

Interaction design for cybersound

2000年度森秦吉郎記念研究基金

研究助成（研究者助成-修士過程）成果報告書

豊田 振一郎

政策・メディア研究科修士2年
サイバーサウンドプロジェクト所属

はじめに：本研究の意義

本研究は、センサーを使った新しい音楽環境の構築実現への萌芽的研究として行われてきた。現在のコンピュータ・ミュージックは技術革新によりリアルタイムで複雑かつ緻密な音響を実現する事が可能となってきたが、コンピュータの処理能力の向上やDSPプログラミングの発展に比較するとインターフェイス部の研究は遅れていて、いかに音響を直感的に自在に操るかという課題が取り残されてきている。この課題に取り組むことによって音響との直感的でリアルタイムのインタラクションを実現し、今までにはない新しい表現の可能性を切り開くことが本研究の意義である。

具体的には、センサー技術の応用によるサウンドインスタレーションアート制作、及びその作品に連動するソフトウェア開発やフェスティバルや学会等への発表を行っているが、すべて政策・メディア研究科修士2年の笹岡大樹との共同研究の形で進められた。

センサーを利用して演奏する研究は以前からも行われているが、まだ革新的な飛躍と呼べるものはほとんど見当たらない状況である。これは要素技術としてのインターフェイスという視点が生んだ結果であるが、本研究では人間そのものを取り巻く情報環境全体をデザインすることで新しい表現の可能性を提示していくことを目指す。そのために重要とな

るのは以下の2つのポイントであると考えている。

1. プロセスや身体性への考慮
2. 物理的世界と仮想世界の調和

この2点に関して調査・研究を行い、その結果を踏まえた上で実際に作品制作を行ったが、新しい音楽環境の構築にはプロセスや身体性を考慮するという視点が必要であると考ええる。

従来の音楽制作では、楽譜やテープレコーダーによって作品を記録し後世へと伝えたり、またその記録の解釈を変える事によって新しい表現を獲得してきた歴史がある。コンピュータ・ミュージックにおいても、楽譜やテープレコーダーをメタファーとしたアプリケーションの発展により高度な「作曲」が可能になっている反面、「演奏」の面ではまだまだ研究の余地を大きく残していると考えられる。よってプロセスや身体性を考慮し、体を能動的に動かしたり、また音楽を生み出す過程を重視することによってしか表現する部分も含有した音楽環境を構築する事によって、コンピュータ・ミュージックはまったく新しいフェーズを生じる可能性があると考えている。

身体を含んだインタフェイスの発達へ

コンピュータの発達人間を身体をまったく無視するとは言わないまでも、それに触れないことで発達してきたとあってよいと考えられる。だが、昨今の音声認識によるコンピュータへの入力やヴァーチャル・リアリティ（VR）の試みは、コマンドを使った入力からグラフィカル・ユーザ・インタフェイス（GUI）を経た新たなものであり、それは身体性を含んだ形で発達していくだろうと思われる。

「情報経験には、直接経験がもつような直接性というか、身に迫る力がありません。直接経験には直接性のほかに、深さの次元があります。多重性、多層性があります。それに比べれば情報経験は、はるかに表層的です。そこで人工的な膜をへだてて世界と接触している、といういらだたしさが残ります。」（市川浩『身の構造』、講談社（学術文庫

版)、1993年、p.72。)

1980年代に心身二元論を乗り越えた錯綜体としての「身」を考えた市川浩は、情報による経験について上のように語った。コンピュータやネットワークが高度に発達した現在の情報化社会にあって、われわれは「身に迫る力」を持った情報経験を探し求めているのかもしれない。そしてそのための手段として、コンピュータ環境に対しての音声認識やVRによる擬似身体的な入力方法が試みられているのではないかと考えられる。実空間とサイバースペースとの差異を身体によって埋め、融合させようとしているのである。

コンピュータ・ミュージックにおける身体性の意識

われわれの研究領域であるコンピュータ・ミュージックの世界にあって、その実状は同じであろう。殊に「演奏」の面から、身体情報や生理情報をセンサーによって抽出し演奏に役立てるといった試みがなされている。音楽を演奏するに当たっては身体が介在するのは必然であるが、コンピュータ・ミュージックの世界にあって身体が介在することはやはり実空間とサイバースペースとの融合を図ることができるであろう。

