

流体による音表現:

インスタレーション

“Tangible Sound”

米澤朋子
慶應義塾大学 環境情報学部
79559975

1999年2月26日

概要

本研究は、音楽の初心者のための簡単で楽しめる音楽パラメータ入力を目指すものである。その中で、音や音楽の表現メディア（例えば楽器など）としての様々な可能性の一つとして、「流体」を取り上げた。

音楽は人の生活と密接している。環境音楽やBGMといった受動的なものから、積極的に聴いたり演奏・作曲など、我々は様々な面から様々な方法で音楽に関わっている。そして音楽に関わるとき、情動を起こす場面もある。映画などでストーリーによる情動を助成するBGMなど、補佐的な役割のものもあるが、スピーカーにただ耳を傾け、音楽を聴取しているだけでもおこる情動などは、人にとっての音楽の重要性・感性とのつながりの深さを物語っていると言える。

しかし、この聴取による情動がどのようにして起るのかという仕組みや、情動を起こすような音楽そのものの作成方法はよほど音楽について詳しい人でない限りは分かりにくい。つまり、ユーザが、メンタルモデルにおいて音楽に直接触れ、部分（音楽プリミティブ）を変更するなどの作業を行なうためには、かなりの音楽経験が必要だと言える。音楽に関わってみたい、触ってみたいと感じている音楽の経験者や初心者などのために、簡単な身体動作による入力や操作を構築したいと考えた。

音や音楽は時間により変化する。そのため音楽経験がなく楽器の演奏などで楽曲の自由な再生をできない人にとって、絵を凝視するようにゆっくり音楽を理解し味わうことは難しい。

これは音や音楽が時間により変化するためだと考えられる。音楽の複雑な構造により情動を起こしても、次の瞬間にはまた違う構造が待っている。

ここで、「時間」というキーワードを取り上げて考えると、流体の形状が時間により変化するということとある意味類似性が存在すると考えられる。人が対象を認知しようとする際に、時間により変化するものに対して「つかめない」と感じるもどかしさにおいて共通性があるとも言えるだろう。この共通性を通じて、音に対する入力・フィードバックに流体をメディアとして用い、インスタレーションを作成した。

水やその他の液体や気体といった流体が存在するが、特に昔から人間の生活に深く関わってきた「水」を流体として用いることで、ユーザのより積極的な関わりを得られると考え、実装した。水は、他の流体の人が受動的にならざるを得ないつかみどころの無さに対し、人間が積極的に関わろうとする対象である。そのため、インターフェイス部分に水を用いることで、音や音楽と水がリンクされた感覚をユーザに提供できると考え実装した。本論はその報告と考察である。

Abstract

“Tangible Sound”: Sound Expression using Fluid

This research aims at the easy and enjoyable input method of a music parameter for the *beginners* of music. And I chose fluid as one of the various possibilities as an expression media of the sound and music.

Music has intimate relations with our lives. We are concerned with music in the various ways, such as the performance or composition that is listened actively and as the passive ways such as environment music and BGM. In such cases, there are scenes to cause sympathy movement as well. BGM and music play a subsidiary role such that the sympathy movement which is caused only by listening to the music appears the importance of the connection between the music and our lives.

I think that a considerable music experience is necessary for a user to touch music directly in user's mental model and to change a part of music primitive in performance and composition. *Sound and Music change by time.* So if an user doesn't have the experience of music, he can't freely regenerate the performance of the instrument of the tune and so on. And it is also difficult for them to understand music slowly as the same way as staring at the picture, and tasting it. On considering of the keyword of “*time*,” A resemblance exists between music and the form of the fluid changing by the time. Through this commonness, I built a system of installation by using fluid as a media for the input and feedback toward the sound.

There are several kinds of fluid. Especially, I consider that the water can get more active relations, because it is concerned with the human life deeply from the old days. Therefore, I thought I could provide a sense that sound or music was linked by water as the part of the interface.

目次

第1章	はじめに	1
1.1	研究の動機	1
1.2	インスタレーション制作にあたって	1
第2章	これまでの研究	2
2.1	身体動作による音楽操作について	2
2.1.1	簡単な身体動作と入力	2
2.1.2	具体的なデバイスの制作	2
2.2	音楽構造について	6
2.3	評価より	6
第3章	研究の背景と関連研究	8
3.1	インスタレーションについて	8
3.2	インターフェイスについて	8
3.3	サウンド・プログラミング	10
3.4	MSP とコンピュータミュージック	11
3.5	関連研究	12
3.5.1	ソフトウェアセンサー	12
3.5.2	生体センサー	12
3.5.3	Tangible Bits における Augmented Reality	15
3.5.4	音楽認知研究	15
3.6	関連作品	16
3.6.1	Resonance Of 4 (Toshio Iwai)	16
3.6.2	Water Machine(Nobuyasu Sakonda)	17
第4章	制作のデザインと実装	19
4.1	システム構想	19
4.1.1	コンセプト「流れる音、つかめない時間」	19
4.1.2	システムのデザイン	20
4.2	システムの実装	20
4.2.1	使用機材, ソフトウェア	20
4.2.2	センサー接続と実装	22
4.2.3	センサーの開発	25
4.3	音のフィードバック構成 ~ MAX, MSP にて	28
4.3.1	音制作における音楽的意味	28
4.3.2	流量からユーザの入力を検出	28
4.3.3	QuickTime 音色による流れの擬音効果	28

4.3.4	RealSound の使用	28
4.3.5	AIFF ファイルの使用	30
4.3.6	FM 音源の作成と操作	31
4.3.7	実行風景	31
4.4	問題点	31
4.5	考察	33
4.5.1	視覚と触覚	33
4.5.2	メディアの時間変化について	33
第 5 章	今後の展開	36
5.1	作品の発展	36
5.1.1	複数の蛇口による共鳴	36
5.1.2	音の利用	36
5.1.3	ハード部分の補強	36
5.2	具体案と方向性	37
5.2.1	水のハーブ	37
5.2.2	視覚遮断のフィードバック	38
第 6 章	おわりに	39

