

# ステップシーケンサを用いた コミュニケーションセッションシステムの提案

石野 力<sup>1,a)</sup> 米澤 朋子<sup>2</sup> 中 祐介<sup>2</sup> 吉田 侑矢<sup>1</sup>

**概要:** 本稿では参加者同士が交代で短い演奏情報をシーケンスに投入するネットセッションシステムを提案する。演奏知識や技術を持たなくても単純な音楽情報を交換することでメロディを連鎖させることが可能なシステムである。今回は4ステップのシーケンサを用いる手法と、4本の指に曲げセンサを装着した手袋による手法を紹介する。従来のセッションとの違いは同時性である。本システムでは、非同期でありつつ短い音楽フレーズを投げ合い、つなげた連結フレーズをループ再生し続けることで、お互いの音を聞き、掛け合いのようにして楽しむことができる。これにより、簡単に相手と協調演奏ができる新たな音楽コミュニケーションを成立させることを狙う。

## 1. はじめに

### 1.1 研究概要

ネットセッションシステムとは、ネットワーク通信を利用し遠隔地の人とお互いの演奏に影響を及ぼしつつ協調演奏を行うことができるシステムのことである。現在ネット上には様々なセッションシステムが存在している。NETDUETTOやNINJAM, eJamming AUDIOなどがそうである。しかし、それらオーディオ利用型ネットセッションシステムであることの問題が存在していると考えられる。それはシステムを利用するユーザがギターやキーボードなど何らかの楽器演奏ができることが必要であるという点だ。もちろんオーディオを扱うネットセッションシステムである以上楽器が演奏できねばならない。しかし、楽器を演奏できねばならず、その上演奏技術や音楽知識が必要であるということは楽器初心者にとってはセッションへの敷居が高く感じられる。この点に着目し、本研究では演奏技術を必要とせず初心者でも楽しめるセッションシステムを提案する。

実空間でセッションを行う場合、初心者であっても知識やセッションの基本などの指導を経験者から受けつつ、セッションを楽しむことは可能だ。しかし、ネット上での音楽セッションにおいては相手がどれほどの知識や経験があるかは分からない。初心者や不慣れなユーザは、自分の知識

や経験が不足しているためにセッションを行う相手に不快感を与えるかもしれないという不安や緊張を感じてしまう。また、経験者にとっても空間を共にしていないため相手の姿が見えず演奏タイミングを合わせるのは困難である。本研究は顔の見えない相手であっても緊張を感じることなく、熟達者だけでなく、初心者でも音楽コミュニケーションをネット上に成立させることを目的とする。知識のないユーザだけでなく、経験者にとってもタイミングを計る難しさの問題を回避できることを狙いとする。また、ステップシーケンサや曲げセンサを利用した演奏装置を使用することにより直感的な操作が可能であり、楽器知識がなくとも音を聞き直感的に演奏を変化させることで音楽を変えることができるシステムを提案する。

### 1.2 言葉の定義

本稿にて使用する言葉についての定義を述べる。

#### 音楽コミュニケーション

音楽を通じて他人とコミュニケーションを行うこと。特に本稿では演奏を通じ相手と音のやり取りを行うコミュニケーションを指す。

#### セッション

複数人が同時に楽器を演奏し、即興的かつ流動的に音楽を協調演奏すること。

#### ネットセッションシステム

ネットを通じ遠隔地にいる人とセッションを行うことを可能とするシステム。非対面状態のセッションであることが多い。

<sup>1</sup> 関西大学大学院 総合情報学研究科  
Kansai University Graduate School of Informatics

<sup>2</sup> 関西大学 総合情報学部  
Kansai University Faculty of Informatics

a) k957371@kansai-u.ac.jp

## 2. 関連研究

本研究の関連研究として、ネットセッションシステム特有の問題である遅延に関係するものを挙げる。ネットセッションは遠隔地の人と協調演奏を可能とするシステムであるため、システム上ネットを利用し情報のやり取りを行う必要がある。情報のやり取りをネット通信で行うと遅延が生じる。この遅延が大きい場合、自分の音や相手の音を認識できず、演奏タイミングのずれが顕著になる。この遅延問題の解決を目指したものとして、オーディオ型ネットセッションシステム及び、MIDI ネットセッションシステムをそれぞれ取り上げる。既存のシステムやインストールについても取り上げる。

