

Title	ネットワーク型ウェアラブル音楽創奏システムと日常生活空間演出構想の提案
Author(s)	西本, 一志; 前川, 督雄; 多田, 幸生; 間瀬, 健二; 中津, 良平; Nishimoto, Kazushi; Tadao Maekawa; Yukio Tada; Kenji Mase; Ryohei Nakatsu
Citation	日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 6(2): 69-78
Issue Date	2001-06-30
Type	Journal Article
Text version	publisher
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/18082">http://hdl.handle.net/10119/18082</a>
Rights	Copyright(C),2001,日本バーチャルリアリティ学会,西本一志,前川督雄,多田幸生,間瀬健二,中津良平,日本バーチャルリアリティ学会論文誌,6(2),2001,pp69-78
Description	

## 基礎論文

ネットワーク型ウェアラブル音楽創奏システムと  
日常生活空間演出構想の提案A wireless networked and wearable system for creating and playing music  
and a concept of active direction in daily space前川督雄<sup>\*1</sup> 西本一志<sup>\*1\*2\*3</sup> 多田幸生<sup>\*1\*4</sup> 間瀬健二<sup>\*1</sup> 中津良平<sup>\*1</sup>Tadao Maekawa<sup>\*1</sup>, Kazushi Nishimoto<sup>\*1\*2\*3</sup>, Yukio Tada<sup>\*1\*4</sup>, Kenji Mase<sup>\*1</sup>, Ryohei Nakatsu<sup>\*1</sup>

**Abstract:** We are developing a wearable musical instrument system that (1) enables individual and daily portability of playing a song as well as listening to it, (2) enables ad hoc musical sessions with passers-by who have same systems and similar taste, (3) enables ad hoc collaborative music composition, (4) and enables active direction of everyday life virtually. In this paper, a prototype system was developed and examined. According to the results, we propose a concept "Dressable Music", that an active direction of everyday life using wireless-networked and wearable musical instruments, and propose a design of "CosTune" system which is expected to actualizes the concept.

**Keywords:** musical instrument, dressable music, active direction, wearable, wireless transmission

## 1. はじめに

これまで音を対象とした VR 技術の多くは音響技術であり、関心は主に空間の表現に音をどのように活用するかにむかっていた。音楽が人に与える感動や効果が本格的に VR に活用されてきたとはいえないだろう。しかし、VR の要素として、Zeltzer や廣瀬は(a)Presence、(b)Interaction、(c)Autonomy をあげており[1,2]、この観点からあらためて音楽を見直してみると、VR における音楽の有用性がみとめられる。すなわちまず、(a) テーマソングという言葉が示すように、音楽を効果的に用いることによって人物や事象、状況の実在感、存在感を身近に感じることが可能になる。また、(b)多くの場合音楽は複数の人間のコラボレーションによって奏でられる。複数の要素の間の関連が有機的に成立していないと良い演奏はできない。さらに、(c) そのコラボレーションを構成する一員の立場から考えると、音楽演奏という状況は自らの行為とは独立に自律的に進行している側面がある。以上のように音楽と VR と

は非常に適合性が高く、音楽の演奏を本質的な要素としてもつ VR は、きわめて高いリアリティを生み出す可能性がある。一方、舞台芸術やイベントなどにおける演出を工学的に構築するアプローチが提案されており[3]、音楽による VR 演出への工学的アプローチもあながち非現実的ではないだろう。この演出工学のアプローチを参考にしつつ、音楽を有効活用した VR 技術によって、日常生活をバーチャルかつ積極的に演出することが可能になるかもしれない。

これまでも音楽関連技術は様々な新しい VR 効果を私たちの生活に与えてきている。たとえば、エジソンが蓄音機を発明するまでは、音楽は演じられるその瞬間にその空間に居合わせた者のみの財産だった。録音・再生技術は、時をこえ、所を替えても音楽の演じられる時空間をバーチャルに体験することを可能にした(Presence の実現)。また、20 年前の SONY のウォークマン発売を皮切りとする携帯型再生機器や近年みられる携帯電話の着信メロディは、音楽を携帯することを可能にし、音楽を身にまとうことによって日常生活空間をバーチャルに演出する新しい音楽文化を創り出した(Presence の実現)。特に、着信メロディはユーザが直接関与しない原因(着信)によって起動されるので、ある種の Autonomy が実現されているともいえる。また発信者やメッ

\*1: ATR知能映像通信研究所

\*2: 北陸先端科学技術大学院大学

\*3: 科学技術振興団, さきがけ研究21

\*4: 現所属は、ヤマハ株式会社アドバンストシステム開発センター

\*1: ATR Media Integration &amp; Communications Research Laboratories

\*2: Japan Advanced Institute of Science and Technology

\*3: PRESTO, JST

\*4: YAMAHA CORPORATION

セージ種類などの状況に応じて個別のメロディを鳴らすこともでき、Situating Music [たとえば4]の一種ともいえよう。しかしいずれの場合も、音楽は与えられるものであり、自らの関与(Interactionの実現)は選曲というどちらかという受け身の性格を否めない形にとどまっていることが多い。一方、ヤマハ MIBURI や BODYCODER [5]、Musical Jacket [6]などのWearable 楽器によって、個々人が音楽演奏を携帯することは実現する。しかしこれらは、従来の楽器の携帯可能化、あるいは、Wearable コンピューティングの一応用のレベルにとどまっており、日常生活において携行して演奏することにユーザを誘導するようなウォークマン的な発想の転換は残念ながらみとめられない。また、コミュニケーションツールとなって、他者との関連(Interactionの実現)を創出していく面でも限界がある。こうしたコミュニケーションツールとしては、インターネットなどのネットワークを介して、顔の見えない他者と、コミュニケーションし、音楽創作をコラボレートするしくみがではじめている[7,8]。しかし、そこには音楽の醍醐味の重要な側面であるリアルタイム性や対面性が欠如しており、十分に満足が得られる Interaction とはかぎらない。また、携帯可能なぬいぐるみをインタフェースとして、音楽を用いた新しいコミュニケーションの提案もなされている[9]が、コミュニケーションにプライオリティがおかれており、音楽演奏自体の実現を目的としたものではない。