目次

2.1	i-cube	3
2.2	i-cube の利用	3
2.3	Turn Sensor	3
2.4	ペダル・センサー	4
2.5	段階センサー	4
2.6	光センサー	4
2.7	光センサーの接続回路	5
2.8	内部システム実装例	5
2.9	i-cube を用いた試作の操作風景 ('98 春学期)	6
3.1	インタラクティブアートとインターフェイス	9
3.2	MiniBioMuse [4]	13
3.3	MiniBioMuse の使用 [4]	13
3.4	ハープセンサー [4]	14
3.5	静電タッチセンサー [4]	14
3.6	物理空間における認知の中心と周辺 [3]	15
3.7	Resonance Of 4 [18]	16
3.8	Water Machine [8]	17
3.9	Water Machine のシステム図 [8]	18
4.1	Water Machine における試み	19
4.2	音楽と流体のリンク	20
4.3	インスタレーションの概要図	21
4.4	上部水槽の製作	22
4.5	Turn Sensor の固定	23
4.6	Turn Sensor と蛇口部分の接続	23
4.7	穴をあけ位置を安定させたフタと、下部水槽	24
4.8	光センサーの設置	25
4.9	制作したインターフェイス部分全体	26
4.10	接触型カウント	27
4.11	非接触型カウント	27
4.12	リードスイッチ式センサー	27
4.13	QuickTime を利用したフィードバック計算	29
4.14	エコー作成のパッチ	29
4.15	既存ファイルを利用したフィードバック計算	30
4.16	再生位置の計算によるフィードバック	31
4.17	FM 作成	32

4.18	Tangible Sound の実行風景	32
4.19	触覚刺激の重要性	34
4.20	Tangible Media と音	34
5.1	複数の参加者想定 of インスタレーション	37

第1章 はじめに

1.1 研究の動機

Science Artという言葉が多くの芸術家・科学者から発せられ初めてから数年経つ。研究者たちは様々な分野の知識をつなげあわせて新しい分野を確立している。新しい芸術の発展は今もなお続いている。

私は科学と芸術をつなげ、特にコンピュータによるユーザの芸術活動・表現活動を支援したいと考えた。近年の相互的な芸術作品のユーザの関わりに注目すると、今まで「鑑賞」という形態をとってきた芸術が「相関的・相互的(インタラクティブ)」に変化しつつある。そしてその次のステップとして「ユーザの表現・発信」が存在すると考えられる。しかしまだユーザが自由な表現を行ないそれを楽しむまでには至っていない。

この制作で、まず中間ステップである「相関・相互関係(インタラクション)」に注目し、いかに自らの表現を伝えるかと同時に、いかにユーザが楽しみ、表現に積極的に関わろうとするかにせまりたいと考えた。

よって、インタラクション・システムの作成をより容易にするためのコンピュータというメディアを用いたインスタレーション(3.1節参照)の制作を行なうこととした。

特に1998年に行なった、i-cube(図2.1参照)を用いた音楽操作の可能性の研究(2章, 図2.9参照)を通じて、ユーザが簡単な身体動作をすることで音楽を操作するための入力を行なう方法を模索したい。その際、様々なセンサーを使ったユーザの動きのセンシングが、インスタレーションを作成する材料になると考え、センサー部分やソフト部分、システム全体の制作をすることとした。

1.2 インスタレーション制作にあたって

音楽が人の情動に与える影響は不可思議である。楽譜の一つ一つの音符情報からは分からない様々な構造独特の効果により、情動を与えられるが、その原因は情動を与えられた当人にもはっきり説明できるものではない。その構造や時間的構成などについての研究は様々な結果を出しているが一貫した論理を模索している段階であるため、なぜその情動が起こるかについて詳しい説明は現在出来ていない。

私は、音や音楽の特性を活かして、サウンド・インスタレーション(3.1節参照)の制作を行ないたいと考えた。

音楽情報処理の分野で行なわれる音楽の認知研究などさまざまな研究の中で、現在よく取り上げられているインタラクティブパフォーマンス(3.5.2節参照)を取り入れた音楽情報処理も存在している。

音を取り入れたインスタレーションは多く制作されているが、音とは何か、人にとって音楽とは何かを取り上げ、その仕組み・メカニズムに触れるものとするのが目標である。また、人がどのように音とかが変わっているか、今後音楽との新しい関わりの可能性や要求がどんな形について存在するのも考えたい。

第2章 これまでの研究

2.1 身体動作による音楽操作について

2.1.1 簡単な身体動作と入力

98年度春学期の研究では、楽器の演奏という形態で音楽を学習したことのない人が作曲活動を行なうことを目指し、より簡単な身体動作での入力を提案した。ある程度の年齢に達した後、楽器の演奏の練習を開始することは大変だが、それと同時に、作曲を行ないたいと考える人にも楽譜に慣れ作曲理論を学ぶということは非常に大変な作業で、作曲までたどり着くのは難しい。

そこで、従来楽器以外での音楽用デバイスについて、実際にいくつか制作し、評価を行なうこととした。

2.1.2 具体的なデバイスの制作

マウスやキーボードといったコンピュータのための既存のデバイスを利用したのではDTM¹と違いが無くなってしまふと同時に、簡単な身体動作とは呼べなくなってしまう。

そのため、具体的なデバイスのデザインを行ない、制作したデバイスからの入力をコンピュータに入力するため、i-cube² (図 2.1 参照) を用いることにした。

ユーザの入力は、i-cube によってセンサーからの抵抗値を MIDI³ 信号に変換することで得られる。(図 2.2 参照) これに MIDI Transmitter を接続し、Macintosh のシリアルポートに接続した。

以上の入力を利用し MAX 内部での音作成を行なった。

(先行試作例は図 2.8 参照)

- Turn Sensor (図 2.3 参照)

これは、i-cube 付属のもので、回転式可変抵抗が接続されている。

- Switch Sensor

これは、ボタンからの入力で On-Off を入力するものである。

- 光センサー (図 2.6 , 2.7 参照)

明るさに応じていこうが変化する光センサーを用い、入力とするため回路を組んだ。

- ペダル・センサー (図 2.4 参照)

これは、力を加えることで入力と見なすため、固いスプリングとアクリル板で制作した。足で踏んで使うこともできる。上のアクリル板が押される深さに応じて、スライド式可変抵抗が降下するしくみである。