### 2.1 ネットセッションシステム上の遅延解決

オーディオ型ネットセッションシステムにおいては特に遅延問題の解決が必要とされている。なぜならば、オーディオデータの通信時及び処理時に MIDI データよりも格段に扱わねばならないデータ量が多くなるためである。

この遅延問題に関しては各ネットセッションシステムが様々な解決手法を試している。eJamming AUDiiO では P2P 接続を利用しユーザ間のタイムラグを極力無くしている。NINJAM ではユーザ間のタイムラグを無くすために意図的に一時停止を入れることにより解決を図っている。近年登場した NETDUETTO では自動的なバッファ制御を行い 30msec 以下のずれで接続が可能となっている。特に NETDUETTO ではオーディオデータの扱いはもちろん、特別な設定を行うこと無しにデュエットやセッションを行うことが可能となっており、ニコ生セッションもこのシステムを応用している。

### 2.2 MIDI セッションシステム上の遅延解決

一方 MIDI を利用したネットセッションシステムでの遅延問題の解決については後藤らによる研究 [1], [2], [3], [4] を挙げる。これらは MIDI と LAN を融合しコンピュータの支援を受けつつ MIDI 楽器を用いる演奏を可能とした分散協調システムについての研究である。RMCP(Remote Music Control Protocol) という通信プロトコルを設計し、システムを実装している。このシステムでは遅延を積極的に利用する方式を採用している。同一のコード進行を一定のテンポで繰り返す方式だ。ユーザはコード進行をお互い 1 周期分遅れて聞きあうことでセッションを行う。コード進行が 4 小節分であればそれを繰り返す。一周期分遅れることで同じコードを演奏していることになり、同じコード進行上で演奏が調和する。複数人で演奏する場合は整数倍周期が遅れるシステムを取り入れており、複数人でもセッションが可能となっている。今聞いている相手

の演奏はコード進行一周前に相手が演奏したものであり、自分が今演奏したものは相手には一周遅れて聞こえている。同様に RMCP を用いたセッションシステムとしては長島が提案した GDS(global delayed session) Music による Improviesession-II[5], [6] が挙げられる。またリアルタイム MIDI 時間誤差については田村らによる研究 [7] が挙げられる。MIDI 音源を利用することで現れる遅延について述べており、ネットワーク環境における遅延は約 60msec、音源出力までの遅延は約 175msec であると報告している。外部 MIDI 音源と PC 内部 MIDI 音源の発音遅延については長嶋による研究 [8] にて詳細に述べられている。PC 内部 MIDI 音源の方が外部音源利用に比べて発音遅延が少ないという結果が出ており、本研究においても内部音源を利用する方式の実装を行った。

### 2.3 既存システム

まずは中西ら [9] による「B.O.M.B.(Beat Of Magic Box)」シリーズを挙げる。B.O.M.B. はデバイス同士が無線同調し、パソコンと通信するシステムである。デバイスは演奏技術が不必要であり、初心者でも演奏が可能である。握るというアクションやボタン、ステップシーケンサが実装されており、手に持ち簡単に演奏が可能となっている。直感的に分かる簡単なインタフェースと、同期した各デバイス及びパソコンによるリアルセッションが可能である。B.O.M.B. には本研究と同様簡単なインタフェースを持つ演奏装置でセッションが可能であるという点に注目した。本研究では後述する 4 ステップシーケンサや曲げセンサを用いたグローブを用いてネットセッションの実現を検討している。B.O.M.B. との相違点として最も大きなものはネットを通じて遠隔地でセッションが可能であるという点を挙げる。

また、遠隔地とのセッションを楽しむものとしてテレミディックによる TeleMidi 及び TeleMidi plus という製品がある。TeleMidi は電話回線を用いて遠隔地での MIDI 楽器の演奏を行うことが可能とする製品である。TeloMidi と MIDI 楽器さえあれば電話回線を通じリアルタイムな双方向 MIDI 通信が可能である。通信回線上に「仮想音楽スタジオ」を設置し TeleMidi を通じそのスタジオにアクセスするというシステムだ。このシステムを利用することで簡単に遠隔地セッションや遠隔地講習などが可能であるが、このシステムを利用するためには MIDI を備えたキーボードやギターなどの楽器が必要である。つまり、演奏技術を必要とするシステムであり、自由度は高いものの初心者には敷居の高いものとなってしまっている。この製品から見出した改善点として MIDI 楽器を不必要化させることを挙げる。MIDI 楽器を用意せずとも、演奏技術が無くともネットを通じて音楽コミュニケーションを行えるようにしたいと考えている。

## 2.4 MIDI 伝送型インストール

実際に MIDI を遠隔地に伝送し利用したインストール例としては、坂本龍一と岩井俊雄の共同コンサートである“YAMAHA Special Ryuichi Sakamoto × Toshio Iwai 1997 MPI × IPM”にて MidLive を利用した MIDI ライブ公開実験があげられる。MidLive は YAMAHA の開発したリアルタイム MIDI 配信を可能としたソフトウェアである。同様に坂本龍一、岩井俊雄、江渡浩一郎による“RemotePianoinstallation”では RemotePiano を用いて会場のピアノを自宅からインターネットを通じて演奏可能とした。これらは実際に MIDI 遠隔通信を実際に用いたコンサート・インストールとして非常に重要なものであり、後のネットセッションシステムにつながるものである。2011 年にも坂本らは RemoteLive を利用したコンサートを開催している。

## 3. システム

### 3.1 システム概要

本システムは演奏装置及び演奏補助ソフトウェアから構成される。全体図を以下に示す(図 1)。パソコン同士を接続し、演奏装置と PC 間はシリアル通信を行う。参加者はサーバー側とクライアント側に分かれており、サーバー側がクライアント側の要請に基づきデータ処理を行う。現在は 1 (サーバ) 対 1 (クライアント) のセッションが可能となっている。

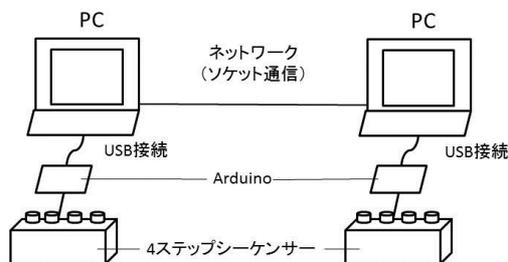


図 1 システム全体図

Fig. 1 Overall view of the system

### 3.2 ネットワーク通信

PC 間は TCP/IP 通信にて接続されている。ソフトウェア側で制御しており、双方が相手の IP 及びポートを入力し接続を確立する。

### 3.3 4ステップ演奏装置

本システムで使用する演奏装置について述べる。演奏装置はこれらに限られているわけではなく、何らかの情報を入力することができるものであれば演奏装置として成り立つ。今回は実際に製作した演奏装置を紹介する。

### 3.3.1 つまみ型インタフェース

4 ステップの入力を実現するためにつまみ型のインタフェースを製作した。これをステップシーケンサと呼ぶ。任意数のステップ(段階)を順に沿って発音する繰返し型の演奏装置である。本システムでは 4 ステップの入力が必要であるため、4 ステップシーケンサとなっている。ステップ数が少なく視認が容易であり、短い周期で相手に音楽情報を送信した方がセッションをしているという実感を得やすいと考えたためである。視覚的に分かりやすいインタフェースのため、知識の有無に関わらず直観的に操作が可能である。

実装は Arduino を用いており、ボリュームの値を読み取り PC 側へ送信するものとなっている。



図 2 4 ステップシーケンサ

Fig. 2 4 step sequencer.

### 3.3.2 グローブ型演奏装置

上記ステップシーケンサに続き、4 ステップの入力を行うためのインタフェースとして、曲げセンサを各指に取りつけた演奏装置を製作した。このインタフェースはステップシーケンサより直観的に演奏できるデバイスを目指して製作した。シーケンサのつまみを回す手間が無くなり、手の形を変えるだけで演奏が可能となっている。本演奏装置も Arduino を用いて製作されており、センサで指の曲がり具合を感知しアナログ値として PC 側へ情報を送信している。

## 3.4 ソフトウェア

本システムにおいてネットワークセッションを支援するソフトウェアである。Processing で実装している。動作として主なものは以下の通りである。

- 演奏の合成
- サーバとクライアントの切り替え。
- IP アドレス、ポートを指定し、サーバ・クライアント間を接続する。
- 自分の出している音を視覚的に提供する。
- テンポの設定。
- 接続中の相手の発音予定音、相手の IP アドレス表示。

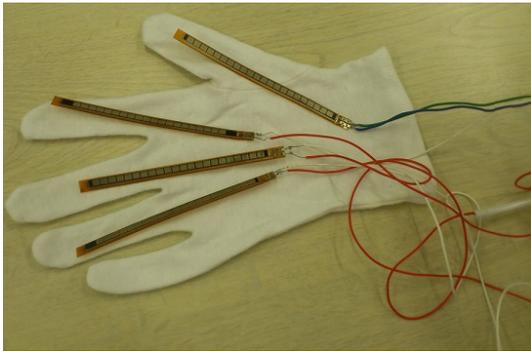


図 3 グローブ型演奏装置  
Fig. 3 Globe type performance gadget

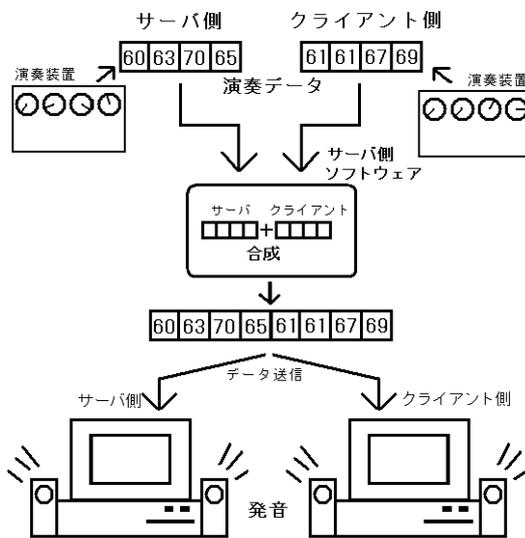


図 4 演奏補助ソフトウェア動作  
Fig. 4 Moving performance subserve software

特に重要な動作である、演奏の合成について以下の節で述べる。

### 3.4.1 演奏の合成

本システムは片側につき 4 ステップを担当する。2名で演奏する場合サーバ側が 4 ステップ、クライアント側も 4 ステップを担当する。ソフトウェアはクライアント側から 4 ステップの情報を受け取り、サーバ側の 4 ステップと合成する。それぞれの演奏情報を合成し計 8 ステップのシーケンスを組む。サーバ側の 4 ステップを演奏した後、クライアント側の 4 ステップを演奏する。その後、新たに両方から演奏情報を受け取り、合成し演奏することを繰り返す。この演奏時の音のやり取りを図 5 に示す。

### 3.5 演奏方法及び演奏中動作

以下に演奏方法を述べる。

- (1) お互い相手側の IP アドレスをソフトウェアに入力し、同じシリアルポートが開いていることを確認する。

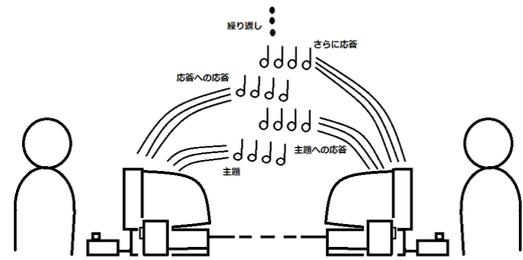


図 5 演奏における音のやり取り  
Fig. 5 exchange of music on playing

- (2) スペースキーを押す。
- (3) ネット通信及びシリアル通信が開始され、システムが動作する。
- (4) 相手からの呼びかけに対してこちらからの音を発する。
- (5) 逐次シーケンサの値や手の形を変えつつセッションを行う。

演奏が始まればユーザは相手の音を聞き、自分の思うように自分の演奏装置を操作し自分のループを作り上げてゆく。相手からの応答を聞きさらに自分が応答を返す。相手と自分とで音楽のやり取りを通じたコミュニケーションを図る。

## 4. 予備的検討

### 4.1 デモ展示

本システムを Make Tokyo Meeting 06 及び本学のオープンキャンパスにて展示した。以下の意見を得られた。

- 説明がなくとも動作を見ているとどのように動かせばよいのかが分かる。
- 今どのような音が発されているのか分かりにくい。
- 特定のステップのみ発音する/発音しないを選択できるようにしてはどうか。
- PC を触らずにシーケンサ側で全ての操作を完了したい。

### 4.2 予備実験

本システムを用いることで遠隔地との演奏（非対面状態のセッション）であっても通常のセッション（対面状態のセッション）と同じように協調演奏が可能かを検証した。どちらの状態であっても同様に楽しんでもらえるかを知るため、両パターンを検証結果に差が出なければどちらのパターンでも楽しんでもらうことができた、と判断することにした。

#### 4.2.1 被験者

音楽経験の有無で分類し、17 名に対して実験を行った。

#### 4.2.2 実験内容

実際にシステムを利用してもらい、その所感を知ること

を目的とした。用意したパターンは以下の2種である。

- A 対面状態でシステムを利用
- B 非対面状態でシステムを利用

それぞれ被験者に好きなだけシステムを使用させた。その後5段階評価の調査及び、自由記述にて所感を調査した。

#### 4.2.3 評価項目

以下の7項目を5段階調査にて各実験ごとに調査した。

評価項目1 音楽を通じて相手とコミュニケーションをとれた

評価項目2 演奏が容易であった

評価項目3 自分自身のシーケンスを楽しむことができた

評価項目4 相手と自分によるシーケンスの組み合わせを楽しめた

評価項目5 この手法を通じて相手と音をやり取りしているという実感があつた

評価項目6 演奏を通じたやり取りがうまくいった

評価項目7 全体として今回の演奏を楽しみと感じた

また、実験パターンAとBではどちらがより相手と音楽を通じてコミュニケーションしていると感じたかを記述させた。また、客観的データとして、各パターンをどの程度の時間触っていたかを計測した。

#### 4.2.4 5段階評価の結果

5段階評価の結果では

評価項目3 自分自身のシーケンスを楽しむことができた

において有意傾向が見られた。それ以外の設問においては有意差は見られなかった。図6にてグラフによる結果を示す。

#### 4.2.5 自由記述内容

自由記述では以下の回答が得られた。

- お互いに見えない状況の方が集中して音楽を交し合うので、より相手とやり取りしているという実感があつた。
- 多人数でやればより多彩な音楽ができるのではないか。
- 相手と音でコミュニケーションするには意識することが大切だと感じた。
- 相手の動作がわからないと、耳で聞こうとして集中力を増すことができた。
- どの音が今鳴っているのか見失うと復帰するのが大変だった。
- 相手とやり取りが見えていると安心感がある。

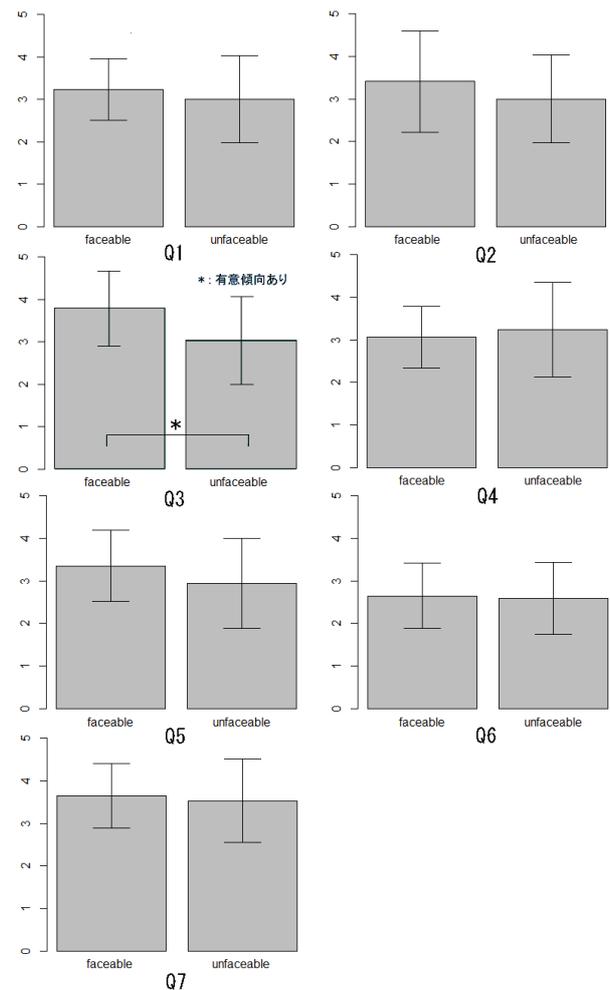


図6 評価項目1～7の評価結果

Fig. 6 Evaluation result of question 1-7

## 5. 考察

### 5.1 5段階評価結果から

評価項目3以外では有意差は見られなかった。評価項目3は相手とのコミュニケーションではなく自身の演奏を評価する設問であった。そのため、予備実験の検証事項である

- 対面状態・非対面状態どちらであっても協調演奏を楽しむことができる

は達成できたと考える。非対面状態でのセッションでも十分に対面状態同様楽しむことができる可能性が示された。評価項目3において有意差が見られたのは対面状態であるための演奏余裕によるものだと思う。対面状態では相手の動きや演奏を視覚的にとらえることができ、即座に自身の演奏に反応させることができる。そのため、非対面状態の音のみに頼る演奏よりも自身の演奏を楽しむことができたのだと推測する。