身体情報や生理情報をセンシングし、演奏に役立てる「楽器」としてまず、BioMuseが挙げられる。これは音楽家・研究者であるTanaka, Atsu氏が開発した「新楽器」であり、筋電位センサの技術を用いたものである。

BioMuseはラックマウント・モジュールタイプの機器で、パーソナル・コンピュータと専用ソフトウェアによって作動する。筋電位センサが取り付けられたバンドを体の腕や脚につけ、筋肉に力を入れたときの生理情報をMIDI情報として得られるというものである。実際のパフォーマンスにもこのBioMuseは使用されている。



図1 BioMuseの外観（『コンピュータ音楽の世界』、共立出版、1999年より）



図2 Tnaka, Atau氏による実演風景
（Sensorbandのウェブ・サイト、<http://www.sensorband.com>より）

次に身体情報や生理情報をセンシングして演奏に役立てるものとして挙げられるのは、ヤマハが開発・製品化したMIBURIである。これは関節の力学的な曲げセンサを用いて身体情報を得るものである。MIBURIを使用する際には、物理モデル音源とアンプ、スピーカーが内蔵された本体と専用のMIBURIスーツが必要である。

MIBURIを演奏するためには、腕や関節の曲げ方によって強制的に決められた音階と演奏方法とを会得する必要がある。使用するにつれてセンサの感度が鈍くなるきらいがあるそうだが、コンサートでも実際に使用されている。

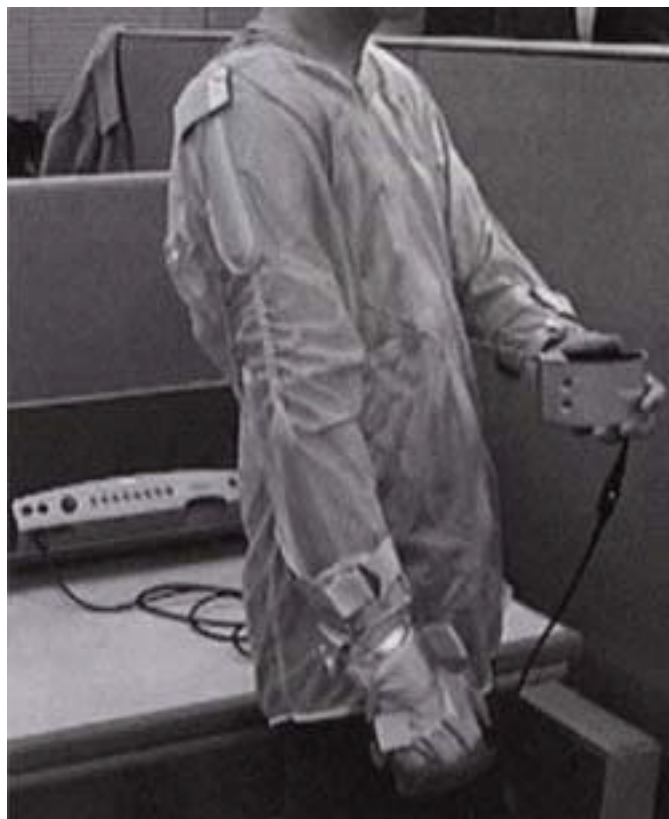


図3 MIBURIの外観（『コンピュータ音楽の世界』、共立出版、1999年より）

問題点

BioMuse、MIBURIとも身体に対する視点は含まれており、身体情報を得ている点ではきわめて重要であるが、問題点がないわけではない。

両者ともに共通しているのは、大変高価であるため、一般のユーザ向けであるというよりはむしろ、限られた研究者や演奏家のものでしかないことである。

また、身に着けたり纏うタイプの楽器であり、かつ本体等を設置しなければならないため、演奏者がある種の煩わしさを感じるだろうということもある。

MIBURIに限って言えば、独特の演奏方法を会得しなければならず、さまざまなメロディを弾けるようになったパフォーマーの演奏が身振り = 身体運動で演奏しているように見えなくもないが、その一方で音楽に合わせて踊らされているようにも見える、という問題点もある。

Interaction design for cybersound

次に、コンピュータ・ミュージックの今後の展開を考える上で無視できない点として、いかに自然なかたちで物理的世界と仮想世界を調和させていくかという問題があると考えられる。コンピュータ・ミュージックは、当然ながらコンピュータ上で音響処理を行っている。それゆえ物理的制約から開放された様々な音色を自由に生み出す事が可能であるが反面、従来の楽器のように音色と楽器との対応関係が確立されてはいないので、自在に扱うことができるのはエキスパートにのみ限られている状態である。これを本研究では物理的世界とは異なったリアリティが存在するという認識をもって、新しくインタフェイスを捉え直す事から始めることによって解決される問題であると考えた。