そこでここにみられる課題を解決することを目的として、筆者らは、(1) 聴くだけでなく演奏可能な形で個々人が音楽を日常携帯することを可能にし、(2) 他者との様々な形のコミュニケーションを支援することによって(3) 新しく音楽を単独あるいは協同で創りだし、(4) 結果的に日常生活空間をバーチャルに演出するシステムの開発を進めている。本論文では、まず日常携帯できるネットワーク型ウェアラブル楽器システムの開発実験について報告し、それをふまえた音楽を創りだし演奏する(創奏する)ウェアラブル音楽創奏システム(CosTune = Costume + Tune と名づけた)および日常生活空間演出構想の提案を試みる。

## 2. CosTune 実験システムの開発

### 2.1 音楽演奏の日常携帯に必要な要件

#### (1) 楽器の携帯性

いつでもどこでも音楽を演奏したい。そのためには、楽器につきまわっていた物理的制約からの解放が必須となる。楽器とは元来なんらかの物体の物理的特性を利用して、その振動を空気の振動に変換して音を出すしかけだった。すなわち、様々な素材で構成される面、弦、管、塊などをいかに上手に効果的に振動させるかに対して工夫が凝らされてきた。その形態は、演奏が不可能でさえなければ、演奏容易性よりも音を効果的に出すための物理的要求のほうがより優先されてきたといえよう。そのため、たとえばヴァイオリンのように音をだすだけでも訓練が必要とされ、楽器演奏の敷居が高くなってしまっている傾向は否めない。また、より広い音域やより多様な音を出せる楽器は、その分より大きく重くなる傾向があり、とても携帯演奏できるものではなくなっている。

こうした観点にたつと、発音物体の物理的特性と無関係に音を生成できる電子楽器のなかに、従来の楽器の形態的特徴から自由なものが少ないことは驚くべきことといえる。筆者らは、まず演奏のための運指や発音が物理的に容易であること、また無理なく携帯できる大きさや重さ、形状であること、無理な姿勢をとらずにたとえば歩きながらも演奏できることが楽器構成上必要であると考えた。

#### (2) 演奏の容易さ

もちろん、従来のアコースティック楽器の中にも上記の要求の一部または全部を満たすものは少なからず存在する。たとえばハーモニカや笛の多くがその中に含まれる他、アコーディオンは旋律や様々な和声を演奏するしくみがコンパクトに内蔵されており、携帯型楽器としてある意味究極的に最適化されているといえる。

しかしこれらの楽器を含めて、楽器は演奏が難しいものが多く、このことが気軽に演奏を試みることを妨げてきたと考えられる。すなわち、演奏によって実現される最も基本的な発音と、実現したい音楽との間の大きなギャップが、その難しさの要因として考えられた。

これを解決するためには、音楽演奏を楽しむための前提となる理論の理解や演奏技術の習得の度合いを相対的に低下させる必要がある。たとえば、複雑な音楽理論を知らずとも、演奏者間のシステム化された役割分担や、操作子のユニット化

とその切り替えによる操作子数の削減、操作子の合理的なわかりやすい配置、さらにコード進行にあわせた音機能固定マッピングシステム[10]の実装などによって、初心者でも演奏に参加することが可能になり、熟練者は音楽的により高度な演奏の方に力を配分できる楽器をデザインできるだろう。

さらに、電子楽器は、従来のアコースティック楽器に比べて幅広い演奏表現が可能になる。たとえば独奏できるだけでなく、適切な伴奏を選択あるいは自ら構築して、自動伴奏させ、そのうえに自分の演奏を重ねることを可能にする工夫が考えられる。この工夫によって、全体としての音楽はあらかじめほぼできあがっていることになり、技量の高低にかかわらず、まずは自分自身の音楽を楽しむことが可能になる。ただし、こうした演奏支援の面の設計には、自動作曲や自動演奏のように演奏者の意図が的確には反映されない手法は採用しないこととした。なぜなら、これらの手法によって、より容易に演奏できる可能性はあるものの、手応えが曖昧で、演奏に参加している実感が減ってしまう危険があるからである。

## 2.2 CosTune 実験システム仕様の設計

### (1) 楽器の携帯性

前項において整理した日常生活空間において携帯し、演奏できる楽器の必要要件のうち、楽器の携帯性を実現するために、演奏インタフェースとして着衣を活用することにした。このことは従来の楽器に比べてふたつの優位性を想定できる。ひとつは、着衣は日常的になじんでいる対象物であり、その表面に装着された操作子を操作することは、誰にとってもそれほど大きな困難をとまわらないことを期待できる。もうひとつは、着衣は文字通り身につけているため、それを物理的に支持するための特別な姿勢や動作は必要なく、両手指を物理的制限のともなわない形で演奏に最大限活用することが可能になる。

また CosTune 実験システムの携帯性を高めることに役立てると同時に演奏内容の処理容易性を高めるために、演奏内容は MIDI 化し、MIDI を統一データ形式として楽器システムを構成することにした(図 1)。演奏インタフェースから入力されるアナログ信号を MIDI データに変換する A/D コンバータには、infusion systems 社製の i-cube システムを使用した。楽器システムを

構成するこれ以外の機器は後述するが、いずれの機器についても長時間にわたるバッテリー駆動が可能であると同時に極力小さく軽いものを選択し、ワンパッケージ化してウェストバッグに装填できることをめざした。

### (2) 演奏の容易さ

楽器演奏の容易さを向上するために、演奏インタフェースの種類に対応した役割分担の設定、演奏インタフェース上の操作子数の削減、その配置やシステム化の工夫、音機能固定マッピングの擬似的な実現を下記のように行った。

