準として導入する。音楽が生成される過程 (プロセス) において、全体的なイメージを持ちつつ行われているかの評価には、子どもがどの程度微調整操作に陥らずに大胆に操作を行ったか (マクロ操作の比率) を導入する。音符オブジェクトの移動・変形・再生の 3 つの操作を対象として、操作をマクロ操作とマイクロ操作に分けてその比率を調べた。

**学習容易性：** Vuzik は子どもにとって体得しやすいか？

アプリケーションの学習容易性を確認評価測度として、実験中に参加者が実験者に対して操作について質問した頻度を用いる。

**エクスペリエンス：** Vuzik を子どもはどう体験するか？

楽しさ、満足度について、参加者に主観的な評価を求めた。主観評価はリッカート法による 5 段階の尺度とした。

#### ② 実験条件

2 つのツール条件—Vuzik/Hyperscore—を設定した。Vuzik と比較するコントロール条件として Hyperscore を選定した理由は、Hyperscore は Vuzik と同様にフリーハンドで線を描画する行為を通して子どもの作曲・編曲活動を支援するツールであり、機能的にも

Vuzik との類似点が多いからである。

#### ③ 実験環境

Vuzik 条件の参加者は、キャンバスの前に立ち、パレットを使いながらブラシまたは指でキャンバスに線を描くことで音楽を表現する (図 3 左)。Hyperscore の参加者は、椅子に座り、24 型ディスプレイに向かい、マウスおよびキーボードを使ってキャンバスに線を描くことで音楽を表現する (図 3 右)。



図 3 実験環境

#### ④ 参加者

一般から募集した 14 名 (内 5 名が女性) の公立の小学校高学年生 (4~6 年生) が実験に参加した。

#### ⑤ タスクおよび実験材料

合計 4 種類のタスク A・B・C・D を準備した。

タスク A：アレンジタスク

タスク B：中間部補充タスク

タスク C：メロディ補充タスク

タスク D：作曲タスク

#### ⑥ 実験手順

実験は図 4 に示す手順で行った。各参加者は、いずれか一方のツール条件で、1 週間空けて計 2 回のセッションに参加してもらった。

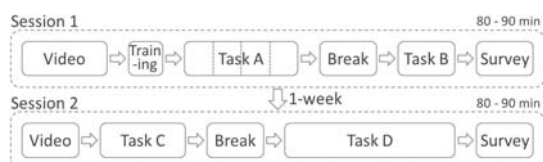


図 4 実験手順

### (3) 結果

#### ① 全体的イメージ構成

最初に、生成された音楽 (アウトプット) が、全体的なイメージを持って構成されたものであるかについての評価結果を示す。図 5(a)に、タスク D において参加者が完成させた曲に対する、音楽の構造を測る指標としてのフレージングと構成要素の抽象化に関する平均得点と標準誤差を示す。図 6 にタスク D において参加者が完成させた曲の例を示す。有意性検定は、有意水準 95% で Welch の t 検定により行った。フレージング (Vuzik:  $M=1.76$ ,  $SD=0.39$ ; Hyperscore:  $M=1.10$ ,  $SD=0.75$ ;  $t(8.98)=1.935$ ,  $p<.05$ ), 構成要素の抽象化 (Vuzik:  $M=1.76$ ,  $SD=0.29$ ; Hyperscore:  $M=0.91$ ,  $SD=0.83$ ;  $t(7.48)=2.38$ ,  $p<.05$ ) と、

Vuzik の参加者の方が Hyperscore の参加者よりも有意に得点が高かった。

次に、音楽が生成される過程（プロセス）において、全体的なイメージを持ちつつ行われているかについての評価結果を示す。図 5(b)にマクロ操作の比率（%）の平均値を示す。

分散分析の結果、移動操作に関しては、セッションの主効果 (Session1: 42.4 vs. Session2: 26.3,  $F(1,12)=5.521, p<.05$ ) が有意であった。ツールの主効果と、ツール×セッションによる交互作用は見られなかった。セッションの主効果が有意であったため、多重比較を行った結果、Vuzik 群において、Session1 よりも Session2 の方がマクロな移動操作の比率が有意に低かった ( $p<.01$ )。データを詳細に調べてみると、所要時間が長い作曲タスク D の後半に特に比率が下がっていることがわかった。

変形操作に関しては、ツールの主効果 (Vuzik: 22.0 vs. Hyperscore: 1.9,  $F(1,12)=4.909, p<.05$ ) と、セッションの主効果 (Session1: 19.2 vs. Session2: 4.7,  $F(1,12)=6.753, p<.05$ ) が有意であった (図 5(c))。ツール×セッションによる交互作用は見られなかった。ツールの主効果が有意であったため、多重比較を行った結果、Vuzik 群のマクロ操作の比率が有意に高かった ( $p<.05$ )。また、セッションの主効果も有意であったため、多重比較を行った結果、移動操作と同様に、Vuzik 群において、Session2 においてマクロ操作の比率が有意に低下していた ( $p<.001$ )。