¹ DTM:Desktop Music のこと。コンピュータにより MIDI データを操作・演奏などを行なうこと

² infusion-system 社から発売されている、Analog MIDI 変換するもの。

³ MIDI:Musical Instrument Digital Interface



図 2.1: i-cube

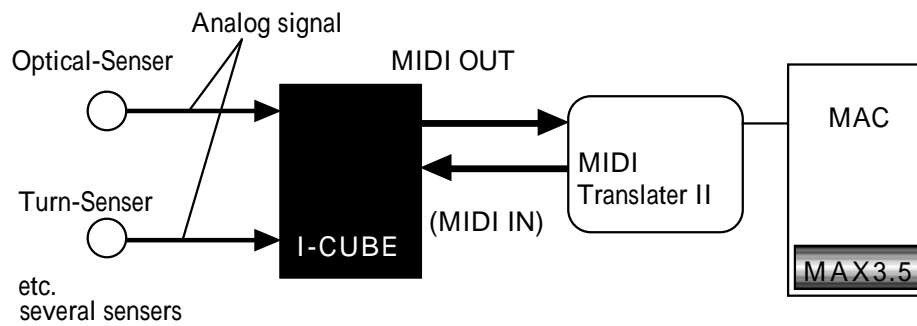


図 2.2: i-cube の利用

- 段階センサー (図 2.5 参照)

これは、抵抗をいくつかつなぎ、その抵抗の合計が出力する値になる。段階的な入力を要する場合のために制作した。



図 2.3: Turn Sensor

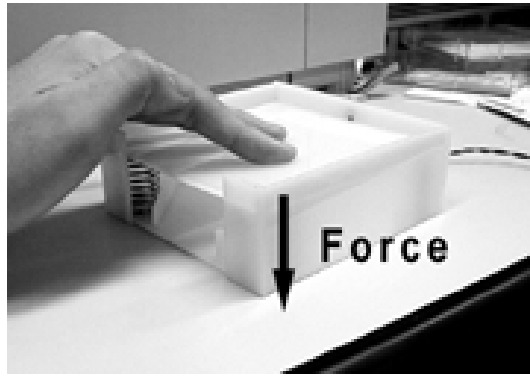


図 2.4: ペダル・センサー

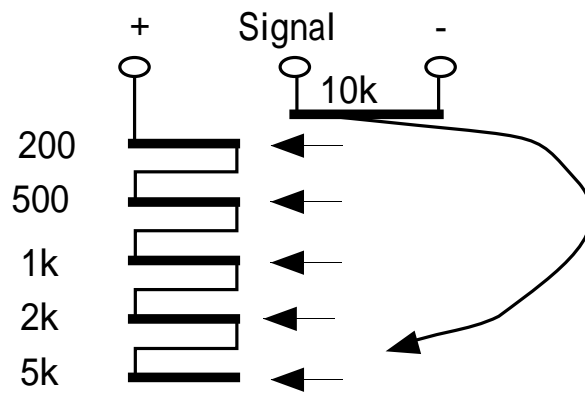


図 2.5: 段階センサー

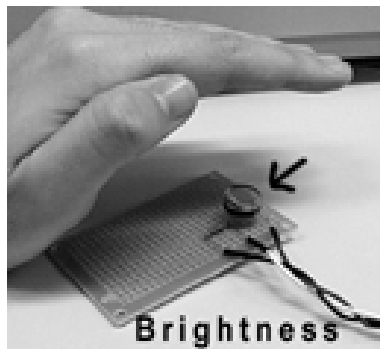


図 2.6: 光センサー

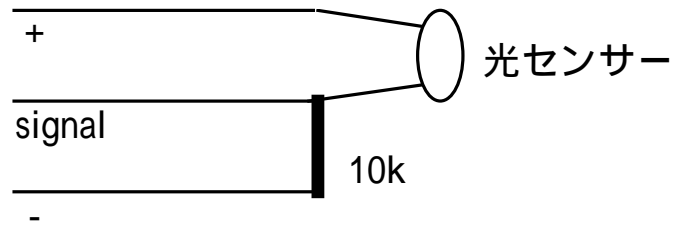


図 2.7: 光センサーの接続回路

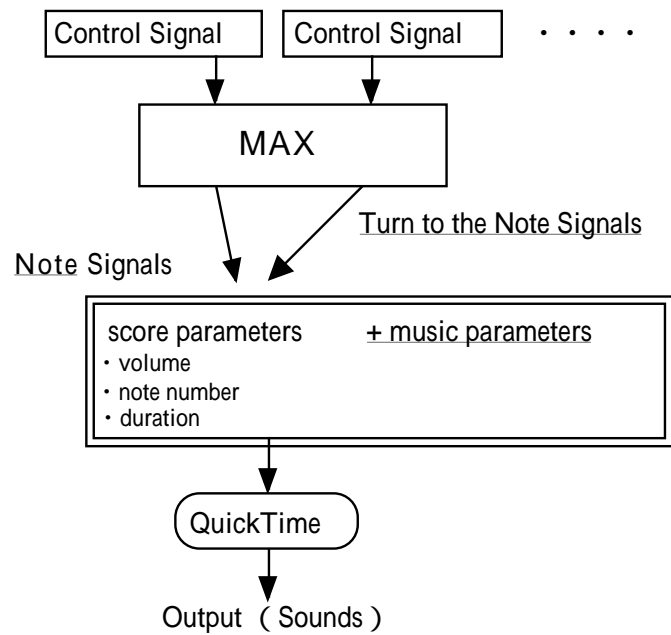


図 2.8: 内部システム実装例



図 2.9: i-cube を用いた試作の操作風景 ('98 春学期)

2.2 音楽構造について

MIDIの入力をただ単に Note Number として出力するのでは音程の操作にとどまってしまうので、音楽プリミティブ⁴としての様々な構成を扱うこととした。

取り上げたのは、

1. メロディー部分
 - (a) タイミング (リズム)
 - (b) 音程 (Note Number)
2. コード構成
 - (a) 使用するコードのベース音高
 - (b) ベースのオクターブ使用数
 - (c) コードの中の発音する音 (ドミソのなかでドとミだけなど)

である。

それら音作成の流れは図 2.8 に示す。

2.3 評価より

アンケートを実施し、実際に実行風景を観察していたところ、音楽経験者にとっては、従来使用してきた楽器ほど音楽に触れやすいメディアは無いという意見であった。また、それほど経験のない人にとっては面白い入力や変わった入力で音楽に変化が現れることで、難しい音楽理論を持ち込まずに楽しめたという人が多かった。

⁴ 音楽プリミティブ:メロディーの推移やコード構成など、音符の発音単位より大きい単位で認知される、意味を持つ音楽の要素

使いやすいデバイス作成については、力を込める pedal センサーが圧倒的であった。ただ、とても単純な音を使用していたため、実際に思い通りの作曲や編曲を行なうためのメディア/デバイスとして機能することができるかは分からなかった。