本研究では従来の研究に多く見られるような物理的なものとの類似性を重視せず、むしろ物理的世界と仮想世界の調和のとれた新しいデザインを生み出していくことを試みている。つまり形や物をデザインするのではなくリアリティ及びアフォーダンスをデザインすることを目指しデザインを行った。つまり実世界の道具（楽器）のように、それ自身が持つアフォーダンスを重視し、ユーザが物理的な情報を使って自由に交流できるような環境の実現を目指している。

デザインの分野では主流になりつつあるこの手法であるが、コンピュータ・ミュージックの世界においてもこの視点を取り入れる事によって、直感的でリアルタイムのインタラクションを自由に行う事が可能になるはずである。現在、グラフィカル・ユーザ・インタフェース（GUI）を積極的に用いた作曲／演奏環境も数多く開発されてきているが、これらは現実を模倣してはいるものの、依然として仮想世界指向のインタフェースといえる。すなわち、いくらディスプレイ上で実世界と同様の外見を持った「楽器」があったとしても、それはユーザのおかれている実世界の環境やディスプレイの特性、キーボードやマウスなどの旧来からのデバイスに依存している点において、実際の楽器が持つような特徴を再現、もしくは凌駕しているとは言い難い。本研究では、この主流とも言えるGUIから一步踏み出し、実空間にまで拡張する直接操作環境とも言える、新しいインターフェイスデザインを試みている。

《tokyo boogie-woogie》

これまでの議論をふまえた上で、われわれは具体的な作品を制作することに至った。それはやはりセンサーを用いることになるだろう。誰もが体験できるようなことを考えると、やはりインスタレーションという形態にならざるを得なかった。ただ現在多々あるようなメディア・アートのインスタレーションとして捉える場合、やはり問題点は残る。

「たいていの作品が、証明を落とした部屋に設置されたセンサーとビデオ・プロジェクター等を組み合わせたインスタレーションといった似たような形態を取っていることもあって、新しい動きが現れない足踏み状態が続いているように思われる。」（室井尚「メディアアートの長い旅」、『InterCommunication No.29』所収、NTT出版、1999年7月、p.30。）

ここに提示されたような類のものを避けつつ、われわれはサウンド・インスタレーション《tokyo boogie-woogie》を制作した。ダンスや歩きなどの運動をセンシングし、それを演奏に活かせるようなシステムであり、それは身に纏う煩わしさから解放されているものとなるだろう。

A. 作品概要

われわれがサウンド・インスタレーション《tokyo boogie-woogie》で表現するのは以下のとおりである。

音楽・音色の本質を抽象化、運動によるサイバー空間と実空間との融合、時間を意識し自分自身や他者とのコラボレーション、場を意識すること この4点を実現する試みが《tokyo boogie-woogie》である。

音楽・音色の本質を抽象化

われわれは音楽・音色の本質を単純な音の波形に抽象化できるのではないかと考えた。二十世紀を代表する画家、ピート・モンドリアンは絵画の本質を三原色と明暗に抽象化したと言えるが、ちょうどそれと同じような試みが可能なのではないだろうか（われわれは彼に敬意を表し、デザイン面でのヒントを得た）。

用意されるのはサイン波やホワイト・ノイズといった限りなく抽象的な音であり、それらを《tokyo boogie-woogie》は極限にまで切りつめていく。

運動によるサイバー空間と実空間との融合

《tokyo boogie-woogie》は鑑賞者が主体的に関わっていくことにより、遂行されるインスタレーションである。鑑賞者は床にあるパネルの上を歩いたり、ダンスをしたりしながらパネルに割り当てられた音を鳴らす。

たしかに、現行のいわゆる「インタラクティブ・アート」の中にあるような、コンピュータを「マウスでクリック」することによってインタラクティブ性を求める行動も、厳密な意味での運動ではある。しかしダンスや歩きなどのよりダイナミックな運動をここでは問題にしたい。

実空間でのそのような運動がサイバー空間での音楽をもたらすのだが、このことはサイバー空間と実空間とが融合していくひとつの方向を示唆するだろう。そして驚くべきことに鑑賞者はそのような気負いを持たずに、あるいは身につけるのには重たいハードウェアなしに、それを実現することができるのである。

時間を意識した自分自身や他者とのコラボレーション

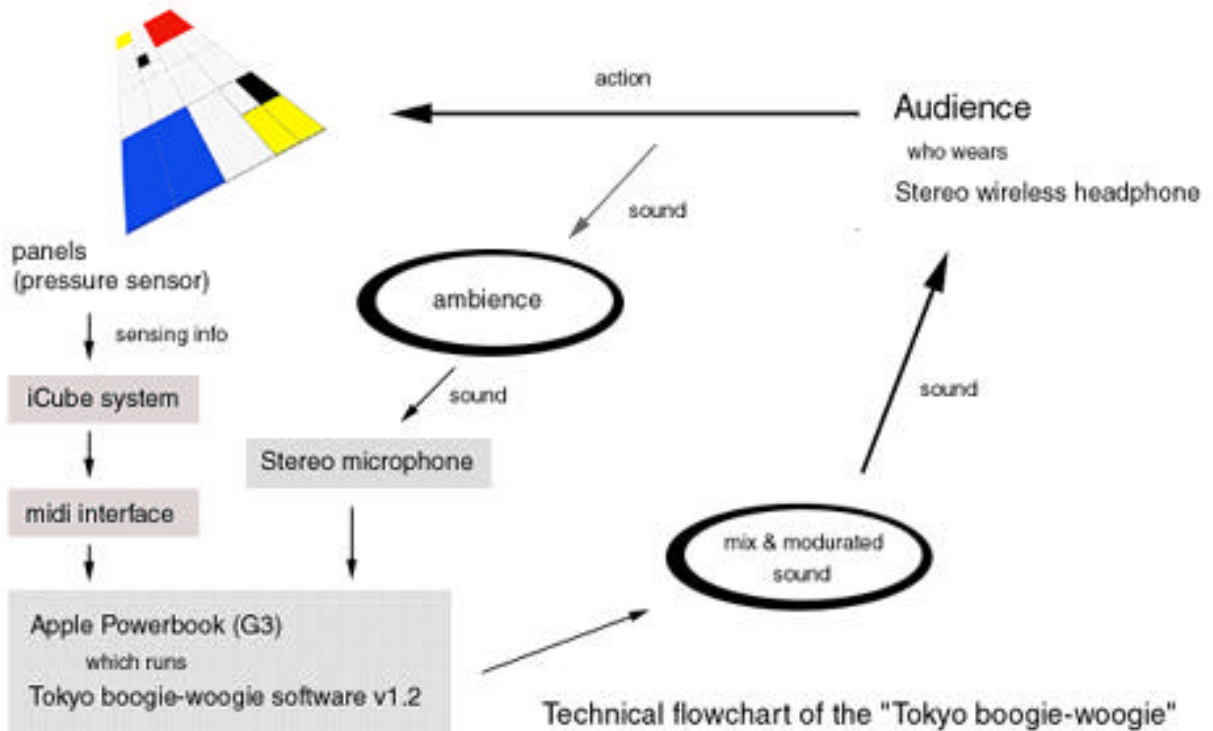
パネル上には鑑賞者が発した音や声が、ある程度の時間間隔をおいて、ふたたび割り当てられる。もはや他者となった自分自身や、本当の他者が発した過去の音や声とのコラボレーションを《tokyo boogie-woogie》は可能にする。鑑賞者は現在と過去とが奇妙に混じり合った、独特な時間感覚を体験することになる。

場を意識すること

普段のわれわれは音を純粹にそれのみで聴く機会はまれである。さまざまな日常のざわめきや話し声の中で音を聴く。静かと思われるコンサート・ホールにおいてさえ咳声が聞こえるものだ。そこで《tokyo boogie-woogie》は、サイン波やホワイト・ノイズといった抽象的な音のみではなく、その場の日常の音と抽象的な音とが混じり合った独特のハーモニーを鑑賞者に提供する。これは現代の新しいブギウギ様式なのである。

B. 作品のシステム解説

《tokyo boogie-woogie》は以下のパートにより構成される（下図参照）。



- ・ ポータブルコンピュータ（Apple Power book G3）
- ・ 制御用ソフトウェア（Max/MSP上で動作）
- ・ センサー用A/Dコンバータ（I-Cube system）
- ・ MIDIインターフェイス（PCとI-Cubeを接続する為に必要）
- ・ 22枚のパネル（圧力センサーを内蔵）
- ・ ヘッドフォンもしくはスピーカー
- ・ ステレオマイクروفオン

《tokyo boogie-woogie》は上記のパートの組み合わせにより構成されるが、大きく分けてパネルセクションとサウンドプロセッシングセクションとに分かれる。

まず、パネルとI-Cube（A/Dコンバータ）により構成されるパネルセクションについて

説明する。

パネルはサウンドとオーディエンスとのインターフェイスとしてデザインされた。

オーディエンス（演奏者）によって踏まれるパネルは、中には圧力センサーが内蔵されている。

また外見的にもオーディエンスが触ったり踏んだりしやすいよう考慮された。

パネルはそれぞれ独立しているので、レイアウトを自由に変更することができる。

大きさは15cm平方と30cm平方を制作したが、機能は同じである。

パネルを踏む事によって得られる連続的な圧力の変化はA/Dコンバータを通りコンピュータへと送られる。

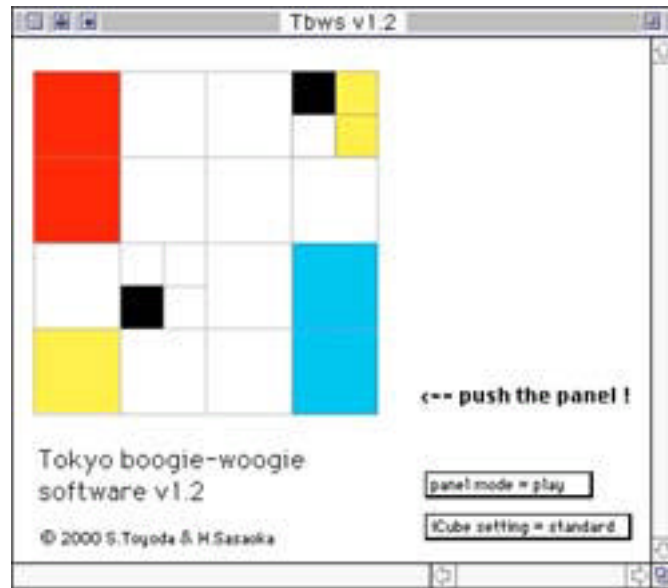
次にサウンドプロセッシングセクションについて説明する。

このセクションは、コンピュータとソフトウェア、マイクロフォンとヘッドフォン（もしくはスピーカー）により構成される。

まず、コンピュータとそのソフトウェアは、A/Dコンバータによりデジタルに変換されたセンサーより送られた数値を処理して音響合成する為に用いられる。マイクロフォンはシステム周辺の音を録音する為に用いられる。そしてヘッドフォン（スピーカー）に最終的にシステムにより生まれた音が出力される。

われわれは音楽プログラミング環境Max/MSP上で動作するTokyo boogie-woogie softwareと呼ばれるソフトウェアを開発し、それをリアルタイム音響合成やセンサーの制御に利用した（図参照）。

コンピュータに送られた数値はTokyo boogie-woogie softwareにより音響合成の為にパラメータとして利用した。



よってパネルを踏むと、サイン波やホワイトノイズの生成、そして残響音の付加や音程の変化などを行えるようにしている。

ソフトウェアのセッティングにより、パネルごとの音響的な役割を変化させる事はできるが、いずれにせよオーディエンスはパネルを踏む事により、そのパネルがそれぞれに音を発するという役割があることを容易に理解できるように設計されている。

つまり背景にあるコンピュータやセンサーの存在を気にする事なく、システムを利用する事が可能になっているのである。

よってオーディエンスは複雑な音響合成の知識やコンピューターの存在を気にする事なく従来の楽器同様に演奏したり遊ぶ事が可能となっている。また練習によって演奏が向上したり幅が広がるという点も身体性を考慮したデザインの成果であると言える。

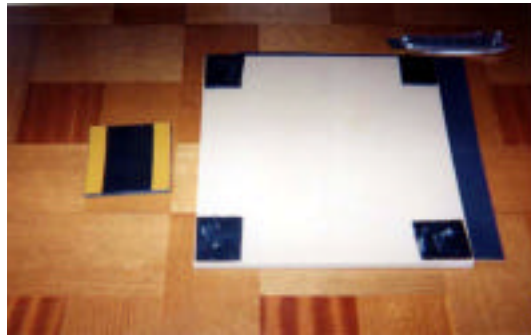
また、このソフトウェアはマイクロフォンによって録音されている周囲の音をコンピュータに取り込む事を可能にしている。

これにより、パネルを踏んだ時点の周囲の音を録音し、再度同じパネルを踏んだ際に録音された音を再生、もしくは音響的に加工して再生することが可能になっている。この機能により極めてシンプルなシステムでありながら、多彩な出力結果が期待できるようになっている。またこれは言い換えれば行為の記録でもあると言える、また時間を超えた他者（もしくは自分）とのコミュニケーションの新たな可能性を示していると言える。

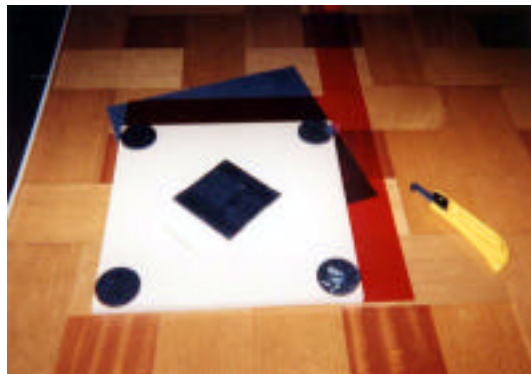
C. 実装過程

以下に実装過程を示す。

1. 30 × 30cmに切断した板の裏面四隅に5 × 5 cmのゴム脚を取り付ける。



2. 表面に30 × 30cmに切断した赤、青、黄、透明などの塩ビ板を接着する。

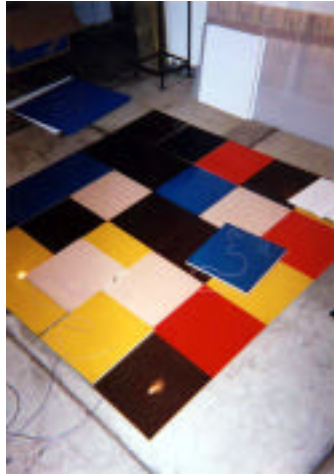


3. 裏面中央部に圧力センサを挟みながら10 × 10cmのゴム板を取り付ける。

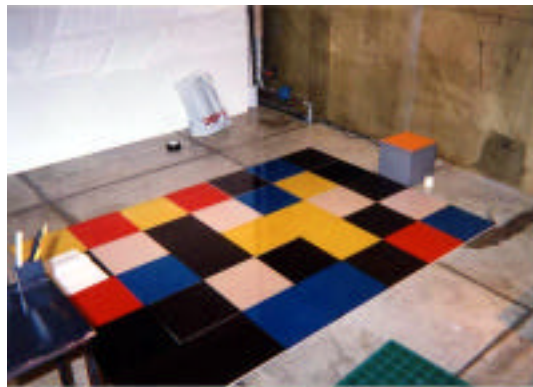
4. 同じものを35枚用意する。



5 . 予定したデザインに沿って床板を並べる。



6 . センサからのばしたコードとI-Cubeボックスとを25 × 25 × 25cmの箱に収める。



7 . 《tokyo boogie-woogie》専用のソフトウェアをMAX/MSPによりプログラミングし、今回使用したMacintosh PowerBook2400cで走らせる。

* 接着には両面テープを使用した。

* 基本的に板の組み合わせは自由である。

出展

われわれは《tokyo boogie-woogie》をアート・フェスティバルやギャラリーに出展することを決意した。一般の人がどのように体験していくかを知りたかったからである。

A. Spiral Independent Creators Festival (SICF)

まず、われわれは2000年4月に東京は青山にあるスパイラルで行われたアート・フェスティバル、『Spiral Independent Creators Festival』に出展した。

われわれが出展するブースの制約から作品の大きさは1200×1200cmとなった。その場の音をサンプリングするマイクはパーソナル・コンピュータ内蔵のものを使用し、鑑賞者にはヘッドフォンでモニターしてもらった。惜しくも賞は逃したものの、来場者や何人かの出展者までからも好評を得た。SICFにおいて、本作品は市販の床パネルに直接センサを取り付けたため、作品の耐久性に課題が残った。最終日には破損こそないものの、表面にゆがみが出ていた。また、体験者は一人ずつでしか体験できないという制約があったのも次回作で解消された。