再生操作に関しては、ツールの主効果 (Vuzik: 49.6 vs. Hyperscore: 32.9,  $F(1,12)=5.290, p<.05$ ) が有意であった (図 5(d))。セッションの主効果、ツール×セッションによる交互作用は見られなかった。ツールの主効果が有意であったため、多重比較を行った結果、Vuzik 群のマクロ操作の比率が有意に高かった ( $p<.05$ )。

また、ビデオを観察したところ、Vuzik ユーザは、両足を大きく広げたり左右にステップを踏んだりしながら線を描画する様子や、ディスプレイから遠ざかったり座ったりすることで意識的あるいは無意識的に作品と心理的・物理的な距離を置く様子がしばしば見受けられた (図 7 左)。一方 Hyperscore ユーザは、姿勢が固定化される傾向が見られ、猫背の状態画面を食い入るように見つめるといった様子が見られた (図 7 右)。

以上の結果から、生成された音楽（アウトプット）、生成過程（プロセス）の両方の側面において、Vuzik は Hyperscore よりも全体的なイメージを構成しながら音楽を表現・構築することを促進したことがわかった。

## ② 学習容易性

図 5(e)に、両セッション中に参加者が実験者に対して操作について質問した頻度を示す。分散分析の結果、ツールの主効果 (Vuzik:

0.02 vs. Hyperscore: 0.10,  $F(1,12)=5.452, p<.05$ ) が有意であった。セッションの主効果、ツール×セッションによる交互作用は見られなかった。ツールの主効果が有意であったため、多重比較を行った結果、Vuzik 群の参加者の質問頻度は Hyperscore 群の参加者と比べて有意に低かった ( $p<.05$ )。以上の結果から、少なくとも操作に関する質問頻度の点においては、Vuzik は Hyperscore よりも学習容易性が高いことを確認した。