そのため、今回のインストール (3.1 節参照) 制作において、「使いやすい」ことを目標とするのではなく、自然な流れで音楽に触れ、入力自体を楽しみ感じながら、音楽に働き掛けることの出来る仕組みを実現したいと考えた。

第3章 研究の背景と関連研究

3.1 インスタレーションについて

インスタレーション (Installation) については、例えば

「メディア・インスタレーションとは、コンピュータ等のニューメディアを積極的に使用したインスタレーション、特にそのマルチメディア的展開をはかったもの、を意味する。」(中村滋信 [19])

「サウンド・インスタレーションとは立体作品を壁や床などに設置して空間を意識的に表現することである。特に身の回りにある音や、加工した物音・音楽などを手がかりにした空間表現を指す。」(サエキアキラ [20])

など、実に様々な区分と定義がある。

installation を直訳すると「設置」となるが、ここで扱うのは絵画などの視覚的アートでもなく、また音楽などの聴覚的アートでもなく、それらの組合せを取り入れた実世界で動作する芸術的なシステム全般を指すこととする。

芸術の歴史には様々な分野やスタイルが存在する。インスタレーションは其中でもコンピュータを用いた科学的側面からのアプローチをしているものが多い。また、システム全体の仕組みが単純なものから複雑なものまで様々である。マシンの性能がめざましい進歩を遂げている近年、インスタレーションにも多様性・自由度が更に与えられつつあると言える。

現在では、リアルタイムにユーザの入力を受け付けフィードバックを返すことを発展させ、ユーザの表現を可能にする「パフォーマンス」[9] という形態が注目されている。これは通常のインタラクティブアートと異なり、ユーザが何らか表現の意図を持っていることで成り立つものである。しかし現在は主にダンサーのような一般的でないユーザによりステージで演奏されるなど、「相互」から「鑑賞」への芸術の後戻り現象とも捉えられる。

そのため、今回はパフォーマンスとして制作するのではなく、様々な人が触ってインタラクションを楽しむことの出来るインスタレーションの制作を心がけることとしたいと考えた。

3.2 インターフェイスについて

インターフェイスとは人と何らかの対象との接面のことを指す。一般的には、人と機械、特にコンピュータとの接面のことを指す。

しかし今回取り上げるインターフェイスでは、「インスタレーションやインタラクティブアート」と人(ユーザ)との接面(図3.1参照)である。インスタレーションで重要なのはこの接面とその内容であるため、これを論じる。

インスタレーションはユーザの入力とそれに対するフィードバックが中心となるため、使用方法が分かりにくかったり使いにくかったりすると、インスタレーションから得る感動などを感じることもより

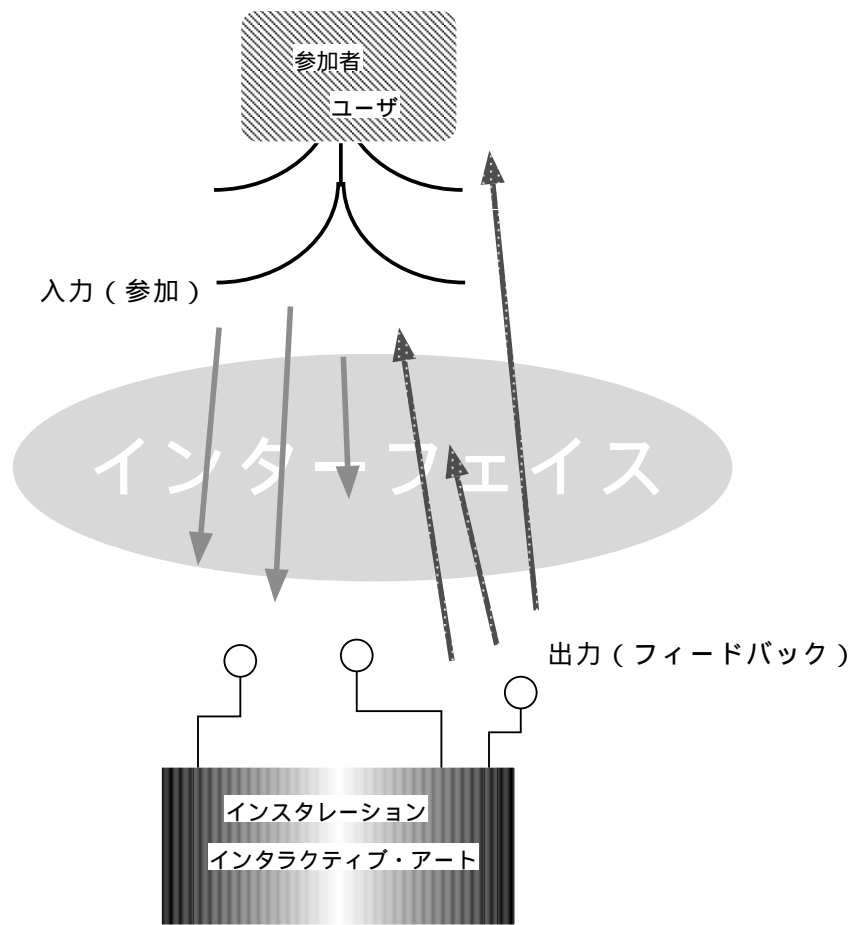


図 3.1: インタラクティブアートとインターフェイス

接面で何を発信し受け取ればよいのかわからなくなることが多い。特に、感性が重要な役割を果たす分野であるため、入力では直感的な動作、もしくはそれに準ずる動作であることが必要となる。

インストールに於いて望ましいインターフェイスについて考察すると、まずユーザの入力に関しては、

- 目的や対象の分かりやすいインターフェイス・インタラクション
これは、特定の知識や経験を持つ人がユーザとは限らないため、何をするのか（入力するのか）をある程度分かりやすくしなければならないし、分からなくても直感的に動作できるような入力が望ましい。
- 動作が簡単で扱いやすい入力部分
これは、難解な動作により目標から焦点が離れることを避けるためである。
- 楽しめ、親しめる入力
入力に楽しみがなければ、ユーザがその先の出力やインタラクションを期待して入力する可能性が減少するため、入力自体の面白いものが理想である。

という点が重要である。また、出力・フィードバック部分のインターフェイスとしては、

- 身体的な感覚に強く訴えるフィードバック
身体感覚にマルチモーダルなフィードバックを与えることで、より直感的な仮想空間を作ることが出来る。
- 入力と出力が直結した分かりやすいインタラクション
フィードバックが特定の入力に対して時間的・空間的に大きく一致しないと、それらがフィードバックとして認識されないため、インタラクションとして成り立たない。
- ユーザのメンタルモデルと程良い距離を持ったフィードバック
大きく異なるフィードバックだと、上記のようにフィードバックとして認識されなくなる可能性がある。また、あまりに一般的なフィードバックでもいけないのは、何回かインタラクションを楽しむうちにすぐに飽きてしまうからである。

という点が大切である。以上のような点を踏まえ、インストールの制作にとりかかると、「感性」で作り上げるインストールよりも、ユーザを中心としたものが出来上がると考えた。

3.3 サウンド・プログラミング

インストールのシステムでのプログラム部分で MusicProgrammer 達の手間を省くためのソフトは様々あるが、Opcode 社の MAX [11] は音楽を中心とした Visual Programming 言語で大変強力なツールであると言える。

これは、インストールに対するユーザの入力を受け付け、音楽的フィードバックを返すための、「コンピュータから音を出す」ところからプログラミングの手間を省く意味で重要である。

しかし MAX では主に MIDI を扱うため、MIDI 音源の詳細事項までは変更できない。そこでさらに音のフィードバックを充実させるものとして MSP¹ が挙げられる。これは、MAX 上で働くもので、音

¹ MSP:MAX を機能拡張し、音作成・制御可能にするもの。

のパラメータ変化などをリアルタイムで行なうことが出来るようになった。サンプリングした音の加工や、マイクからの入力に対する加工処理、出力もリアルタイムで可能である。今後 MSP を用いた様々な音作成システム、プログラムが作成可能となるだろう。

3.4 MSP とコンピュータミュージック

MSP を用いて音を出すためにはまず音の波形に関する知識とコンピュータミュージックについての基礎知識が必要である。ここでは音の波形についての知識については主題から離れるので割愛する。

従来のコンピュータミュージックでは C-sound² を用いたものが 70 年代から存在している。これは、(1) Orchestra file により音の波形の構成・合成を記述して、(2) Score file で発音するためのパラメータ (エンヴェロープ、開始時間、音量などや、その音独特のパラメータなど) を入力する形となっている。ここでは、Score file に書き込まれた情報を Orchestra file の音の情報を反映してサウンドファイルを作る形式であるため、コンパイルをする時間がかかる。そのためにリアルタイム処理を用いたインタラクティブアートの音合成は C-sound では出来なかった。

しかし、MAX のリアルタイム入力・処理の能力に MSP という音を合成するパッチを当てることで、現在様々なインスタレーション・パフォーマンスに用いられるようになった。C-sound のファイルと異なり、1 つのファイルに入力に対する発音を記述すればよいため、ある意味これは Orchestra file と共通する部分がある。そして、Score file にあたるのはリアルタイムのユーザの入力となる。つまり、音の特性 (パラメータ) やサンプリングしたものの再生条件などをリアルタイムに制御させたいとき MSP はとても強力なツールと言える。

そのため、今回のインスタレーション作成にこの MSP を活用し、MIDI 音源では表現できない更なる音フィードバックを得ようと考えた。

² C-sound: 全て C 言語で書かれた、波形生成・加工プログラム。1960 年代ベル研究所で作られたものがきっかけ。

3.5 関連研究

ここでは主に情報処理、特に音楽情報科学・音楽認知分野の関連研究を取り上げる。

3.5.1 ソフトウェアセンサー

「インタラクティブアートのためのソフトウェアセンサー」[1]では、A/V入力が標準的になった近年のパソコンに、トランスデューサを接続するだけで簡単にセンサーシステムとして機能することを取り上げている。ここでは、A/Dコンバータとして機能させるため、ソフトウェアセンサーをMAXにより実装している。

(1) ピッチ抽出センサーは、オーディオ入力を用い、積分型ゼロクロス法または信号の自己相関によりピッチを計算するソフトウェアセンサーである。

(2) 3次元モーションキャプチャセンサーは、CCDカメラとDigitEye3D [2]を用い、複数マーカの3次元計測を行なうものである。

このように様々な計算によりセンサーからの情報をセンシングしたい内容に絞る方法が存在することが分かった。

3.5.2 生体センサー

長島洋一氏らの「生体センサーによる音楽表現の拡大と演奏表現の支援について」[4]では、新センサーなどの開発例や作品への応用事例を紹介している。

ダンサーとグラフィックアーティストがインタラクティブアートを構築する、双方向のインターフェイスを活用し、新楽器のシステムを開発・制作する研究が増えている。現在、生体センサーなど様々なセンサーによる入力によってインタラクティブアートを構成する可能性を模索している。

(1) MiniBioMuse(図3.2, 3.3参照)は、筋電パルスをセンシングして、アナログ電圧として出力しつつ、A/D変換したMIDI信号を出力するシステムである。つまり、筋電位ノイズとMIDIの2way出力が得られるものである。これは、「力」に注目したセンサーという意味で私が1998年度春学期に制作したペダルセンサー(図2.4参照)と共通している。

(2) 心拍センサーは、耳たぶをクリップで挟んで心拍以外の雑音を除去して使うものである。サウンドや映像をこれに同期させて変化させるなどの使い方をする。

(3) 位置検出センサーは、非接触で位置情報をセンシングする方法としては、定番であるのがCCDカメラで画像認識を行なうことであるが、それだけではずれが生じて不快感を生むこともあるので、赤外LEDを使って、プレーヤー頭部に2ヶ所配置することで、視線を決定するなどの利用法も併用している。

(4) ハープセンサー(図3.4参照)は、光ファイバセンサーにより、光ビームをセンシングすることにより、この情報をMIDI化して出力するものである。

(5) 静電タッチセンサー(図3.5参照)は、人体に誘起する静電気をセンシングするもので、ON/OFF以上の情報を、安定して得られないため、その改良が今後の課題となっているものである。

(6) 笙プレスセンサーは、元々笙の内部に小型マイクロスイッチを仕組んだシンプルなセンサーとして97年に制作されたものだが、現在開発中のものは、笙の内部の「空気溜まり」の圧力をセンシングするものである。しかし、「笙」の空気溜まりは竹のすき間から漏れ出る空気があるため、センシングが難しく、ニュアンスも出しにくいらしい。

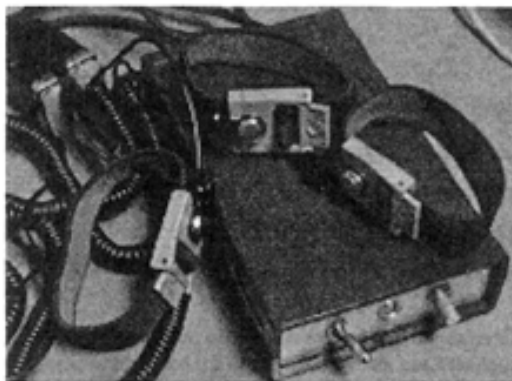


Fig.1 MiniBioMuse

図 3.2: MiniBioMuse [4]

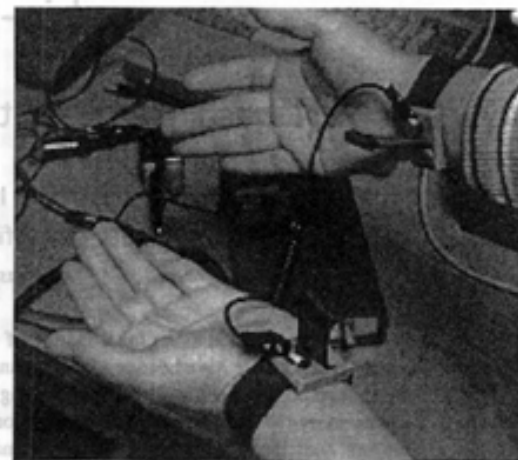


Fig.2 The contacts of MiniBioMuse

図 3.3: MiniBioMuse の使用 [4]

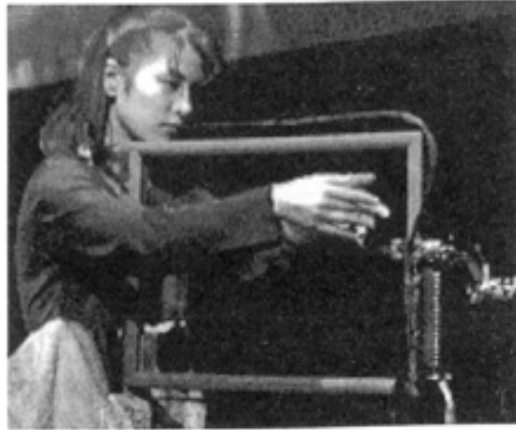


Fig.6 The "Harp Sensor"

図 3.4: ハープセンサー [4]

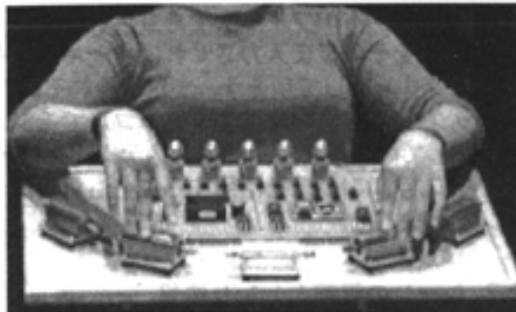


Fig.8 The "ElectroStatic Pad" sensor

図 3.5: 静電タッチセンサー [4]

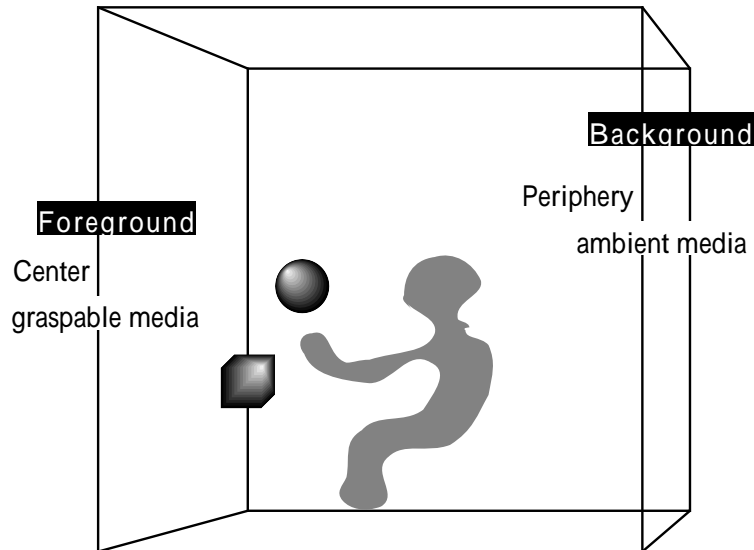


図 3.6: 物理空間における認知の中心と周辺 [3]

3.5.3 Tangible Bits における Augmented Reality

MIT メディアラボの石井氏による『Tangible Bits』[3] は、コンピュータとの代表的なインターフェイスである GUI パラダイムを越える新しいインターフェイスを展開しようというプロジェクトである。ここでは、様々な人間の感性に根付いた物理オブジェクトの適用を提唱している。

特に、(1) ビットと物理オブジェクトの結合、(2) ambient media と認知のバックグラウンドの結合というように、人間の認知に中心と周辺という定義を与え、それぞれに物理オブジェクトを対応させる試みを行なっている。(図 3.6 参照)

graspable media として、共有物理オブジェクトから分散同期オブジェクトへの変換を試みている inTouch がある。これは、距離を超えて「同一」の(実質は違う場所にある)ローラをふれ、相手の動きを感じたり、自分で動きを相手に送ったり出来る。

これに対して ambient display media として「水ランプ」を紹介している。これはデジタル情報のアンビエント情報ディスプレイとして、まるで個々のビットの流れが水滴を落とすかのように表現している。他にも、「Pinwheels: ビットの風」では、かざぐるまによりビットのマクロな流れの強弱を表現しようという試みがある。

3.5.4 音楽認知研究

現在音楽認知ではどのような詳細が全体の認知に影響を与えるのかなどの研究が行なわれている。

主に支持されている論としては、マイヤーやナムアらの『暗意・実現モデル』[6] である。これは、最初に音を聞いたとき、次の音を期待し、実現することで安心を得たり、逆に裏切られることで、次の安定を期待するといった、期待から実現までの道のりの変化による情動が認知されるとするものである。

音楽に対する人間の認知についてサブゼミを行ない、現在行なわれている様々な研究について調べた。そして、主流である「音楽は次の音への期待とその実現から快が生まれる」という論にしたがって、音楽理論に沿った期待を、次の音で実現したりはぐらかしたりなどして、快指数を実験中であるが、まだ実装プログラムに音楽認知まで取り入れた音楽部分を書くまでは至っていない。

ここで、音と音楽の境目について考えてみたい。音楽としての認識は、音の時間的・周波数的な構造

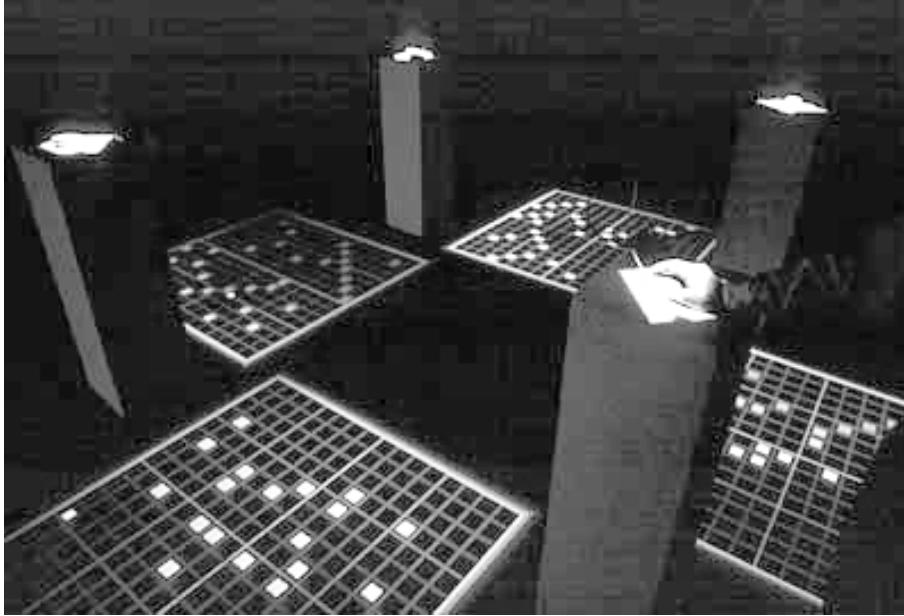


図 3.7: Resonance Of 4 [18]

を持った協和・不協和がなければならぬとされるが、単純な音に対してでも人は音楽を期待することがあるという例外の存在が挙げられる。

例えば、楽器のある一音を聴いたときに続きを期待する情動が存在するし、調性に関係なく変動する周波数の音に対しては、音楽的要素が認知されない場合もある。この、音と音楽の境目の微妙さを、『音楽』の中に『音』を織り混ぜることで、どこまでが音楽と認識されるかを今回の制作で実装したいと考えている。(実装については4.3節参照)

3.6 関連作品

インスタレーションから、パフォーマンスといわれるダンサーの動きなどのセンシングを行ない音を作りだして発音させたり、音楽を演奏するものなど、様々な作品がある。この入力センシングのため、現在様々な研究が行なわれており、実際に製品化されたものとして「MIBURI」(YAMAHA) [5]などが存在する。MIBURIは、身体の各所にセンサを取りつけるような楽器で、関節の曲げ伸ばしなど全身運動に対応することを目指している。しかし、どのパラメータをどの身体動作と対応させるかが決定していないので、抽象的なデータを様々な動きで入力することでそれぞれのフィードバックを得るためにユーザがパラメータを設定するのは難しい。

ここでは、具体的にインタラクティブアートを作るときどのようにインターフェイスを構築しているか、特に参考になった作品について取り上げる。

3.6.1 Resonance Of 4 (Toshio Iwai)

岩井俊雄氏による Resonance Of 4 (Interaction '95) は、多数参加者型のインスタレーションである。図3.7を見ると、4つの囲碁盤のようなディスプレイが並んでいる。4人(またはそれ以下)の参加者がマウスで碁盤の上に音を配置することで、4つの楽器から循環音楽のハーモニーを作り出そうという

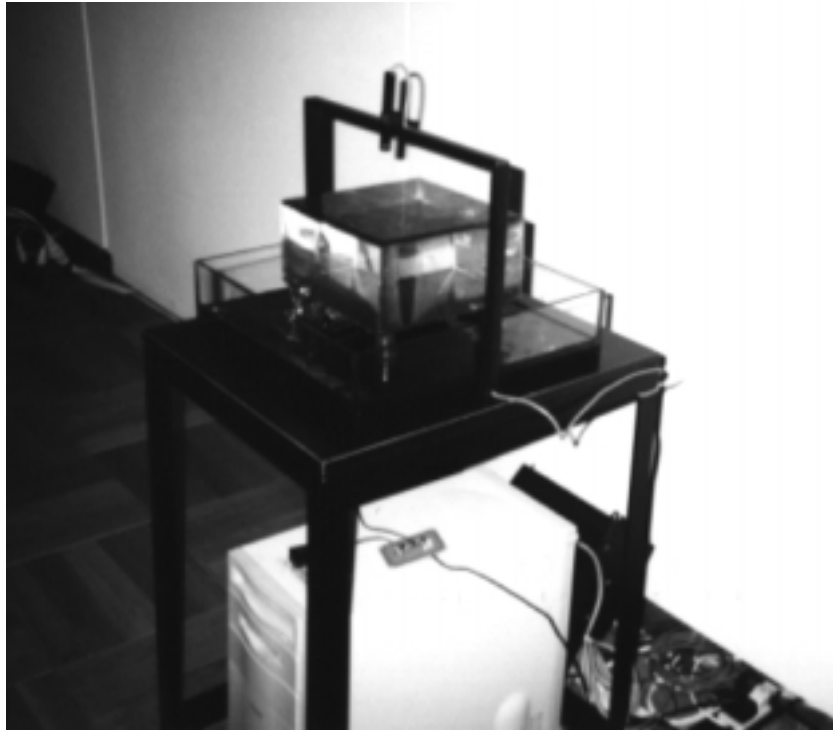


図 3.8: Water Machine [8]

試みである。

音楽の「組合せによる情動の発生」という特性に注目できる作品であった。

3.6.2 Water Machine(Nobuyasu Sakonda)

Water Machine [8] (bumpodo gallery) (図 3.8 参照) は、水の表面をカメラでスキャンし、どのような波が起きているかを常に MSP で出力しているものである。

音は単調で、ポンプから送られてくる水の影響による表面にできた波の音が、ブーンと鳴り続けている。ユーザが手を入れたり水の表面に波を作ろうとすると、鳴り続けていた音が高くなったり低くなったりする。