## 5.2 自由記述

自由記述においては概ね良好な意見が得られたが、視認性が悪いという意見も散見された。これは演奏装置に現在の音を発音しているかを示す機構が付いていなかったのが原因だと推測する。自分の演奏のみであれば現在の音を認識するのは容易である。しかし、本システムではセッションを行う関係上、4ステップ以上の音を認識せねばならない。一度音が分からなくなると、耳に頼って現在の音を探さねばならず、演奏の視認性が悪いということになる。これを解決するため、演奏装置にLEDで現在の発音ステップを示す機構を実装する予定である。また、シーケンスの発音を自分で決めたいという意見も取り入れ、ステップごとに発音を制御する機構も取り入れる予定だ。

## 6. 終わりに

本稿では参加者同士が交代で短い演奏情報をシーケンスに投入するネットセッションシステムを提案した。今回は4ステップシーケンスを用いる手法と、4本の指に曲げセンサを装着した手袋による手法を紹介した。短い音楽フレーズを投げ合い、つなげた連結フレーズをループ再生し続けることで、お互いの音を聞き、掛け合いのようにして楽しむことができるシステムだ。簡単に相手と協調演奏ができる新たな音楽コミュニケーションを狙った。それを証明するための予備的検討として展示実験を行った結果、非対面状態であってもほぼ対面状態と同じように演奏を楽しむことができるとの結果を導き出すことができた。今後は考察で得た課題を解決しつつ、実験を行い本システムを用いたより広範囲の音楽コミュニケーションを目指す。

## 参考文献

- [1] 後藤真孝, 橋本裕司:「MIDI 制御のための分散協調システム— 遠隔地間の合奏を目指して —」  
情報処理学会 音楽情報科学研究会 研究報告 93-MUS-4-1,  
Vol.93, No.109, December 1993
- [2] 後藤 真孝, 根山 亮, 菊地 淑晃, 村岡 洋一:「RMCP: Remote Media Control Protocol — 時間管理機能の拡張と遅延を考慮した遠隔地間の合奏 —」,  
情報処理学会 音楽情報科学研究会 研究報告 97-MUS-21-3,  
Vol.97, No.67, July 1997.
- [3] 後藤 真孝, 根山 亮, 村岡 洋一:「RMCP: 遠隔音楽制御用プロトコルを中心とした音楽情報処理」,  
情報処理学会論文誌, Vol.40, No.3, pp.1335-1345, March 1999.
- [4] 後藤真孝, 根山亮:「Open RemoteGIG:遅延を考慮した不特定多数による遠隔セッションシステム」,  
情報処理学会論文誌 Vol. 43 No. 2 pp. 299-309 2002
- [5] 長嶋 洋一:「GDS (global delayed session) Music — ネットワーク遅延を伴う音楽セッション・モデル」,  
情報処理学会 音楽情報科学研究会 研究報告. 情報処理学会論文誌 Vol.63 , 61-66, 2002

- [6] 長嶋 洋一:「GDS (global delayed session) Music の拡張モデルについて」, 情報科学技術フォーラム 2002,(2002)
- [7] 田村崇行, 一瀬護, 三浦雅展:  
協調合奏システムを対象とした MIDI 時間誤差の調査. 日本音響学会音楽音響研究会資料, pp. 47 – 50, (2008).
- [8] 長嶋 洋一: MIDI 音源の発音遅延と音源アルゴリズムに関する検討 情報処理学会研究報告 Vol99, No68(99-MUS-31), 1999
- [9] Yoshihito Nakanishi, Chuichi Arakawa: “ B.O.M.B. - Beat Of Magic Box- Interactive Session Device Using Wireless Communication System” ,  
Nicograph International 2012, pp.200-201, 2012.