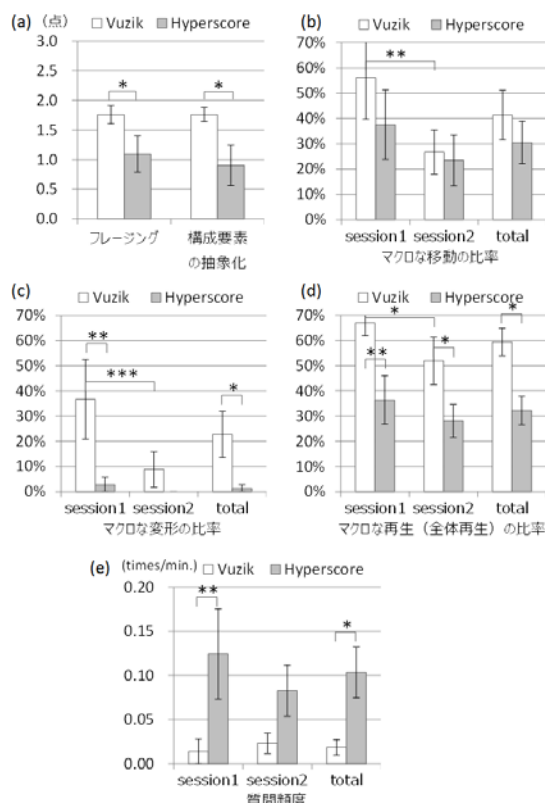


図 5 定量的評価結果

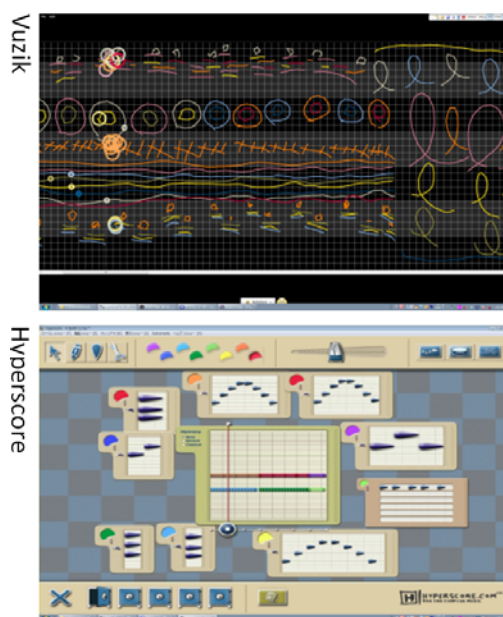


図 6 タスク D で参加者が完成させた曲の例

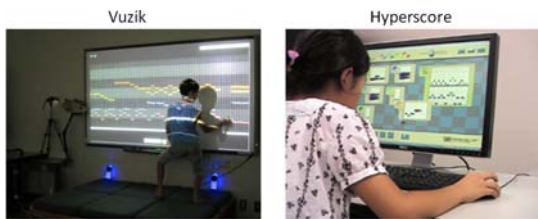
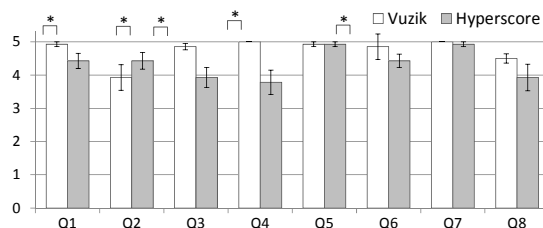


図7 実験中の被験者の様子

### ③ エクスペリエンス

図8に、楽しさ、満足度、心的負荷に関する主観評価アンケート結果を示す。分散分析の結果、楽しさ(Q5~Q7)に関しては、Q6の設問においてのみツールの主効果があった(Q6: Vuzik: 4.9 vs. Hyperscore: 4.4,  $F(1,12)=4.909, p<.05$ )。Q6について多重比較を行った結果、Vuzik群の値が有意に高かった( $p<.05$ )。セッションの主効果、ツール×セッションによる交互作用は見られなかった。設問Q5およびQ7については、いずれの主効果も見られなかった。Q5, Q7の結果から、Vuzik・Hyperscore どちらの参加者も音楽を作ることを非常に楽しんだことがわかる。

満足度(Q8)に関しては、Vuzik群の参加者の方が平均値が高かったものの、ツールの主効果、セッションの主効果とも有意でなかった。これらの結果から、Vuzik・Hyperscore どちらの参加者も自分が作った音楽に対して満足したことがわかる。



|      |                                         |
|------|-----------------------------------------|
| 微調整操 | Q1. おそろおそろではなく、思いきって線をかいてみた<br>作に陥らず    |
|      | Q2. 線をほんの少しだけ動かしたり形を変えたりしたいと思っ<br>に大胆に操 |
|      | Q3. 細かいことを気にせず自由に線をかきことができた<br>作を行えた    |
|      | Q4. 細かいことを気にせず自由に音をつくること<br>か           |
| 楽しさ  | Q5. 曲をつくるのが楽しかった                        |
|      | Q6. 線をかいていくのが楽しかった                      |
|      | Q7. 今日の実験は楽しかった                         |
| 満足度  | Q8. 自分がつくった音楽に満足した                      |

図8 主観評価アンケート結果

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1件)

1. 市野順子, Aura Pon, Ehud Sharlin, David Eagle, Sheelagh Carpendale: Vuzik : 子どもの創造的音楽表現のための全身を使ったインタラクションシステム, 情報処理学会論文誌, 査読有, Vol. 53, No.12, pp.2773-2786, 2012.

〔学会発表〕(計 10件)

1. Ichino, J., Pon, A., Sharlin, E., Eagle, D. and Carpendale, S.: Vuzik: the Effect of Large Gesture Interaction on Children's Creative Musical Expression, Proc. Australian Computer-Human Interaction Conference (OzCHI 2014), pp. 240-249, Sydney (Australia), 2014.12.3.
2. 市野順子, Aura Pon, Ehud Sharlin, David Eagle, Sheelagh Carpendale: ユーザスタディ: 身体的インタラクションと創造的音楽表現, 情報処理学会ヒューマンコンピュータインタラクション研究会, Vol.2013-HCI-153, No.7, pp.1-8, 国士舘大学(東京・世田谷区), 2013.5.23
3. Pon, A., Ichino, J., Eagle, D., Sharlin, E., D'Alessandro, N. and Carpendale, S.: Vuzik: A Painting Graphic Score Interface for Composing and Control of Sound Generation, Proc. The 2012 International Computer Music Conference (ICMC 2012), pp.579-583, Ljubljana (Slovenia), 2012.9.14.
4. 市野順子, Aura Pon, Ehud Sharlin, David Eagle, Sheelagh Carpendale: VUZIK: 創造的音楽表現のための全身を使ったインタラクションシステム, エンタテインメントコンピューティング 2012, pp.213-219, 神戸大学(兵庫・神戸市), 2012.9.29.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

市野 順子 (ICHINO JUNKO)

香川大学・工学部・准教授

研究者番号: 50452040

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし