# Furimpro：楽器演奏初学者のための即興演奏用電子楽器の開発と評価

辻岡　暁郎†　　柳　英克†

本研究では音楽の初学者が手軽に楽器の即興演奏を行うことができる新しい電子楽器[Furimpro]の開発と評価を行う．ユーザは Furimpro のデバイスを振るという単純な動作によって，出音のタイミングや音の強弱を制御することができる．また，Furimpro のデバイスと地面の距離の長短に対応して音の高さを割り当てているため，デバイスの高さ変えることで音程を制御することができる．このように，ユーザは Furimpro のデバイスを「振る」・「高さを変える」といった日常的な振る舞いと同様の操作方法を実現することで，音楽の初学者でも演奏表現に専念することができ，自由に即興演奏を行うことを可能にしている．

# Furimpro: development and evaluation of electronic musical instrument designed to improvise for beginners

AKIO TSUJIOKA†　　HIDEKATSU YANAGI†

In this paper, I develop and evaluate Furimpro is a new electronic musical instrument is user who is a beginner of playing a musical instruments can play musical improvisation. User can control the timing to make the sounds and the strength of the sounds by the simply action which is shaking Furimplo's device. Also user can control the pitches of sounds by changing the height of Furimpro's device because of the pitches of sounds are assigned in response to the distance of Furimpro's device and the ground. In this wise, user who is the beginner of playing the musical instruments can apply to musical expression by achieving operation method is shaking and changing the height of Furimpro's device, and user can play musical improvisation freely.

## 1.　はじめに

楽器を思い通りに操り，演奏することは多くの人が興味を惹かれる．しかし楽器演奏を行うにはある程度の音楽理論の知識や楽器演奏の技術が必要である．また，即興演奏を行う場合にはさらに高度な知識や技術が必要であり，これらの理由から即興演奏を行うことができる人は限られる．しかしながら，楽器演奏初学者でも伴奏に合わせて即興で歌ったり，鼻歌を歌うことが出る．このことから楽器演奏初学者は表現手段が少ないのであって，メロディを創作することは出来ると考えた．そこで本研究では楽器演奏の初学者が即興演奏を行うことができ，かつ楽器演奏を体感できる即興演奏用電子楽器 Furimpro を開発する．ユーザは手のひらサイズのデバイスを振るという，年齢，人種問わず誰もが同様に行うことがきる行為によって即興演奏ができる．本研究における初学者とは，義務教育程度の音楽理論の知識と技術を持つ人を指す．また，即興演奏の定義を，調性に合ったメロディを創ること，出音のタイミングや音の高低を制御することとする．Furimpro を使うことで，音楽理論の知識がほとんどない人や，楽器演奏初学者でもブルースなどの即興演奏が主体のジャムセッションの同等の環境で即興演奏を行うことができ，かつ楽器演奏感を体感できることを目的とする．

† Akio Tsujioka, Hidekatsu Yanagi
公立はこだて未来大学

## 2.　関連研究

関連研究として，石田らによる ism：即興演奏支援のためのリアルタイム旋律補正システム 1)，赤澤らによる新しいバリアフリー電子楽器 Cymis の重度障害者施設での評価 2)，株式会社 KORG の KAOSILATOR (カオシレーター) -ダイナミックフレーズシンセサイザー- 3)を挙げる．これらの研究ではいずれも即興演奏に関連した電子楽器を開発しており，対象ユーザ，操作性，楽器としての発展性，演奏感の面で本研究と比較を行った

### 2.1　即興演奏支援のための旋律補正システム

音楽演奏，即興演奏の支援システムに ism [1]がある．ism は即興演奏における演奏の旋律補正システムである．システムのプロセスは，電子楽器から入力さ

れた音をその楽曲に調和する音程であるか N-gram 検索によって判定し，調和しないと判定した場合にその音を調和する音程にリアルタイムに変換し出力するというものである（図 1）．ism を使用することで，演奏者は演奏中のミスを恐れずにジャムセッションを行うことを目的としている．Ism は即興演奏を支援するシステムであるという点では本研究と類似するが，ユーザはあらかじめ楽器演奏の知識や技術が必要であり，楽器演奏の初学者を対象とした本研究とは対象とするユーザの層が異なる．

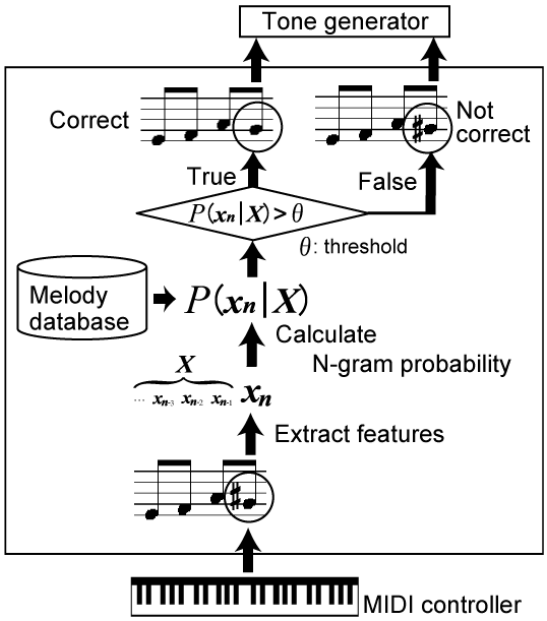


図 1．Ism のシステム

### 2.2　バリアフリー電子楽器

Cymis [2]は難しい楽曲でも簡単に演奏を楽しめ，熟練度に応じて上達していくことができる楽譜内蔵型バリアフリー電子楽器である（図 2）．Cymis はヴァイオリンの演奏を模したシステムであり，左手でタッチパネルの音符を押さえ，右手でマウスをスライドさせることで演奏を行う．Cymis を使用することで，体の不自由な人でも上達感を味わいながら擬似的に楽器を演奏することができる．Cymis は楽器演奏初学者でも演奏できるという点において本研究と類似するが，身体障害者用に演奏の難易度を下げた楽器であるため，ピアノやギター，管楽器などと同列の本格的な楽器演奏行うことは出来ない．

### 2.3　感覚的操作が出来る小型シンセサイザー

KAOSSILATOR (株式会社 KORG)は手のひらサイズの小型シンセサイザである（図 3）． KAOSSILATOR のボタンやダイヤルを操作することで音色や調整を設定し，タッチパッド部分に触れることで感覚的に様々な音程の音を生成できる．KAOSSILATOR を使用することで，従来のシンセサイザとは異なり手軽で感覚的に音楽を作ることが可能である．KAOSSILATOR は感覚的な操作で即興音楽を作るという点で本研究と類似するが，ボタンなどの設定で音のループ操作をしてリズムや低音，伴奏，メロディのすべてを作る個人演奏に特化しているため，本研究とは目的が異なる．また，KAOSSILATOR はボタンを押したり本体のタッチ部分を指でなぞるという操作が主であるため，楽器としての演奏感が希薄である．

図 2．Cymis

図 3．KAOSSILATOR

## 3.　Furimpro のシステム

楽器演奏の初学者が即興演奏を行うことができ，楽器演奏を体感できる即興音楽演奏用電子楽器

Furimpro を開発する．図 4 に Furimpro のシステム構成図を図 5，6 に，開発中のデバイスの回路とその回路図を，図 7 に PC 側のプログラムをそれぞれ記す．

### 3.1　Furimpro のデバイス

Furimpro のデバイスは手のひらサイズの球型であり，デバイスには加速度センサ，距離センサ，それらの情報を処理するための pic，PC 側の Furimpro のプログラムに無線接続するための bluetooth モジュール，それらすべてに電力を流すための低電圧回路が搭載されている．ユーザはデバイスを地面から任意の高さで振ることにより，pic で処理した変化した 2 つのセンサの値を Bluetooth モジュールから PC 上の Furimpro のプログラムに情報を入力する．加速度センサは-2G から+2G まで計測できる 3 方向アナログの 8bit タイプである．距離センサは 1m から 5m の距離に応じて出力電圧を-0.3V から+0.3V に変化させるタイプである．加速度センサは音の出音の有無および強弱を，距離センサは出音の音高をそれぞれ制御する．

### 3.2　Furimpro のプログラム

PC 上の Furimpro のプログラムは C#言語で構築され，デバイスから入力された情報に対応してあらかじめ用意した各音高の wav ファイルを再生する．この一連のシステム構成により，ユーザは手に持ったデバイスを高さを変えながら振ることで即興演奏を行う．

### 3.3　センサの値

加速度センサは重力などの要因で常に値をセンシングするため，センシングした 3 方向の値を x，y，z としたとき

$$|x| + |y| + |z| \leqq 5G$$

となる場合に出音と判定する．また，5G から 6G の間で，値が大きければ大きいほど出音する音の音量が大きくなるように設定する．

距離センサは平均的な身長の女性が最高まで手を上に伸ばした高さが出音できる最高音になるよう，1.0-1.8m の範囲の値を有効な値と判定し，その範囲に 3 オクターブ分の音を対応させる．地面からのデバイスの距離が 1m の位置で最低音，1.8m の位置で最高となるように設定する．再生される音の音階はペンタトニック・スケールであり，各調性に付き 15 音を対応させる．

なお，加速度センサは KXM52-1050，距離センサは GP2Y0A710K，pic は 16F88，Bluetooth モジュールには RBT-001 を使用する．デバイスの電源は 9V 電池を使用し，3 端子レギュレータ 78L05 を搭載した定電圧回路（図 8，9）を使用する．

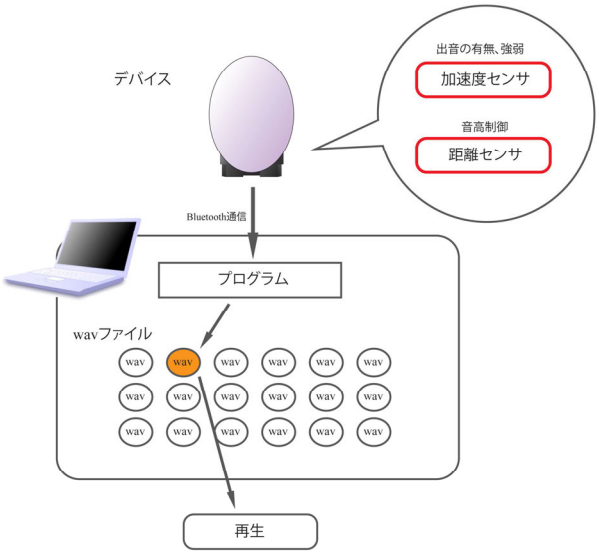


図 4　Furimpro のシステム構成

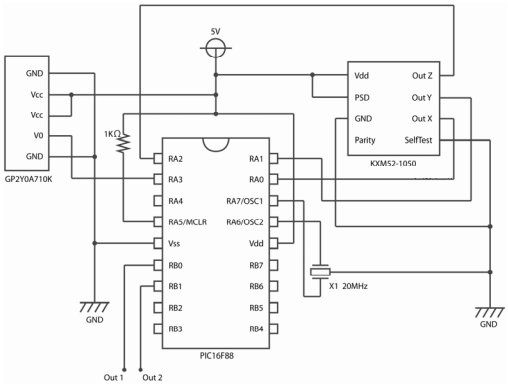


図 5　Furimpro デバイスの回路図

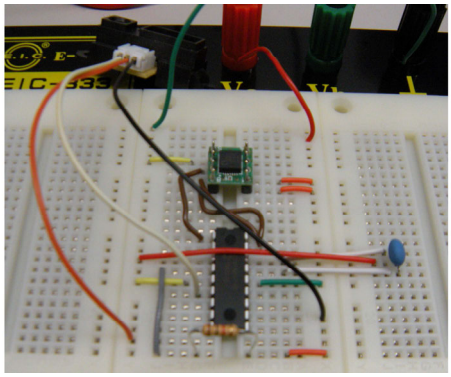

図 6　Furimpro デバイスの回路

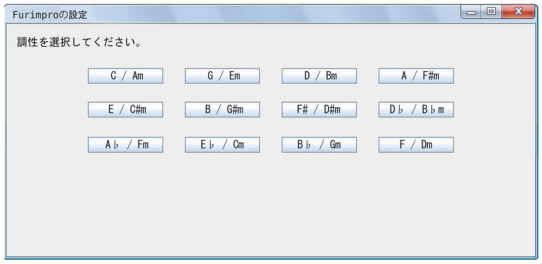


図 7　PC 側のプログラム

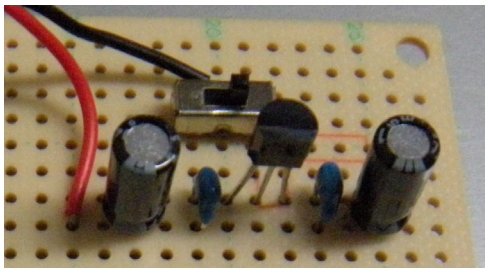

図 8　低電圧回路

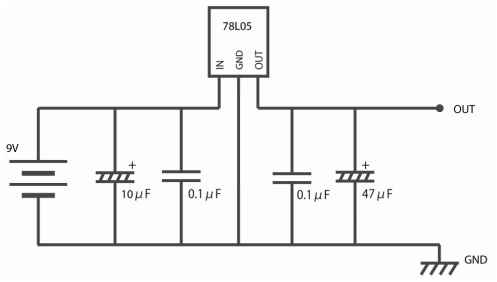


図 9　低電圧回路の回路図

## 4.　Wii リモコンを用いたプロトタイプ

Furimpro の操作感を確認するために，開発中のデバイスの代用として Wii リモコン 11)を用いたプロトタイプを開発した．Wii リモコンには距離センサが搭載されていないため，音高の制御には十字キー，A ボタン，B ボタンを用いた．ソフトシンセサイザにより CMajor の調性のピアノの音の wav ファイルを 10 種類作り，A ボタン，上キー，右キー，下キー，左キー，上キー+B ボタン，右キー+B ボタン，下キー+B ボタン，左キー+B ボタン，なにも押していない状態にそれぞれ対応させた．これらのいずれかの状態で加速度センサの値が

$$|x| + |y| + |z| \leqq 5G$$

となったときに出音する．

## 5.　実験について

### 5.1　Wii リモコンを用いたデモ実験

Wii リモコンを用いたプロトタイプを使い，Furimpro の操作感のデモ実験を行った．Wii リモコンには距離センサは搭載されていないため，楽器演奏初学者である 21 歳から 25 歳の男性 3 名に Furimpro による演奏感を体験してもらった．

### 5.2　結果と考察

Wii リモコンを振ることによる出音の制御について，「弱めに振ったときにも出音してほしい」という意見が複数あった．これについては，どの程度の強さで振ると演奏に専念できるか，より多くの被験者の意見をもらい調整していく予定である．「ミュートするボタンがあったほうがよい」という意見があった．これについては，より簡単な操作性を目指したためあえて実装しなかったが，ボタンがついていても十分に演奏に専念できるという意見が多数を占めた．そのため Furimpro のデバイスにはミュートボタンを新たに付け加える予定である．「速く振ったときに，複数の音を重ねて出音してほしい」という意見があった．現在の Furimpro のプログラムでは音を再生している最中にデバイスを振ると前の音がキャンセルされるためであるが，これについては，プログラムに DirectX や DirectSound のライブラリを用いることで対処する予定である．「連続で振ったときに特別な効果があると面白い」という意見があった．これについては，音が長く持続するなど，何らかの効果の実装を検討している．「体を動かせて楽しい」「両手にデバイスを持って演奏すると面白い」という意見があった．これについては，今後の展望として Furimpro の片手で演奏できるという点を生かしたシステムの開発を検討している．

今後は Furimpro のデバイスが完成次第，楽器演奏初学者である被験者 20 名程度に，ブルースなどの即興演奏が主体になる音楽の中で実際に Furimpro を用いて演奏してもらい，より詳細なデータを採取するとともに各センサの制御の微調整を行う予定である．評価方法は実験後のインタビュー，SD 法による評価，アンケート用紙への自由記述を予定している．

## 6.　まとめ

現在，Furimpro のデバイスに搭載する pic のプログラム，デバイスのハードウェアを開発中である．開発が完了次第 Furimpro の評価実験を行い，考察にて述

べた点を中心に Furimpro の改良を行う予定である．また，ジャズ，ポップスなどの様々な楽曲や調性に対応したプログラム，様々な音色の wav ファイルを開発する予定である．

## 参 考 文 献


1) 石田克久，北原鉄朗，武田正之: ism：即興演奏支援のためのリアルタイム旋律補正システム，情報処理学会論文誌 46，pp. 1548-1559，2003.
2) 赤澤堅造，奥野竜平: 新しいバリアフリー電子楽器 Cymis の重度障害者施設での評価，電子情報通信学会総合大会講演論文集 2010 年，pp.272，2010.
3) KAOSILATOR (カオシレーター) -ダイナミックフレーズシンセサイザー- 株式会社 KORG 2007.
4) 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 -機能固定マッピング楽器の提案-，情報処理学会論文誌 39(5)，1556-1567，1998.
5) 大島千佳，宮川洋平，西本一志: Coloring-in Piano：表情付けに専念できるピアノの提案，情報処理学会研究報告 [音楽情報科学] 2001，69-74，2001.
6) 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 43(2)，256-259，2002.
7) 山崎晃男: 音楽と感情についての心理学的研究，大阪樟蔭女子大学人間科学研究紀要 8，221-232，2009
8) 須藤貢明，杵鞭広美: 音楽表現の科学―認知心理学からのアプローチ，アルテスパブリッシング，2010.
9) 柴崎晃一，光吉俊二: 抑揚からの感情認識の評価 －感性制御技術（ST）の評価と，人間の感情の評価法について－，電子情報通信学会技術研究報告．TL，思考と言語 105(291)，45-50，2005.
10) 鈴木鎮一: 奏法の哲学，全音楽譜出版社，1998.
11) Wii リモコン，任天堂株式会社，http://www.nintendo.co.jp/wii/features/wii_remote/ ，2006.