

## 技法習得を伴う創意発揮：即興的音楽表現支援の試み

橋田 朋子<sup>†</sup> 苗村 健<sup>‡</sup> 佐藤 隆夫<sup>‡</sup>

東京大学大学院学際情報学府<sup>†</sup> 東京大学大学院情報学環<sup>‡</sup>

**概要** – 即興的な音楽表現システムは、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、近年非常に注目されている。この中でも、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いたり練習する事を、違和感なく促すシステムに、筆者らは特に興味を持っている。本論文ではまず、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発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・教育の観点から行う。さらに該当する事例の比較検討を通じ、創意や表現の楽しさを損なう事なく、技法の自発的な練習を促すための効果的な支援・デザイン手法について明らかにし、今後の動向を展望する。

**キーワード** : 即興的音楽表現, 創意, 技法習得, インタラクティブ音楽システム

## Creativity with Learning : Approaches for Improvisational Musical Expression Supports

Tomoko Hashida<sup>†</sup> Takeshi Naemura<sup>‡</sup> Takao Sato<sup>‡</sup>

Graduate School of Interdisciplinary Information Studies, The University of Tokyo<sup>†</sup>

Interfaculty Initiative in Information Studies, The University of Tokyo<sup>‡</sup>

**abstract** – In recent years, improvisational musical expression systems have gained much attention. The authors particularly focus on systems that allow users both to realize their creativity freely and to practice musical techniques. In this article, we define the contexts of such systems and explore effective supporting methods by looking closely at various contemporary systems. The future developments of these systems' design are also discussed.

**keyword** : Improvisational musical expression, creativity, learning, interactive music

### 1 はじめに

近年、音楽表現のためのシステムとして、YAMAHA EZ シリーズ [1] や任天堂 リズム天国 [2] をはじめとするエンタテインメント楽器・音楽ゲーム [3] が数多く発売され、NIME(New Interfaces for Musical Expression)[4] やICMC (International Computer Music Conference) [5] などの国際会議においても活発な議論がなされている。子供達が最初に音楽と触れるメディアは、楽器ではなく、音楽表現システムになりつつあるという指摘もあり [6]、音楽の新しい楽しみ方や体験を提供する身近で効果的なシステムとして注目されている [7]。

ここで、音楽表現システムは、その対象に応じて以下の2つに大別される。

- ・再現型の演奏
- ・即興的な音楽表現

再現型の演奏とは、既に存在している楽曲に関して、例えば楽譜という記録形式から実際の音に具現化する表現を指す。自動伴奏・演奏支援・指揮システム、音

楽ゲームの多くは、楽譜などが存在するという意味で、このカテゴリーに分類される。一方、即興的な音楽表現とは、一定のルール・制約条件の中でユーザがその場で自由に音楽を創りながら表現する事を指す。本論文では、この即興的音楽表現のためのシステムに焦点を当てる。

即興的音楽表現システムに関する議論は、これまで専ら“豊かな表現を可能にすること”に集約されてきた [8][9]。この根底には、即興的音楽表現システムを楽器の延長に位置付け、ユーザの創意を効果的に反映する事が、何よりも重要であるという考え方がある [10]。例えば、未熟達者を対象として、表現への不安を取り除くために、演奏の不完全さをコンピュータが補うようなシステムにおいても、ユーザの意図を最大限に反映させる事が重要な課題と見なされてきた [11]。一方、即興的音楽表現システムの楽しさは、ユーザが持っている創意を發揮できるだけでなく、何らかの新しいチャレンジとのバランスがとれている時に最大限に生じるといった指摘もある [12]。各種モダリティへの補助情報の提示が可能なシステムには、即興的音楽表

現に必要な技法にユーザが気が付くように促し、表現することの楽しさと同時に技法習得の達成感を与えることができるという利点がある [13] .

以上を踏まえ、本稿では、技法の習得を伴う創意発揮という観点から、即興的音楽表現システムの可能性について論じる。ここで、本稿における技法とは、必ずしも音楽理論として確立されているものだけではなく、即興的な音楽表現をよりよく行うための、コツや経験的なルールのような、より自由な内容を含むものとする。また、技法の習得を伴う創意発揮を実現する即興的音楽表現システムの主目的は、あくまで娯楽としての音楽表現の促進であり、厳密な音楽教育を意図した支援・訓練ツールとしては位置づけない。ただし、音楽教育の考え方にも (1) 伝統的な楽器や歌を基礎から習得させることに主眼をおくものもあれば、(2) 既存の楽器やシステムにとらわれないより自由な発想での音楽表現を伸ばすことに主眼をおくものもある。技法の習得を伴う創意発揮のシステムは、音楽表現を楽しみながら創意工夫する機会やきっかけを提供するという意味で、(2) の観点に役立つ可能性はある。

このような基本的な考えに基づき、第 2 章では、歴史的背景とエンタテインメント・教育の観点からの意味をより詳しく論じ、第 3 章では、このカテゴリーに属すシステムを分類・位置付ける。第 4 章では、具体的な事例について詳細に検討し、効果的なデザイン手法を論じる。

## 2 即興的音楽表現システムの歴史と課題

1990 年代には、音楽の熟達者を対象として、より多様な即興的音楽表現を可能にする初期の試みが報告されている。例えば、ジャズの即興演奏を人とコンピュータが掛け合い的に行うシステムとして、Neuro-Musician[14] , Jasper[15] , Band Master[16] , VirJa Session[17] , AdiBand[18] などがある。ジャズの即興演奏システムについての詳細は文献 [47] を参照されたい。

続いて 2000 年前後からは、音楽の未熟達者を対象とする試みが報告されている。例えばインタラクティブなアート作品の中に、誰でも簡単にかつ即興的に音楽を生成できるようなシステムが数多く見られるようになる。先駆的な例としては、AudioGrove[30] , small fish[31] などが、近年では、Manual Input Session[33] , Tenorion[35] , Scrapple[36] などがその代表例として挙げられる。さらに、Machover らの Toy Symphony[48] に代表されるように、未熟達者を対象とし、コンピュータによる多様なモダリティへの情報提示を即興的音楽表現に活かすシステムも数多く報告されている。

この中には Musical Navigatrics[32] , Music Table[34] , ReacTable[37] などのように、特殊なインタフェース

を採用することで楽器操作の難しさのみを取り除くような試みも含まれる。このようなシステムでは、演奏操作（入力）に対してどのような音響（出力）を対応付けるか（音響マッピング）の基本的な考え方が、楽器とあまり変わらないという問題があった。結果として、出力の音楽らしさがユーザの音楽的能力に依存してしまうことになり、必ずしも誰でも即興演奏を楽しむことができるという目標は達成されていなかった。例えば、人形の種類と音高をマッピングし、ある領域内で人形を動かす事で音楽を生成する Musical Navigatrics では、ユーザが完全に自由な即興を行った結果、あまり音楽らしくない出力が生じてしまう問題が指摘されている [32]。また、ドラムパッドを用いて複数人でリズム合奏を行う Jam-O-Drum（モード 1）では、全ユーザが自由にリズムを即興演奏すると、音楽全体に対して各ユーザがどのように寄与したのかわからなくなり、その楽しさが失われるという問題が指摘されている [40]。

一方、音響マッピングに工夫を凝らすシステムとして、ユーザの入力を前後の文脈や状況から適した音にマッピングして出力する、音機能固定マッピング楽器 [21] , inspiration[22] , ism[23] や、あらかじめ生成できる音高を限定する otoato[28] がある。これらのシステムでは、音楽らしい出力を容易に得ることはできるが、強制的な処理が行われるため、ユーザ自身が何らかの技法に気付く余地がないといった問題が指摘されている [38][39]。また、Augmented Groove[24] , AudioPad[26] , BlockJam[27] , ColorDJ[29] などでは、音楽を構成する最小単位を、単音ではなく、ループと呼ばれる楽曲断片にする事で、出力音楽の一貫性を保ちつつ、即興的な音楽表現を可能にしている。しかし、入力操作以上に複雑な音列が奏でられる事で、直感性に欠けるといった問題点がある。

以上の例は、ユーザの音楽的能力に対して支援が足りなかったり、過剰であったりする際に生じる問題点を示していると考えられる。M・チクセントミハイによると、人が自分の能力が発揮されて楽しいと感じる状況（Flow）は、自分が持っているスキルと新しいチャレンジのバランスがとれた状態で生じ、やるべき事が難しすぎたり、簡単すぎる状況では得られない [12]。例えば、通常の鍵盤楽器では簡単には見られない Flow の状態が、Pachet らのシステムを用いると、幼児から熟達者まで生じる事が報告されている [13]。これは、即興的音楽表現における Flow には、創意発揮と新しいチャレンジ（音楽的技法の試行錯誤）をバランスよく支える機構が必要である事を示唆していると考えられる。

このような、創意を發揮する事と技法習得が両立す

表 1 即興的音楽表現支援の分類  
Table 1 Classification for supporting systems of improvisational musical expression

対象者 スタイル	(a) 熟達者に限定		(b) 熟達度に非依存	
	ア Idiomatic Improvisation		イ Free Improvisation	ウ No Rule
(1) 創意発揮	Neuro-Musician 1992 [14] Jasper 1994[15] Band Master 1994[16] Virja Session 1995[17] AdiBand 1998[18] Voyager2000[19] Guitar Simulator2004[20]	音機能固定 マッピング楽器 1998[21] inspiration 2002[22] ism 2003[23]	Augmented Groove 2001[24] Jam-O-world 2002[25] Audiopad 2002 [26] Block Jam 2003 [27] otoato 2004 [28] Color DJ 2004 [29]	Audio Grove 1997[30] small fish 2000[31] Musical Navigatrics 2002[32] Manual Input Session 2004[33] Music Table 2004[34] Tenori-on 2005[35] Scrapple 2005[36] ReacTable 2005[37]
(2) 創意発揮 + 技法練習		Thermoscore 2004[38] ismv 2005[39]	Jam-O-drum 2000[40] Beatbug 2002 [41] Mixxx 2003[42] Continuator 2004[43] TeQno 2007[44] JamiOki-PureJov 2007[45] Tempo Primo 2007[46]	

る状況は、「体験として楽しい」という事に加えて、さまざまな音楽習熟度の人々がそれぞれのレベルに応じて「音楽的技法を学ぶことができる」という観点からも望ましい。Piaget は、子供達が環境中のものや状況とのインタラクションを通じて物事を理解することの学習的な効果を指摘している [49]。音楽教育学者の坪能は、子供達に即興的な音楽表現の力を身につけさせるには、「こんな弾き方がいいよ」と教えてしまうのではなく、即興や即興演奏ゲームを通じて楽しみながら、自分でルールに気が付いたり、音楽的なアイデアを得たりする体験が効果的であると指摘している [50]。Papert は、コンピュータを用いた学習システムの利点は、子供達が自発的に学習できるように促す点にある事、そして、初心者だけでなく上級者にとっても魅力的な体験を提供し得るデザインが重要である事を指摘している [51]。

筆者らも、これまで日本科学未来館やパナソニックセンターといった公共の場で、即興的な音楽の支援システムを十数回にわたり展示し、数百人のユーザにシステムを用いた音楽表現を行ってもらった、その体験から、ただ表現へのためらいを取り除くシステムではなく、ユーザが自分の意思で表現を工夫できる余地と、何らかの音楽的な技法に気が付き習熟する余地が、バランスよくあるシステムの方がユーザの興味が持続し、より能動的に長時間にわたって表現を楽しめる、という知見を経験的に得られた。

以上の点を考慮し、本稿では、ユーザの自発的な技法習得を促しつつ創意発揮の楽しさを提供し得る即興的音楽表現システムについて論じる。

### 3 創意発揮と技法習得を両立する即興的音楽表現

ここでは、創意発揮と技法習得を両立し得る即興的音楽表現システムに関して、その目的から位置付け、

対象者や対象とする様式の特徴についてまとめる。さらに、その具体的な支援（情報提示）手法について、基本的な考え方をまとめる

#### 3.1 位置づけ

即興的音楽表現システムの目的は、以下のように大きく2つ挙げられる。

- (1) 創意の発揮：ユーザが楽しく即興的な音楽表現を行えること
- (2) 技法の習得：即興的な音楽表現に必要な何らかの知識や、技術（技法）に気が付き学べること

本稿では、(1)(2)の両立を目的に掲げるシステムはもちろんのこと、(2)を目的としつつ創意発揮の余地があるシステムや、(1)を目的としつつも技法や望ましい出力について論じているシステムまで含めて位置づけを行う。

表1に、即興的音楽表現システムの代表例をまとめる。縦軸は上記の目的による分類であり、横軸は「対象者」と「即興のスタイル」による分類である。

横軸の「対象者」に関しては、

- (a) 熟達者に限定
- (b) 熟達度に非依存

の2つのカテゴリを設ける。非熟達者を対象としたシステムは、熟達者でも使う事が可能であるため、非依存と記載した。創意発揮と技法習得を両立させるシステムは、(b)に集中していることが分かる。

次に、システムが対象とする即興のスタイルとして、以下の3つのカテゴリを設ける。

- (ア) Idiomatic Improvisation：ジャズやバロックのような、一般的な即興演奏のイディオム（そのジャンルの楽曲を生成するためのルール）に基づく即興を指す [52]。

(イ) Free Improvisation : より自由な即興を指す。ただし即興演奏家の寺内が「フリーインプロビゼーションに特定の音楽様式が含まれる場合は少なくない。多くの自由即興演奏には、たいていその演奏家が親しんで来た音楽様式が滲み出るものだ」と指摘するように [53], 何らかのルールは存在する。

(ウ) No Rule : 音楽のジャンルは考慮せず、ユーザが簡易な動作で音を出せる事を重視するものを指す。

創意発揮と技法習得を両立するシステムでは、何らかの技法が前提とされるため、(ウ)を除く(ア)(イ)が対象となる。

以上、本稿で対象とするシステムは、灰色で塗られたカテゴリーに属するものであると位置づけられる。

### 3.2 支援手法

創意発揮と技法習得を両立して促す支援手法は多様であり、最適な解を示す事は難しい。例えば、Pachet はユーザの創意と学習を触発するには、ユーザの行為をただ振り返らせるだけで十分であるという Reflective system [54] という考え方を提案している。しかし、Vigoda らは、表現に付随する恥ずかしさを取り除く機構により、ユーザの創意が発揮されると指摘し [55], 石田らは、技法練習において演奏に支障のない形で必要な情報を明確に伝える事の必要性を論じている [39]。

このような考え方の違いは、特に技法習得に関係した以下の2つの要素に顕著に反映されていると考えられる。

- ・支援のタイミング：ユーザ入力の前(教示)か 後(評価)か
- ・教示の種類：直接的か間接的か

そこで4章では、個別のシステムを上記の観点で分類し、効果的な支援手法について検討する。なお、創意発揮については、技法習得に比べて具体的な支援の仕組みや機構を設けているものが少ない事から、個別に言及する。

ここで教示の種類が「直接的」とは、例えばメトロノームのように“一定の速さを保つ”ことを目的として(聴覚・視覚というモダリティに関わらず)保つべき速さそのものを直接提示する事を意味する。一方で、教示の種類が「間接的」とは、例えば、保つべき速さで作られた楽曲が手掛かりとして提示され、そこからユーザが気付くことを促すような手法を意味する。

## 4 事例紹介

本章では、具体的なシステムを、前章で挙げた「支援のタイミング」と「教示の種類」という観点から分類し、支援手法の詳細とユーザの体験について紹介する。表1に挙げた代表的なシステムが該当するグループは、以下の5つと考えられた。

- ・事後の評価
- ・事前の直接的教示
- ・事前の間接的教示
- ・事前の直接的+間接的教示
- ・事前の間接的教示+事後の評価

### 4.1 事後の評価

#### 4.1.1 Thermoscore [38], [56]

Thermoscore (図1) は、アベイラブルノート以外の入力操作(アウト音)を、パークリー理論と呼ばれる和声理論に基づき判定し、ユーザの打鍵後にその誤りを温度で知らせるといふ、直接的な評価の機構を持つ。