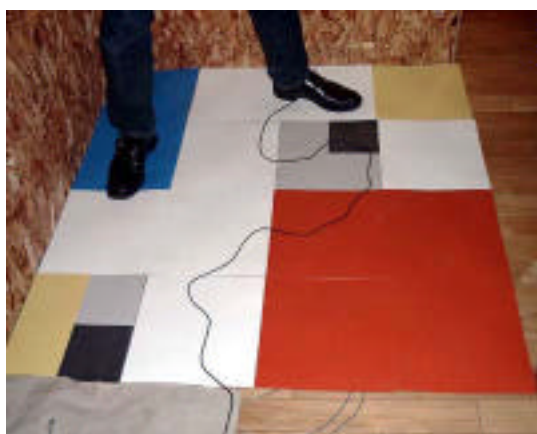


図 SICFでの様子

・ホワイト・ノイズやフィードバックによる一般的には不快感を催すであろう音響が使用されているのにも関わらず、好評であった。

- ・「部屋の隅に欲しい」という意見をもらった。
- ・「音響がドラッギー」という意見をもらった。
- ・音を主題とした体感ゲームを想起するオーディエンスが多かった。また、体感ゲームだと勘違いする人もいた。

B. Image Sight 2000

2000年9月、メディア・アートやビデオ・アートなどを得意とする銀座Pepper's Galleryの『Image Sight 2000』グループ展にて、建築士とコラボレーション「Active Pocket Park Project」を行った。われわれの《tokyo boogie-woogie》がギャラリーの床面半分を使い、建築士のビデオ・キャプチャリング・インスタレーションが壁面に映し出す映像が絡み合う。SICFでの反省点を踏まえ、より多人数が体験できるように、音響モニターはヘッドフォンではなくスピーカーから出力した。作品のサイズも1500×2100cmと、約2.2倍大きくなった。



図 ImageSight 2000での展示の様子

- ・銀座という場所柄か、青山の時のような反応はなかった。
- ・「幼稚園などに設置するとよい」という意見をもらった。
- ・多人数で遊ぶ場面が多く見られた。
- ・無音のパネルを加えた為、説明を求められることがあった。

C. Open Reserch Forum (ORF)

2000年9月に慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス（SFC）にて行われた「Open Reserch Forum（ORF）」にも出展した。作品形態は前回行ったPepper's Galleryでのものと同じである。設置場所は教室のようなところではなく、人が通りすぎる、建物入り口付近の廊下に設置した。反応は作品についてのものよりも、制作費面での意見交換となった。

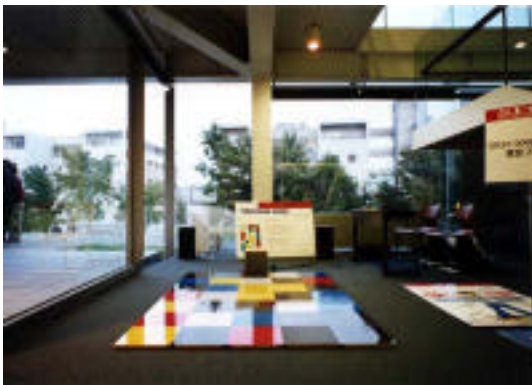


図 ORFでの展示の様子

- ・ オーディエンスの殆どが研究関係の方だったので、全体ではなくセンサーの技術的な新規性がないことを指摘する人が多かった。
- ・ 全体、場のデザインが重要である事を理解してもらうのが困難であった。
- ・ 技術的な興味を持つ方が多く、結果面白い事ができるという事に興味を持つ人が少なかった。
- ・ 幼稚園等に置いたら面白いだろうという意見が多く聞かれた。
- ・ 学生の来場者の反応は良く、外見的にも綺麗であるという意見が多かった。

おわりに

本研究はコンピュータ・ミュージックのもつ可能性を、仮想世界では失われていた身体性を取り戻すことにより引き出す試みである。つまり現実世界と仮想世界との相補的な関係の在り方を呈示しているとも言える。現時点ではフェスティバル等への参加が中心であったが、今後はICMC等の国際学会での発表を目指し引き続き研究、開発を行っていく予定である。また課題であったインターネットを利用した場合のソフトウェア開発は現在進行中であり、本報告書にて発表する段階には至っていないが、これも来年度の完成を目指して研究は進められている。