#### ・演奏インタフェースの役割分担

まず装着型の演奏インタフェースとして、ジャケット型、パンツ型、手袋型の三種類を用意し、それぞれ旋律、リズム、装飾を主に担当させた。旋律を奏するためには、極力多くの操作子を与えることが望ましく、胸から腹にかけての面を活用することによって、操作子を効果的に配置できる。そこでジャケット型の演奏インタフェースに旋律を主に担当させることとした。次に、リズムを刻むためには手指だけでなく腕や全身の運動をとまなうスピードある演奏が望まれる。これは、下肢に操作子を装着し、これを手指でたたくことで実現できる。また、靴の底に操作子を装着することによって、足踏みによるリズム生成が可能になる。そこでパンツ型(靴を含む)演奏インタフェースにリズムを主に担当させることにした。また、音楽に装飾を施すためには微妙な操作が必要とされる。そこで手袋型演奏インタフェースに装飾を主に担当させることとした。

いずれの型のインタフェースにも任意の音色を割り当てることは可能であるが、今回は主に旋律を担当するジャケット型には鍵盤楽器や弦楽器の音色を切り替え可能な形で割り当て、主にリズムを担当するパンツ型には打楽器の音色を割り当て、主に装飾を担当する手袋型には弦楽器や効果音の音色を割り当てた。

#### ・操作子の削減、配置、システム化の工夫

左右の手には指が5本ずつあるので、指と操作子との関係を直感的にあるいは比較的短時間で把握するためには、操作子の数は各指との対応付けをほぼ固定できる10以下であることが望ましい。そこでパンツ型演奏インタフェースには左右に3つずつの操作子を、親指、人差し指、その他の指でそれぞれ操作しやすい位置に配置した。ま

た、ジャケット型演奏インタフェースには、左右に縦に4つずつの操作子を、手をひろげたときに親指から薬指までがそれぞれ操作しやすい位置に配置した。これらには1オクターブにわたる8音をマッピングした。また、小指を伸ばしたところに操作子を配置し、これによって音程をオクターブ単位で上下に変更できるように設計した。この結果、これら10個の操作子によって、ピアノの全白鍵に相当する音程を演奏することが可能になる。さらに下方中央あたりに音色切り替えを担当する操作子を配置し、上記の様々な音色を順次切り替えて演奏できるように設計した。以上の設計は、わずか11個の操作子によって小規模の電気ピアノに匹敵する表現を可能にすることが期待できる。

なお、上記の操作子の配置の実施にあたっては試行錯誤的に調整を行い、その時々の演奏者にとって最も好ましいと感じられる位置を選択した。

#### ・音機能固定マッピング[10]の疑似的実現

通常の楽器の演奏インタフェースは、ある操作子に対してある特定の周波数の音を固定的にマッピングしている。このような音のマッピング方法を、筆者らは「ピッチ固定マッピング」と呼んでいる。ピッチ固定マッピング楽器では、あるピッチの音（たとえば440Hzの音）が欲しいとき、その音がどこにあるかを直接的に知ることができるので、即座に求めるピッチの音を出力することができる。このように、従来の楽器は「ピッチ」という音の絶対的な一つの属性に着目した音のマッピング手法を採用している。

一方、音には絶対的なピッチの他に相対的な「和声的機能」という属性が存在する。ここで言う和声的機能とは、言い換えれば、和声に対する各音の協和の程度にあたる。すなわちある音の和声的機能は、和声に対して相対的に決定されるものなので、ある一定のピッチの音についても和声進行に伴ってその機能は変化する。そこで、楽器の演奏インタフェースの各操作子に対し、ピッチではなく和声的機能を固定的に配置するマッピング方法が「音機能固定マッピング」[10]である。この方法によれば、必要な和声機能を持つ音をいつでも容易に出力することが可能となる。

ピッチ固定マッピング楽器では、音のピッチを元に必要な音を出力することは容易であったが、逆に必要な和声的機能を持つ音を得ることは、和声進行と各時点での和声を元に理論的分析を行

う必要があるため、かなりの熟練を要する困難な作業であった。一方音機能固定マッピング楽器では、ピッチ固定マッピング楽器とは状況が逆になり、必要な和声的機能を持つ音を得ることは容易なかわりに、あるピッチの音を得ることは困難となる。したがって、音の和声的機能が重要となるような場面（このような場面の典型的な例として、ジャズの即興演奏があげられる）においては、機能固定マッピング楽器の方がピッチ固定楽器よりも有利となると考えられる。つまり機能固定マッピング楽器では、少なくとも過剰に不協和にならない音だけを選んで演奏することが非常に容易に行えるようになるので、初心者でもすぐそれなりの演奏を行えるようになる。ピッチ固定楽器を使用すると、単に「音を外さない」ことだけで非常に困難な作業となる。さらに、機能に基づいた音の組み合わせによる旋律の創作に熟練していくことで、より高度な演奏を行うことも可能となっていく。このように機能固定マッピングは、単なる初心者支援にとどまらず、熟達によるより高度な演奏表現の可能性も十分に保持している。

本 *CosTune* 実験システム仕様においてこの音機能固定マッピングを疑似的に実現するために、以下のような工夫を行うことにした。すなわち、前述のようにジャケット型演奏インタフェースには1オクターブ内のピアノの8個の白鍵に相当する操作子が設定されており、*Dm* ならびに *Em* の和声においてはその定義から、これらをどのようにひいても協和的な音程となることが導かれる。そこで、演奏をより容易に行えるようにするための伴奏音楽を作成するにあたって、進行するコードの種類を *Dm* と *Em* とに指定して作曲することによって、疑似的に音機能固定マッピングを実現することが可能になる。