ユーザは、コード進行のみがあらかじめ決まっている数十小節について、その旋律パートを自由に即興演奏する事ができる。その際にアウト音を入力すると、鍵盤が加熱されているため、物理的に長時間押さえる事が出来ず、間違いを直感的に知る事ができる。楽器の本質的な機能を変えず、打鍵前の制約を与えないことにより、ユーザがもともと持っている演奏能力を活かす事ができる。さらに、学習を促す効果がある事が評価実験によって示されている。ただし、“楽しさ”という観点からは、従来の即興演奏支援システム(アウト音を自動補正するもの)の方が、高い評価が得られるとされている。

#### 4.1.2 ismv [39]

ismv は、即興演奏中の音楽的に不自然な箇所を、N-gram による旋律モデルを用いて検出し、打鍵後に振動でその不自然さをユーザに提示するという、直接的な評価の機構を持つ。

ユーザはジャズ楽曲の旋律パートを自由に即興演奏する事ができる。その際、音楽的に不自然な箇所を入力すると、打鍵後に鍵盤が振動するため間違いを直感的に知る事ができる。評価実験の結果、独習環境と比較して、楽しみながら効率よく練習できるツールだという意見が得られる一方で、伴奏と調和するフレーズは創れても、きれいなフレーズを創作する練習としては難しいといった点が指摘されている。

公開されているシステムのビデオ映像 [57] からは、ユーザ(初心者)が鍵盤の振動によって、瞬時に入力の間違いをあらため、他のユーザ(熟達者)と遜色なく即興演奏を続けられる様子が確認できる。これより

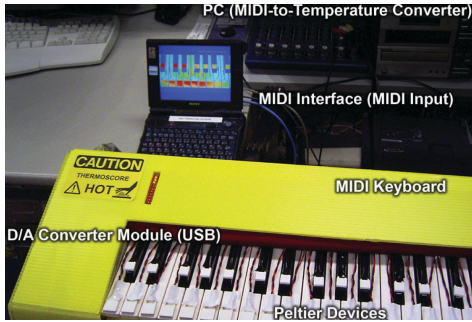


図 1 Thermoscore



図 3 JamiOki-Purejoy

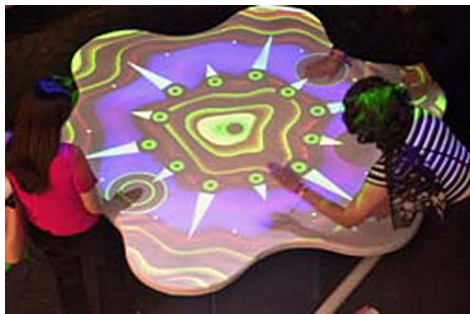


図 2 Jam-O-drum



図 4 The Continuator

振動による事後の評価は、熟達度の異なるユーザ同士の即興演奏の促進にも効果的であると考えられる。

## 4.2 事前の直接的教示

### 4.2.1 Jam-O-drum[40]

Jam-O-drum (図 2) は、協調的な即興合奏のために、各ユーザが演奏すべきタイミングと短いリズムパターンのお手本を、事前にフラッシュ光の点滅パターンで知らせるという、直接的な教示の機構を持つ。

ユーザは複数のドラムパッドが埋め込まれた、テーブル型インタフェースで、打楽器的な合奏を即興的に行う事ができる。特に call&response と呼ばれるモードでは、ユーザはアニメーションによる事前教示により、お互いを尊重した演奏のタイミングや構造的な出力を生成するのに適したリズムパターンを知り、実践する事ができる。このような制御手法により、非熟達者も最後まで演奏し切ることに意欲がわく事や、次第にお手本の模倣を超えたよい創作を生じる事が、報告されている。ただし、一部のユーザからは、このような事前教示によるリズム学習的な体験は“面白さ”を減じるという意見も得られている。

公開されているシステムのビデオ映像 [58] からは、視覚的な手掛かりを見ながらユーザがお互いに演奏すべき内容ついてわきあいあいと意見をかわす様子が確認できる。これより視覚情報による直接的な教示は、ユーザどうしのコミュニケーションの促進にとっても有効であると考えられる。

### 4.2.2 JamiOki-PureJoy[45]

JamiOki-PureJoy は (図 3)、協調的な即興合奏のために、各ユーザがいつ・何を・どのように演奏したらよいかを、事前に音声で指示するという、直接的な教示の機構を持つ。

ユーザは、ジョイスティック型の“JamiOki”と、ヘッドセット型の“PureJoy”を用いて、任意の声素材の録音と、声素材を使った即興合奏を行う事できる。ユーザは録音する音素材の選び方に創意を発揮する一方で、音声による事前教示により、音楽らしい出力を合奏全体で作り上げるために、声素材をどう演奏したらよいかの具体的な方法を知り、実践できる。教示の内容は、例えば“指定した数小節を自由に即興”、“このタイミングでエフェクトを実施”のように多様であり、ガントチャートに基づいて行われる。その結果、ユーザはほどよく創意を発揮しつつも、効果的な休符や終わり方を持つ構造的な音楽を出力できる事や、声素材にエフェクトをかける事がユーザの恥ずかしさを取り除き、積極的な姿勢を生じさせる事が報告されている。

筆者らがシステムを実際に体験したところ、声を素材に音楽を作っていく事は予想以上に面白く、さらに自分の声にエフェクトをかける事で、複数のユーザがいても恥ずかしさを感じる事なく、演奏を続けられる点に魅力を感じた。

## 4.3 事前の間接的教示

### 4.3.1 Continuator[43]

Continuator (図 4) は、フレーズの検出と、類似フレーズをマルコフモデルに基づき対話的に生成する



図5 Mixxxx

機構を持つ。この生成された類似フレーズが継続する演奏のヒントになるという意味で、事前の間接的教示として機能する。

ユーザは鍵盤楽器上で自由にメロディ（フレーズ）を即興演奏する事ができる。その際に自分の入力に対し、フレーズの切れ目で自動的・対話的にシステムから生成される類似フレーズを聞く事で、フレーズという概念そのものに気が付いたり、自分の即興演奏を振り返り、よりよいフレーズとは何かを考える事が促される。その結果3-5歳という小さな子供でも長時間に渡って演奏を楽しみ、多様なフレーズを創ろうと工夫すること、自然と *launcing* と呼ばれる動作を行いだすこと（これはフレーズという概念を理解し、交互に弾こうとする意思の現れと考えられる）などが報告されている。

公開されているシステムのビデオ映像 [59] からは、幼児でも自分の入力に応じて出力が変わる事に非常に興味を示し、様々な演奏を試みる様子が確認できる。これより類似フレーズによる間接的な教示は、年齢に関係なくユーザが表現を楽しみながら続ける上で効果的であると考えられる。

#### 4.3.2 Mixxxx[42]

Mixxxx（図5）は、曲の構造に関する情報（ビート・ピッチ・音色・音量・調性など）を、ターンテーブル上に波形や色で視覚的に示すことで、よりリミックス（曲と曲を入れ替える事）のタイミングを、事前の間接的に教示する機構を持つ。

ユーザはDJ'ingで重要な、ピッチあわせとリミックスのうち、リミックスを自由に行う事ができる。リミックスに関係する視覚的な手がかりが事前に教示される事で、どのタイミングでリミックスを行う事がよいかを判断する事が促される。ターンテーブル上に視覚情報を投影する事で、複数人が協調してよりリミックスを行う事も促される。

公開されているシステムのビデオ映像 [60] からは、DJが波形のどのような特徴をとらえてリミックスを行おうとしているのかが視覚的によくわかり、視覚に

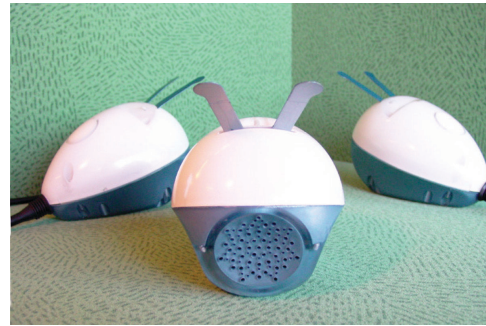


図6 Beatbug

よる間接的な教示は、複数の人がアイデアを交換するシステムとしても有効であると考えられる。

#### 4.4 事前の間接的・直接的教示

##### 4.4.1 Beatbug[13](iltur)[41]

Beatbug（図6）は、簡単な動作でリズムモチーフを一括して変奏・生成する機構を持つ。この演奏されたリズムモチーフが継続する演奏のヒントになるという意味で、事前の間接的教示として機能する。一方で、協調的な合奏のために各ユーザが弾くべきタイミングを、ユーザが持っているデバイスを光らせて視覚的に知らせるという、事前の直接的な教示の機構も持つ。

ユーザは手のひらサイズの打楽器的インタフェースを叩くという行為によってリズムモチーフを1音単位で自由に創作する事ができる。一方でインタフェース上のアンテナを曲げるという行為によって、簡単に多様な変奏（例：装飾音の挿入）を一括して行える。そのため熟達度の高い人もこれまでにない新しい変奏の方法を試す事や、熟達度の低い人も一貫性があり洗練された変奏とは何かを自分の力で理解する事ができる。また、合奏の中で各自が弾くべきタイミングを視覚的な指示に沿って練習する中で、熟達度の異なるユーザ同士が、次第に一緒に創るという事を理解し、アイコンタクトのような行為を自発的に行いだす様子も観察されている。

公開されているシステムのビデオ映像 [61] からは、子供達が合奏をうまく続けるために次の演奏者に向かって身体的なサインを送る様子が確認できる。これよりシステムを使う中で、ただシステムの教示に任せただけでなく、ユーザ自身の工夫を加えていくよい姿勢が生じる可能性があると考えられる。

#### 4.5 事前の間接的教示 + 事後の評価

##### 4.5.1 teQno[44]

teQno（図7）は、ユーザの何気ない行為に含まれる音楽的要素（リズム）を抽出し、変形したリズムを返すという機構を持つ音楽ロボットである。この変形されたリズムは、次に続く演奏のヒントになるという意味で事前の間接的教示として機能する。さらに、セッ

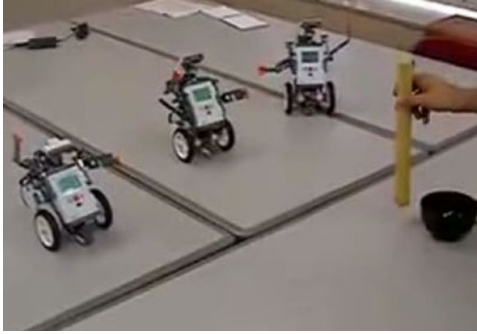


図7 teQno



図8 TempoPrimo

セッションの盛り上がりをも、teQno が踊りだすという視覚的な効果により、事後に直接的に評価する機構も持つ。

ユーザは、セッションのスタート地点では表現しようという明確な意思を持っていない。しかし、teQno の間接的な教示により、つられて新たにリズムを刻みだすことでセッションが成立する。さらに、teQno のリズムパターンの生成アルゴリズムが、継続的に盛り上がり感を生じさせるように変化するため、ユーザも次第に“盛り上がり”のあるパターンの入力を触発される。また、teQno が踊りだすという視覚的な効果により、盛り上がりが生じている事を視覚的に確認する事ができる。音のやりとりやダンスに関して肯定的な評価が多くみられた事が報告されている。

筆者らがシステムを実際に観察したところ、複数の teQno がお互いの出力に反応して、段階的に盛り上がりていく（踊りだす）様子が特に印象的であり、teQno のような視覚的な事後の評価は、楽しみながら表現を続ける上で効果的であると感じた。

#### 4.5.2 TempoPrimo[46]

TempoPrimo (図8) は、一定のテンポで作られたリズム音列を、入力行為の持続状態（例えばキーを押している）に応じ、提示する機構を持つ。このリズム音列はテンポを維持するためのヒントになるという意味で事前の間接的教示として機能する。さらに、テンポが維持できている事を、テンポにあった入力継続数・長さに応じ、段階的にメロディ音列を提示するという機構を持つ。このメロディ音列は、テンポ維持が損なわれると消えてしまうため、事後の直接的評価としての機能も有する。

ユーザは、自由なリズムパターンを即興的に刻む事ができる。その際に手がかりとして提示されるリズム音列により、テンポを維持する事の必要性に気が付き、次の入力タイミングをうまくテンポにあわせる事が促される。さらにメロディ音列のフィードバックによって、入力がテンポを維持していたか否かを直感的に知る事ができる。リズム音列とメロディ音列は教示や評価であると同時に出力を装飾する役割を兼ねている事

から、ユーザは自分の入力以上に多彩の出力が生じる楽しさで、より長く即興的な表現を続ける事ができる。評価実験から、リズム音列によるテンポの手がかりの効果、メロディ音列によるテンポ維持の効果が示されている。さらに音楽熟達度に関係なく創意の発揮を楽しめる事や、テンポを維持するという技法に気が付き習熟する可能性が示唆されている。

筆者らが作成した本システムを複数人に体験してもらったところ、リズム音列（事前の間接的な教示）はテンポ維持の手掛かりとして感覚的にわかりやすく、メロディ音列（事後の評価）はテンポを維持しようとするよいモチベーションとなったという意見が得られた。この事から事前の間接的な教示と事後の評価を複合的に組み合わせる事は、表現や創意の楽しさを損ねる事なく技法練習を促す上で、効果的であると感じた。

#### 4.6 まとめ

以上、各システムを、技法習得に関する支援という観点から5つのグループにわけて、その具体的な手法とユーザの体験を紹介した。

「事後の評価」では、技法の練習を効率的に行える事が示された。一方で、楽しさという観点からは、問題がある事も明らかになった。

「事前の直接的な教示」では、ユーザが安心して表現を続けられる事や、出力の音楽らしさが改善される事が示された。一方で、事前の直接的な教示が面白さを減じる可能性が示唆された。ただし、ユーザの演奏に対する評価がなされないために、自らの誤りや技法の習熟度を知る事ができないという問題点が残る。

「事前の間接的な教示」でも、ユーザが自発的に音楽表現を洗練させる技法に気が付き、練習できる事が示唆された。このような教示ではユーザの興味が持続する可能性も示された。ただし、やはりユーザが気が付いた内容や実践した技法の精度を知る事はできないという問題点が残る。

「事前の間接的な教示+事後の評価」からは、ユーザが自発的に音楽表現を洗練させる技法に気が付き楽しんで練習する事や、評価機構をうまく用いる事で習熟する可能性が示された。

最後に、創意に関係する支援の手法と、ユーザの体験としては次のような傾向が見られた。まず表現に伴う恥ずかしさをとり除く機構により、ユーザにより活発な積極性が生じた。ユーザの入力を振り返らせる機構では、多様な入力を行おうと工夫を凝らす傾向が見られた。ユーザのモチベーションを保つ機構を用いると、ユーザの創意が通常の楽器以上に持続する事が示された。

## 5 結論

即興的な音楽表現システムの中で、ユーザに創意発揮と技法習得の両立を促すシステムの意味を明らかにし、位置付けを行った。さらに主に技法習得に関する支援の手法に関して「支援のタイミング」と「教示の種類」という観点から分類を試み、事例を紹介した。このような試みはまだ少数であり、本稿で全てを網羅しているわけではない。しかし、今回の事例紹介を通して、ユーザが様々なレベルで創意発揮と技法習得の体験を楽しむことができる事が確認できた。いずれもこのようなシステムを使わなかった場合（普通の楽器や創意発揮のみを支援するシステム）と比較して、何らかの形で、ユーザの即興的な音楽表現に能動性や多様性、長時間にわたり試行錯誤する持続性といった、音楽的にもよい傾向が見られた事が報告されている。

技法習得を伴う創意発揮の支援手法としては、事前の間接的な教示と事後の評価のように、支援を複合的に組み合わせる事と、答え（直接的な教示）よりは手掛かり（間接的な教示）を示す事がユーザの体験としての楽しさや創意を損なう事なく自発的な練習を促し、バランスのよい支援の実現に有効である事が示唆された。また、入力デバイスの設計指針としては、ユーザがこれまで培ってきた楽器操作の能力をいかせることや、シンプルでニュートラルであることが重要と考えられる。

創意の発揮だけでなく、技法の練習を触発するようなシステムをデザインする試みはまだ少数であるが、このようなシステムへの活発な議論や普及が進む事で、より多くの人々が、効果的に即興的な音楽表現の楽しさを体験する機会が増える事を、筆者らは願っている。

謝辞

本論文の執筆にあたり、活発な議論と有益なご助言を頂きました。寛康明氏と Dominique Chen 氏に深く感謝いたします。

## 参考文献

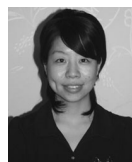
- [1] <http://www.yamaha.co.jp/product/epiano-keyboard/keyboard/ez.html>
- [2] <http://www.nintendo.co.jp/n08/brij/>
- [3] 戸塚義一：ゲーム音楽，エクシードプレス，1999
- [4] <http://www.nime.org/>
- [5] <http://www.mobilemusicworkshop.org/>
- [6] T. Blaine: The Convergence of Alternate Controllers and Musical Interfaces in Interactive Entertainment, In Proceedings of the 5th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME05), pp.27-33, 2005
- [7] T. Blaine and S.Fels: Collaborative Musical Experiences for Novices, Journal of New Music Research, Vol.32, No.4, pp.411-428, 2003
- [8] D.Aefib, J.M.Couturic and L.Kessous: Expressiveness and Digital Musical Instrument Design, Journal of New Music Research, Vol.34, No.1, pp.125-136, 2005
- [9] P.Cook: Principle for Designing Computer Music Controllers, In Proceedings of the 11th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME01), pp.1-4, 2001
- [10] S.S Fels, A Gadd, and A.Mulder: Mapping Transparency through Metaphor: Towards More Expressive Musical Instruments, An International Journal of Music and Technology 7:2, 2002.
- [11] C.Dobrian and D.Koppelman: The 'E' in NIME: Musical Expression with New Computer Interfaces, In Proceedings of the 6th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME06), pp.277-282, 2006
- [12] F.Pachet: On the Design of Flow Machines, The Future of Learning, IOS Press, 2004
- [13] G.Weinberg, R.Aimi and K.Jennings: The Beatbug Network - A Rhythmic System for Interdependent Group Collaboration, In Proceedings of the 2th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME02), pp.107-111, 2002
- [14] M.Nishijima and K.Watanabe: Interactive music composer based on neural networks, In Proceedings of the ICMC, pp.53-56, 1992
- [15] 和気早苗, 加藤博一, 才脇直樹, 井口征士: テンション・パラメータを用いた協調型自動演奏システム: JASPER, 情報処理学会論文誌 Vol.35 No.7 pp1469-1481, 1994
- [16] 青野裕司, 片寄晴弘, 井口征士: バンドライクな音楽アシスタントシステムについて, 情報処理学会研究報告, 94-MUS-8, pp.45-50, 1994.
- [17] 後藤 真孝, 日高 伊佐夫, 松本 英明, 黒田 洋介, 村岡 洋一: 仮想ジャズセッション システム: VirJa Session, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.4, pp.1910-1921, 1999
- [18] 青野裕司, 片寄晴弘, 井口征士: アコースティック楽器を用いたセッションシステムの開発, 情報処理学会インタラクション'98, pp.101-107, 1998
- [19] G.Lewis: Too Many Notes: Computers, Complexity and Culture in Voyager, Leonardo. Music Journal, Vol. 10, 33-39, 2000
- [20] 浜中 雅俊, 後藤 真孝, 麻生 英樹, 大津 展之: Guitarist Simulator: 演奏者の振舞いを統計的に学習するジャムセッションシステム, 情報処理学会論文誌, Vol.45, No.3, pp.698-709, 1999
- [21] 西本一志, 渡邊洋, 馬田一郎, 間瀬健二, 中津良平: 創造的音楽表現を可能とする音楽演奏支援手法の検討: 音機能固定マッピング楽器の提案, 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.5, pp.1556-1567, 1998
- [22] 谷井章夫, 片寄晴弘: 音楽知識と技能を補うピ. アノ演奏システム“INSPIRATION”, 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.2, pp.256-259, 2002
- [23] 石田克久, 北原鉄朗, 武田正之: ism: 即興演奏のためのリアルタイム旋律補正システム, 情報処理学会研究報告, Vol.2003, 52(MUS), pp.9-14, 2003



- [24] I.Poupyrev : Augmented Groove: Collaborative Jamming in Augmented Reality, SIGGRAPH 2000 Conference Abstracts and Applications, ACM Press, NY, p. 77, 2000
- [25] T.Blaine, C.Forlines: JAM-O-WORLD: Evolution of the Jam-O-Drum Multi-player Musical Controller into the Jam-O-Whirl Gaming Interface, In Proceedings of the 2th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME02), pp.17-22, 2002
- [26] J.Patten, B. Recht, and H. Ishii: Audiopad: A Tag-based Interface for Musical Performance, In Proceedings of the 2th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME02), pp.11-16, 2002
- [27] H.Newton-Dunn, H.Nakano, and J.Gibson : Block Jam : A Tangible Interface for Interactive Music, In Proceedings of the 3th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME03), pp. 170-177, 2003
- [28] 橋田朋子, 苗村健, 佐藤隆夫: i-trace を用いた合奏システム, インタラクシオン 2007 論文集, pp.47-48, 2004
- [29] N.V.H.Gellersen, M.Jervis and A.Lang : The ColorDex DJ System : A New Interface for Live Music Micing, In Proceedings of the 7th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME07), pp. 264-269, 2007
- [30] [http://www.christian-moeller.com/display.php?project\\_id=6](http://www.christian-moeller.com/display.php?project_id=6)
- [31] <http://hosting.zkm.de/wmuench/>
- [32] Paradiso, J and Pardue, L. Musical Navigatrics: New Musical Interactions with Passive Magnetic Tags. In Proceedings of the 2th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME02), pp.168-170, 2002
- [33] <http://www.tmema.org/mis/>
- [34] 牧野真緒, 大島千佳, Rodney Berry, 樋川直人, 鈴木雅実, 音楽創作支援を目的とした技能の伝達法の検討, 感性工学会論文誌, 第 6 巻 1 号, pp.29-36, 2005
- [35] <http://www.global.yamaha.com/tenorion/index.html>
- [36] <http://www.flong.com/projects/scrapple/>
- [37] S.Jorda, G.Geiger, M.Alonso and M.Kaltenbrunner : The reacTable: exploring the synergy between live music performance and tabletop tangible interfaces, Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction, pp.139-146, 2007
- [38] 宮下芳明, 西本一志: 温度で制約を緩やかに提示するシステム Thermoscore を用いた即興演奏支援, 情処研報, Vol.2004, No.90, 2004-HI-110, pp.13-18, 2004
- [39] 石田 克久, 北原 鉄朗, 武田 正之: N-gram による旋律の音楽的適否判定に基づいた即興演奏支援システム, 情報処理学会論文誌, Vol.46, No.7, pp.1548-1559, 2005.
- [40] T. Blaine and T. Perkis : The Jam-O-Drum Interactive. Music System: A study in Interaction Design, DIS2000 Conference Proceedings, pp. 165-173, 2000
- [41] G.Weinberg, S.Driscoll: iltur - Connecting Novices and Experts Through Collaborative Improvisation, In Proceedings of the 5th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME05), pp.17-22, 2005
- [42] T.H.Andersen : Mixxx: Towards Novel DJ Interfaces, In Proceedings of the 3th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME03), pp.30-35, 2003
- [43] F.Pachet, A.R.Addressi: When Children Reflect on Their Playing Style: Experiments with the Continuator and Children, ACM Computers in Entertainment, Vol.2, No.2, pp.14-32, 2004
- [44] 上堂 蘭浩光, 住井 泰介, 吉岡 雅哉: 生活音の中にリズムを見出し、ヒトとロボットのセッションへと昇華させるロボット『teQno』, エンタテインメントコンピューティング 2007, pp.275-276, 2007
- [45] B.Vigoda, D.Merrill: JamiOki-PureJoy: A Game Engine and Instrument for Electronically-Mediated Musical Improvisation, In Proceedings of the 7th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME07), pp.321-326, 2007
- [46] 橋田 朋子, 苗村 健, 佐藤 隆夫, : 演奏者のテンポ感をいかした音楽表現支援, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌「アートエンタテインメント特集号」, Vol.12, No.3, pp.421-424, 2007
- [47] 堀内靖雄, 平賀瑠璃, 青野裕司: コンピュータと音楽の世界 - 基礎からフロンティアまで, 共立出版株式会社, 東京, pp.251-283, 1999
- [48] T.Machover: Shaping minds musically, BT Technology Journal, Vol.22, No.4, pp.171-179, 2004
- [49] J.Piaget : The principles of Genetic Epistemology, New York : Basic Books, 1972
- [50] 坪能由紀子: 音楽づくりのアイデア, 音楽之友社, 1995
- [51] P.Seymour: Mindstorms; Children, Computers and Powerful Ideas, Cambridge : MIT Press, 1980
- [52] デレク・ベイラー : 「インプロヴィゼーション 即興演奏の彼方へ, 工作舎, 1981
- [53] <http://72.14.235.104/search>
- [54] L.Ferrari, A.R.Addressi and F.Pachet : New technologies for new music education: The Continuator in a classroom setting, In Proceedings of the International Conference on Music Perception and Cognition, pp.1392-1398, 2006
- [55] B.Vigoda, D.Merrill: JamiOki-PureJoy: A Game Engine and Instrument for Electronically-Mediated Musical Improvisation, In Proceedings of the 7th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME07), pp.321-326, 2007
- [56] 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
- [57] <http://ist.ksc.kwansei.ac.jp/~kitahara/ism.html>
- [58] <http://www.etc.cmu.edu/projects/jamodrum/spring04/>
- [59] <http://www.csl.sony.fr/~pachet/video/Children.mp4>
- [60] <http://mixxxblog.blogspot.com/2008/02/more-mixxx-videos.html>
- [61] <http://web.media.mit.edu/~roberto/beatbugs2.html>

[ 著者紹介 ]

橋田 朋子 (正会員)



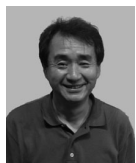
2003年東京芸術大学音楽学部楽理科卒業。2005年東京大学大学院学際情報学院修士課程修了。2008年東京大学大学院学際情報学院博士課程単位取得退学。日本学術振興会特別研究員(DC1)を経て、現在、東京大学インテリジェント・モデリング・ラボラトリ特任研究員。聴覚心理学、音楽表現支援などの研究に従事。

苗村 健



1997年、東大・工・電子、博士課程修了。米国スタンフォード大学客員助教授(日本学術振興会海外特別研究員)を経て、現在、東大・情理・電情、准教授(学際情報学府兼担)。メディア+コンテンツ、実世界指向情報環境、空間共有通信などの研究に従事。博士(工学)

佐藤 隆夫



1974年東京大学文学部心理学科卒業。1982年ブラウン大学大学院修了。Ph.D(実験心理学)。電電公社武蔵野通研、ATR視聴覚機構研究所、NTT基礎研究所を経て、1995年東京大学大学院人文社会系研究科助教授、1996年同教授、日本基礎心理学会理事長。日本視覚学会会長。VR学会評議員。学生時代から一貫して人間の視覚メカニズムの研究にたずさわる。現在の主な関心は運動視、立体視のメカニズムの実験的解析、モデル化。