#### (3) 楽器間データ通信の実現

以上の、音楽演奏の日常携帯を実現する仕様に加えて、一連の研究における第二の目的である他者とのコミュニケーションを支援するための基礎的検討として、実験的に楽器間データ通信を以下のような設計で試みた。すなわち、まず個々の *CosTune* 実験機において演奏された音楽データならびに伴奏音楽データを同期させてミキシングするための、補佐サーバを設定した。また、個々の楽器ならびに補佐サーバの無線通信部として、無線 LAN カード (IEEE802.11b 準拠、11Mbps) を使用し、統一データ形式として採用した MIDI

前川・西本・多田・間瀬・中津：ネットワーク型ウェアラブル音楽創奏システムと日常生活空間演出構想の提案

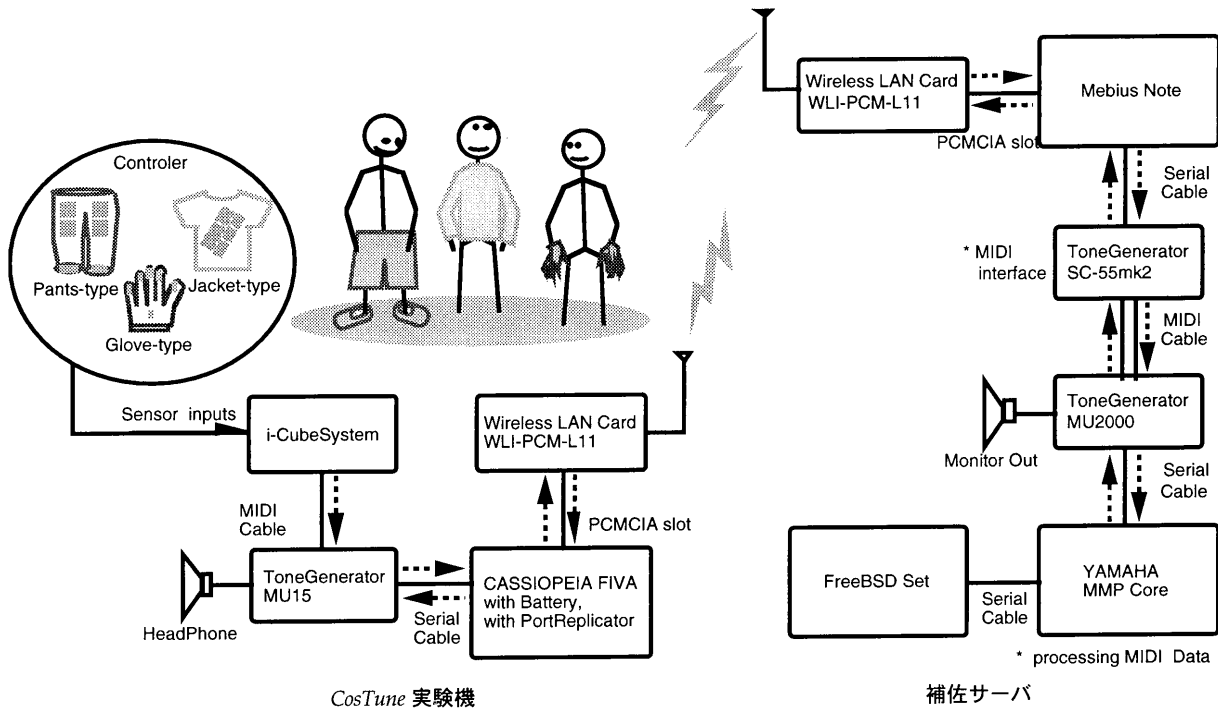
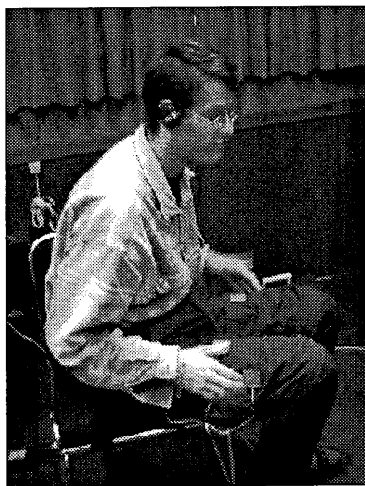
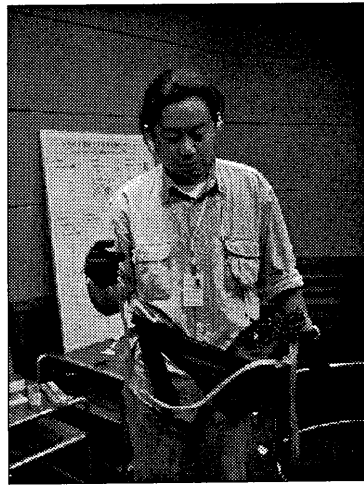


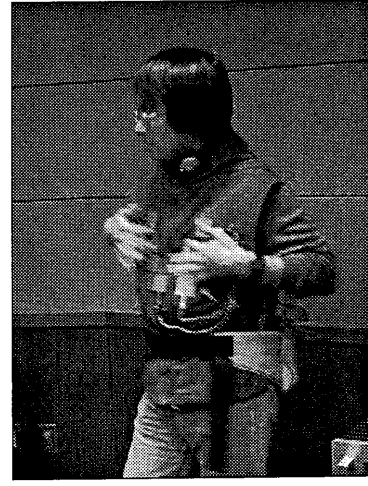
図1 CosTune 実験システムの構成



(a) パンツ型 CosTune 実験機



(b) 手袋型 CosTune 実験機



(c) ジャケット型 CosTune 実験機

図2 第13回 ATR 研究発表会における CosTune 実験システムの試用

形式のデータを PC において UDP パケット内にカプセル化して送受信できるようにした。このとき、各 CosTune 実験機には、あらかじめユニークな MIDI チャンネルが固定的に割り当てておく。補佐サーバでは、受信した MIDI データに対し、その MIDI チャンネルに対してあらかじめ定められている音色を対応づけて即座に全 CosTune 実験機に対してその MIDI データをブロードキャストする。同時に補佐サーバのシーケンサで生成された伴奏音楽データもブロードキャストされる。各 CosTune 実験機は受信したブロードキャストデータに含まれる MIDI データをそれぞれが内蔵する音源に入力する。こうして、各

CosTune 実験機プレイヤーは、全演奏者と補佐サーバとによる演奏音をそれぞれのヘッドフォンを通じて聴くことができるようになる。

### 2.3 CosTune 実験システムの試用実験

前項において設計した仕様にもとづいて製作したネットワーク対応装着型楽器実験システムの試用実験を行った。このとき、以下のポイントに注目して評価を行った。すなわち、(1) 実験機の日常携帯は現実的か、(2) 演奏しやすいか、(3) 無線通信機能を用いて複数のユーザとジャムセッションを行うことができるか、の3点に注目した。

## (1) 楽器の携帯性

CosTune 実験機のうち、装着型演奏インタフェースをのぞくすべての機器をひとつのウェストバッグに装填することに成功した。その重量は、約 4kg であり、女性でも携帯して演奏を行うことができた。

また、演奏インタフェースとして装着型のものを選択したことも有効であり、両手両足を自由に使って歩くこと、走ること、踊ること、座ることと同時並行して演奏することが可能になった。

耐用実験の結果、本実験システムで用いたバッテリー容量が許す 3~4 時間にわたって連続した演奏活動が可能であり、日常生活で音楽演奏を携帯することがハードウェア的に実現可能であることが示された。

## (2) 演奏の容易さ

開発者を含む成人男女 11 人の被験者による演奏を観察し、ヒアリングを行った。

### ・演奏インタフェースの役割分担

ジャケット型演奏インタフェースをもつ実験機に旋律を主に担当させ、パンツ型演奏インタフェースをもつ実験機にリズムを主に担当させた場合と、担当を逆にしてみた場合とを比較した結果、前者の場合の方が個々の楽器がより演奏しやすく、演奏インタフェースの役割分担が有効であることが示された。

まず、個々の楽器の特性として、パンツ型には 8 個より多くの操作子を混乱なく配置する余地がなく、旋律演奏の自由度がジャケット型と比較して極度に制限される。逆に、ジャケット型に打楽器系の音色をマッピングした場合、演奏が不可能ではないが、リズムカルに演奏する点でパンツ型がより容易だった。これは、ジャケット型を演奏する際には肘を曲げており、腕の自由度がより小さくなっているためと考えられる。

また、複数の楽器のコンビネーションへの影響を評価した。ジャケット型とパンツ型とをいずれもリズム(あるいは旋律)を担当させた場合、ジャケット型に旋律、パンツ型にリズムと別々に担当させた場合に比べて、演奏者は互いに相手とのコンビネーションをとるのにより苦勞する傾向があり、できあがる音楽もより平板なものになる傾向があった。

### ・操作子のシステム化

ジャケット型演奏インタフェースにおける操

作子のシステム化は、段階的な演奏技術の習得を可能にした。まず初心者、左右計 8 つの操作子の一部、後にほぼ全部を用いてオクターブ内の楽曲を演奏することを覚え、並行してもうひとつの操作子を用いて様々な音色に変更して楽しむことができるようになる傾向があった。さらに操作に慣れてくるとオクターブを上下に自由に変更し、より複雑な楽曲が演奏できるようになる傾向があった。

### ・音機能固定マッピングの擬似的実現

どのようにひいても伴奏音楽に協和的な音をひくことが可能であることは、演奏者をよりエンカレッジする効果があった。試みに伴奏音楽を流さなかった数例の場合、演奏者は演奏を躊躇する傾向があり、上記の演奏技術の上達に至らなかった。しかし、伴奏音楽を流した場合、不協和な音がでないことを理解するにつれ、様々な旋律や和音の演奏を試みるようになり、楽しみながら上記の上達過程をたどる傾向があった。

ただし、演奏を容易にするための工夫は、以上の検討によって十分に網羅できたとはいえ、本報告における工夫が唯一解あるいは最善解とはいえないことを指摘しておく。

## (3) 楽器間データ通信の実現

UDP パケットによる MIDI データ無線通信の実装に成功した。約 30m 以内の範囲において、ほぼデータ欠損のない無線通信が実現した。

このとき、データ通信において懸念されたデータ処理にともなう伝送遅延は 10ms 未満だった。この遅延は、たとえば 1 分間に 120 の四分音符をもつテンポの曲における 16 分音符の長さである 125ms の数%にすぎなく、一般的なアマチュア音楽愛好家が不満なく演奏することができる程度の遅延といえる。また筆者らはこの実験システムを用いて、通信遅れの問題などを感じることなく、きわめて快適にジャムセッションを行えることを実証した。

今後、補佐サーバ機能を実験システム内に含有させ、完全に独立した楽器システムとして楽器間データ通信を行えるようにすることが望まれる。

## (4) デモンストレーション実験

また筆者らは、2000 年 11 月 1, 2 日に開催された第 13 回 ATR 研究発表会における、3 人の演奏者による 2 日間のデモ演奏(図 2)をはじめとして、数度にわたりデモンストレーションを実施した。

展示見学者からは、「今すぐにこの装置が欲しい」「アプリケーションの発展が楽しみ」などの好意的なコメントを極めて多数いただいた。また、何人かの見学者には、主にジャケット型のプロトタイプを試奏してもらった。いずれの試奏者も比較的容易に演奏を行うことができた。

なお、デモを担当した3名はほぼ丸二日間休み無く演奏を続けた。この結果デモ担当者はこの楽器の演奏に習熟し、最終的にはかなり複雑で高速なフレーズの演奏を行うことができるようになっていた。特にジャケット型は使用可能な音の種類が他の2つに比べて多く、演奏の自由度が高かったことと、および操作子と出力音の対応付けに機能固定マッピングの概念を擬似的に適用していたことがあいまって、フレーズ生成のポテンシャルが非常に高く、ずっと演奏していても飽きることがなく、次第に高度な演奏を実現できていくことによる達成感を覚えることもできた。

### 3. 考察：Dressable Music の提案

前章の様々な工夫によって、日常的に携帯し、音楽演奏を行う楽器の実現可能性が強く示唆された。今後の改良によってこれが実現された場合、状況やそのときの気分に応じて音楽を創奏し、身にまとい、街を歩くことが可能になる。日常生活において気分を変えたいときに、服装や髪型を変えて町にでると自分の意識や心のもちように変化を与えることができるのと同様に、また、ある特定のコミュニティに参加するために特定の格好を装うのと同様に、音楽の着せ替えを実現できるだろう。今でもお気に入りの音楽にあるいは没頭し、あるいは軽いBGMとして、街中に自分の音楽空間をもちこんでいる人は大勢いる。ここに、カラオケのように音楽に参加する刺激や自ら音楽を構築する刺激が加わった場合、その没入性の大きさ、喜びの大きさは想像に難くない。こうした音楽による積極的かつバーチャルな自己演出あるいはその音楽じたいを、服装や化粧などで自分を表現するファッションとの対比から *Dressable Music* とよぶ。

本章では、以下に、*Dressable Music* とその支援するコミュニケーションによる日常生活空間の演出構想と、この構想を実現するための *CosTune* システムのコンセプトデザインを提案する。

#### 3.1 空間共有型コミュニケーションの支援

さて、音楽を身にまとい街に出ても、自分ひとりの世界に没入し、閉じこもっているだけでは面白くないと感じる人も少なくないだろう。確かに音楽の醍醐味の重要な側面は他者との交わりであり、音楽を通じて行うコミュニケーションの楽しさを支援することは重要である。コミュニケーションは、時間や空間を共有するか、共有していないかによって分類できる。空間を共有しない音楽コミュニケーション支援は先に述べたようにインターネットアプリケーションとして提供されはじめている。しかし筆者らが提案するコミュニケーション支援は、空間を共有することに特徴がある(表1)。

表1 *Dressable Music* の提案する音楽コミュニケーション

			空間共有
時間	同時	同期	行きずりセッション
		非同期	行きずりフレーズ交換
	非同時		フレーズ交換(サーバ経由)

##### (1) 共空間・同時同期型コミュニケーション

たとえば、音楽による自己演出をして街に出たとき、同じような嗜好をもつ人と偶然出会うこともあるだろう。あるいは、同好のグループが形成され、そのたまり場にでかけるというシチュエーションもありうるだろう。そのとき、偶然出会い、集まった人たちの間では、アドホックなセッションを実現できることが望ましい。出会うまではひとりで楽器の提供するマイナス・ワンにあわせて演奏をしていたところが、セッションモードにはいっていわばマイナス・ツーとなり、ふたり(あるいはそれ以上の人数)でお互いに補い合い、競い合う演奏が展開されることになる。いずれかが飽きた時には、互いに離れるとセッションモードは解除され、再びひとりの世界に戻る。

##### (2) 共空間・同時非同期型コミュニケーション

また、リアルタイムのセッションではなく、音楽の要素となるフレーズを自動的に互いに交換することも考えられる。まず、年齢や音楽の嗜好などの自分自身の個人的な情報や、自分で作曲したフレーズを、あらかじめ楽器に入力してから街に出る。そして、同じ楽器を身につけている同好の士とすれ違うたびに、フレーズの交換という手段を通して自分の情報を相手に送り、コミュニケーションをはかることができる。相手とコミュニ



ケーションをとったという事実は、自分が聞いている音楽の変容でしか確認できず、さらに同人同士はその音楽をヘッドホンで聞いているため、周囲の人間は同人同士がコミュニケーションをとったことすら気づかないかもしれないが、このやり取りは、自分の嗜好を音楽で表現する、一種のノンバーバルなコミュニケーションととらえることができる。

こうした人との関わりを促進することは、お気に入りの服を身につけて街にでた時、特に情報の発信ということ意識しなくても、そこにいるだけで自然と自分の趣味や嗜好を周囲にアピールできるファッションの特徴に通じるところがある。*Dressable Music* においては、ただ単に音楽を聞きながら街を歩くだけではなく、自分のつくった音楽を発信しながら、その音楽の受け手の視線を感じることで、自分の意識を変えたり、また、同じような音楽の趣味を持ったコミュニティへの参加を容易にすることができる。すなわち、*Dressable Music* は、一種のコミュニティウェア [11,12] としての性格を有しているといえよう。

### (3) 共空間・非同時型コミュニケーション

さらに、楽器間の情報のやり取りだけではなく、街中にフレーズデータベースサーバーを設置することで、その場所を実際に通った人のフレーズを収集・蓄積・発信し、その町独特の雰囲気をつくりだすことができる。すなわち、音楽による個人の演出同様、音楽による街の演出も可能となる。

渋谷の町や、原宿の裏通りでよく見かけるファッションを「渋谷系ファッション」「裏原系ファッション」と呼ぶことがある。これらの「系」は、あるきっかけによって情報を発信する者が現れ、その情報をなんらかの形で受け取った者が同様の情報の発信者となり、大きなループが形成されることよって作りだされるものと考えることができる。街中のフレーズを格納するサーバーを置いたとき、これが系を形成するエンジンとなり、同時にその中心となる場ともなるだろう。ここに空間を共有することの重要な意味がある。たとえばテレビなどのマスメディアやインターネットによって広い範囲にわたって一様な文化に塗りつぶす指向をもつのではなく、物理的な場所にしがう地域性(エスニシティ)を生み、それぞれの街固有の演出が可能になる。*Dressable Music* は、空間共有型コミュニケーションを活性化させるコミュニティウェアの側面をもつだけ

でなく、固有のエスニシティを確保し育成する、いわばエスニシティウェアの側面ももつということもできる。

以上のように *Dressable Music* は、現実世界に自ら積極的な演出を加えたバーチャルな世界を重ね合わせ、新しい現実感(Presence)、一種の平行ワールドをつくりだすことができる。*Dressable Music* のつくるこの世界では上記のようにコミュニティやエスニシティの形成が推進されるので、Interaction や Autonomy が実現されることになる。この世界を自分のものとして楽しんだり、他と共有したり、一緒に新しい世界をつくりだしたりといった広がり提供される。こうして *Dressable Music* は、日常生活空間に VR として成立する演出を可能にするだろう。

## 3.2 CosTune コンセプチュアルデザイン

### (1) CosTune の構成要件

2章で構築した *CosTune* 実験システムを発展させて、前節の *Dressable Music* を実現しうるシステムのコンセプトデザインを行った。システムは、無線通信機能をそなえた複数の wearable 楽器とその機能の一部をそなえたフレーズデータベースサーバとで構成される。前者を *CosTune*、後者を *Area Director* と名づけた。*Area Director* は、街中の様々な場所に設置され、付近を通りすぎる *CosTune* と通信する。

*CosTune* は、装着型の入力装置と携帯型の制御ユニットとで構成される(図 3)。装着型の入力装置は、衣服(ジャケット、ズボン、手袋など)にいくつかのタッチセンサなどを取り付けたものであり、各センサがたとえばピアノの鍵盤などに対応する操作子となる。ユーザは、これらのセンサを操作することで音楽演奏を行う。携帯型制御ユニットは、A/D コンバータ、シーケンサ、音源、無線通信部、フレーズ蓄積部で構成される。

装着型入力装置のセンサからのアナログ出力は、A/D コンバータに入力され、MIDI データに変換される。個々の操作子(センサ)から出力される MIDI データは、常に一定にしてもよいが、たとえば音機能固定マッピング[10]の手法などに基づいた操作子と MIDI データの可変な対応づけも、特に初心者ユーザには有用であろう。フレーズ蓄積部に蓄積されているフレーズを再生するシーケンサならびに A/D コンバータからの MIDI 出力は、音源に入力される。音源からの出

力される音響信号は、ヘッドフォンに入力される。一方、ユーザが望む場合は、A/D コンバータからの出力データをフレーズ蓄積部に蓄積することもできる。

無線通信部は、後述する「フレーズパケット」を他の *CosTune* やサーバとの間で送受信する。受信したフレーズパケットから得られる MIDI データ形式のフレーズデータも音源に入力されるとともに、ユーザが望む場合はフレーズ蓄積部に蓄積される。

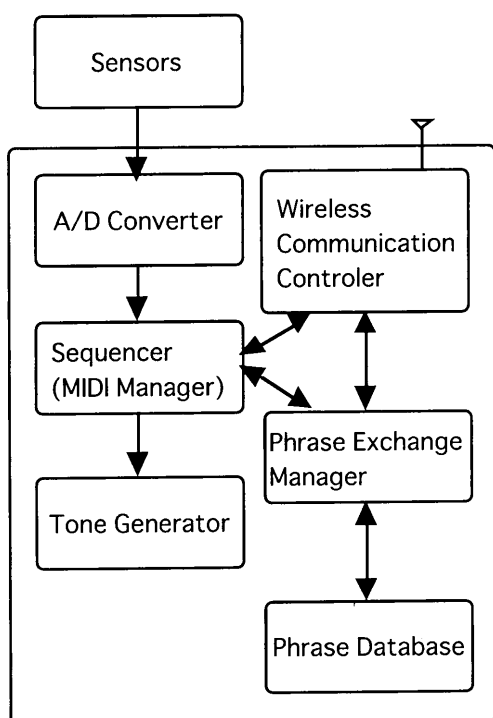


図3 *CosTune*の構成要件

### (2) *Area Director*の構成要件

*Area Director* は、フレーズデータベースサーバとして、携帯電話の基地局のように街中の様々な場所に適宜設置される。*Area Director*の構成は *CosTune*の携帯型制御ユニットとおおむね同一であるが、A/D コンバータと音源については特に必要ない(図4)。一方、*Area Director*の主な役割がフレーズデータを蓄積し、これを近傍を通りすぎる *CosTune*と交換することにあるため、*CosTune*に比べてフレーズ蓄積部がより大規模かつ高機能である必要があるだろう。

### (3) フレーズパケット

複数の *CosTune* 間で、あるいは *CosTune* と *Area Director* との間でフレーズパケットがやり取りされる。ひとつのフレーズパケットは、以下の情報を含む：

- ・フレーズデータ
- ・フレーズデータの長さ(小節数)
- ・フレーズデータの属性。たとえば、リズム、テンポ、音色、音楽ジャンル、演奏パートなど。
- ・*CosTune* 所有者のプロファイル。たとえば、ユーザID、年齢、性別、音楽的嗜好、住所など

なお、フレーズとは、楽曲全体を時間や楽器、パートなどによって分割した、ある長さをもつ音楽的要素のことである。逆にいえば、ある楽曲は、組織化されたフレーズ集合であると言う事ができる。フレーズデータとは、そのフレーズを構成する音を表す記号列であり、通常 MIDI 形式に基づいて記述する。

音楽のジャンル、パート、音色などの相互の関係は、あらかじめ決めておきすべての *CosTune*・*Area Director*によって共有される必要がある。この結果、ある *CosTune*が他の *CosTune*や *Area Director*とフレーズ交換を行う際、その関係に基づき適切なフレーズを選択可能となる。

あるユーザが特定のジャンルやパートを指定した場合、そのユーザの *CosTune*は、指定されたジャンルの音楽で、指定されたパートを除く全てのパートのフレーズデータを集め、これらを組み立てて演奏することにより、そのユーザ専用の伴奏を構築できる。すなわち、いわゆるマイナス・ワンあるいはカラオケデータを状況適応的に得ることができるようになる。

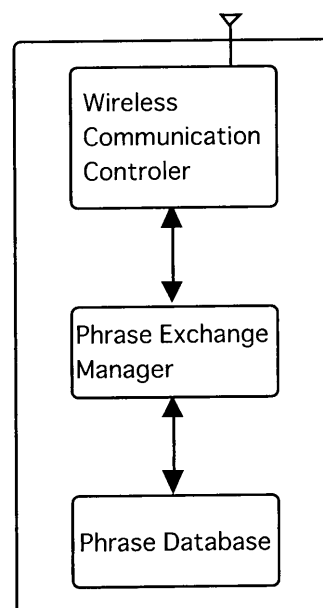
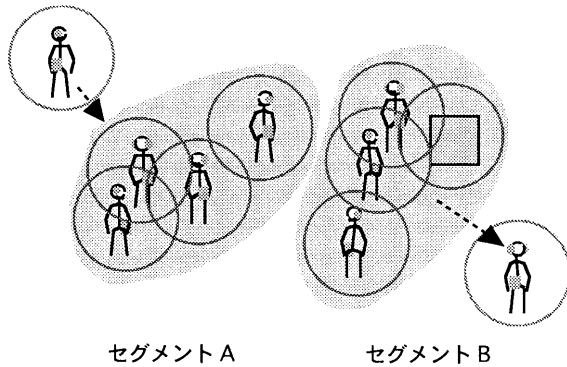


図4 *Area Director*の構成要件



セグメント A                      セグメント B

図5 アドホックネットワークの例

#### (4) アドホックネットワークの要件

*CosTune* システムの実現において、アドホックネットワーク機能は非常に重要である。図5にアドホックネットワークの例を示す。この例では、4台の *CosTune* で構成されるセグメント A と、3台の *CosTune* と1台の *Area Director* とで構成されるセグメント B の、2つのアドホックネットワークセグメントが存在している。

あるひとつのセグメントの内部では、すべての *CosTune* と *Area Director* とは相互に双方向通信できる必要があり、共有するユニークなチャンネルを通してフレーズパケットをマルチキャストできなければならない。*CosTune* ユーザは、随時自由にあるセグメントに参加したり離脱したりできなければならない。たとえば、図5ではセグメント A に *CosTune* ユーザが一人参加しようとしているところであり、一方セグメント B からは *CosTune* ユーザが一人離脱したところである。また、ひとつの *CosTune* は同時に2つ以上のセグメントに含まれてはならない。これは、通常一人のユーザは同時に複数の演奏を聞いたり、演奏に参加したりすることは困難であるためである。すなわち、セグメントは排他的である必要がある。

*CosTune* と *Area Director* との通信可能距離は比較的狭いものであることが望ましい。おそらく、*CosTune* 間の通信については半径2~30m、*Area Director* との間の通信については半径50~100m程度の通信可能距離が適切と思われる。あまり通信可能距離が大きいと、*CosTune* ユーザが現在ジャムセッションを一緒に行っている相手がどこにいるのか、誰であるのかを見出すことが困難になる。

また、ユーザは演奏中に踊ったりすることが考えられるため、遮蔽の影響を受けない、無指向性通信が不可欠である。

#### 4. まとめ

音楽を創りだし演奏する(創奏する)ウェアラブル音楽創奏システムによる日常生活空間演出をめざし、実験システム開発を行い、*Dressable Music* の構想と、それを可能にするシステム(*CosTune* と *Area Director*)のコンセプトデザインとを提案した。

#### 参考文献

- [1] Zelter, D. (1992): *Autonomy, Interaction and Presence*, *PRESENCE*, 1, 1, 127-132.
- [2] 廣瀬通孝 (1993): *バーチャル・リアリティ*, 産業図書.
- [3] 大橋 力 (1990): *演出工学の体系化*, 放送教育開発センター研究紀要, 4, 1-30.
- [4] Elizabeth D. Mynatt, Maribeth Back and Roy Want (1998): *Designing Audio Aura*, *proc. CHI98*, 566-573.
- [5] Bronwich, M. A. and Wilson, J. A. (1998): 'BODYCODER': A Sensor suit and Vocal Performance Mechanism for Real-time Performance, *proc. Int. Computer Music Conference*, 292-295.
- [6] MIT Media Lab. Musical Jacket Project, <http://www.media.mit.edu/hyperins/levis/>
- [7] Gang D., Chockler, G. V., Anker, T. and Kremer, A.: *TransMIDI* (1997): A System for MIDI Sessions Over the Network Using Transis, *Proc. International Computer Music Conference 1997*, 283-286.
- [8] Goto, M., Neyama, R. and Muraoka, Y. (1997): *RMCP: Remote Music Control Protocol --- Design and Applications ---*, *Proc. International Computer Music Conference*, 446-449.
- [9] 米澤朋子, プライアン・クラークソン, 安村通晃, 間瀬健二 (2001): むいぐるみインタフェースによる音楽コミュニケーション, *情報処理学会研究会報告*, HI92-3.
- [10] 西本 一志, 渡邊 洋, 馬田 一郎, 間瀬 健二, 中津良平(1998): 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*, 39, 5, 1556-1567.
- [11] Yoshiyasu Nishibe, Hiroaki Waki, Ichiro Morihara, Funio Hattori, Toru Ishida, Toshikazu Nishimura, Hirofumi Yamaki, Takaaki Komura, Nobuyasu Itoh, Tadahiro Gotoh, Toyoaki Nishida, Hideaki Takeda, Atsushi Sawada, Harumi Maeda, Masao Kajihara, Hidekazu Adachi (1998): *Mobile Digital Assistants for Community Support*, *AI Magazine*, 19, 2, 31-49.
- [12] Sumi, Y. and Mase, K. (2000): *Communityware situated in real-world contexts: Knowledge media augmented by context-aware personal agents*, *The Fifth International Conference and Exhibition on The Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agents (PAAM 2000)*, 311-326.

(2001年1月30日受付)