水の「波」という特性を捉えている作品で面白かったが、音が単純で大きな変化があまりなかったためにどこがインタラクションなのかが分かりにくかった。

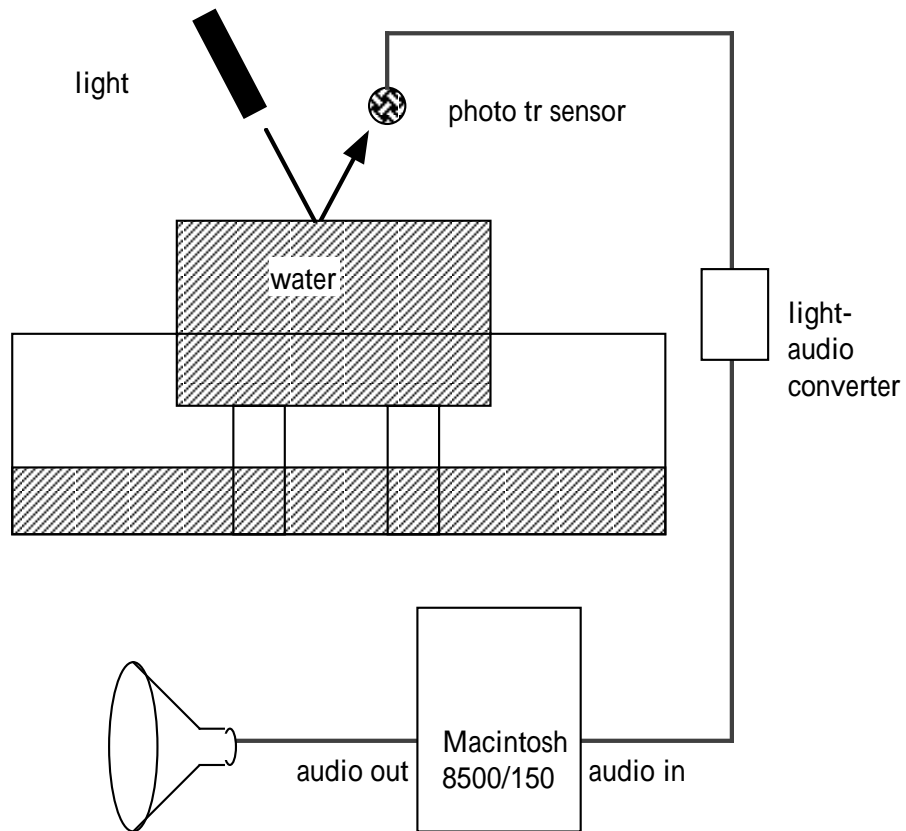


図 3.9: Water Machine のシステム図 [8]

第4章 制作のデザインと実装

4.1 システム構想

4.1.1 コンセプト「流れる音、つかめない時間」

主題は「流れる音、つかめない時間」である。Water Machine(図 3.8 参照)にて試みられた、流体から音を生成するシステムでは、水の波形を読みとり音の波に変換していた(図 4.1 参照)。しかし今回は、表面的な流体の形の変化ではなく、触覚などからも認知される流体の変化と、音楽という音の集合からの媒体のイメージの変化をリンクしようと考えた。(図 4.2 参照)

注目したのは音(音楽)の時間的特性である。音楽は人に印象を与えるが、リアルタイムにその情動の元を凝視することは出来ない。つまり、時間とともに変化する音の性質から、絵画のように時間をかけて見て味わうことは難しい。その特質に共通するものとして水に注目した。流体も音と同様に時間により変化するため、個体のようにつかんでみたり観察したりすることは出来ない。音を仮想的に「触る」ことを実現するため、「Tangible Sound」というインスタレーション作成を試みることにした。流体と音のつながりにより「流れている音」を表現するため、溜められた水ではなく流れている水を利用することを考えた。

3.5.3 節において取り上げた Tangible Bits の概念では、空気の流れや水の流れを ambient media として取り上げ、情報の「気配」を伝えるメディアとして利用を試みられていた。確かに、流体のメディアは日常では主に周辺環境として位置づけられることが多いだろう。

触覚の認知においても、当然固体に比べ、液体・気体は圧覚を認知しにくい。また、視覚的な認知においても、流体の形状変化や流れは固体に比べ劣っている。風にそよぐ木の葉などから空気の流れを知るなど、固体に頼る認知を行なっている。

しかし、水については我々の生活に密接したものであるため、通常の液体・固体と違った認知を行なっていると考えた。特に、水に積極的に関わろうとする行動は、風呂に入ったり、食品を加工したりなど様々である。その中でもプールに入って泳ぐなど、水に直接触れようという欲求・興味を持っていることに注目した。すると、我々はただ ambient media としての水を感じるだけではなく、水の流れや動きを積極的に感じようとしたり、それ自体を作り出そうとさえしている場面があることが分かる。

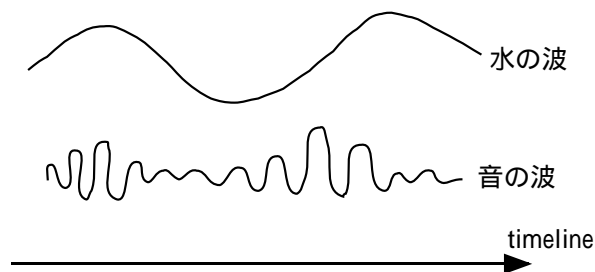


図 4.1: Water Machine における試み

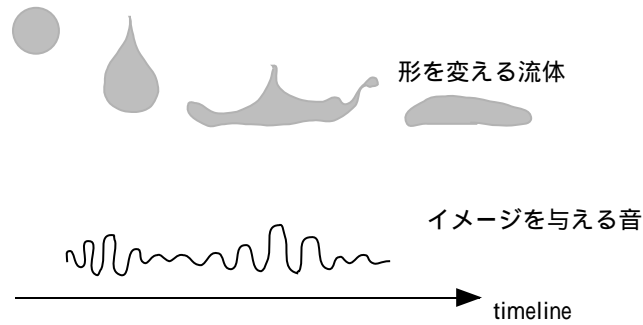


図 4.2: 音楽と流体のリンク

今回の制作ではこの「水」という流体メディアを特に ambient media ではなく、また graspable media でもなく、触れることは出来るがつかむことは出来ないという特殊なメディアとして、tangible media という位置づけをしたいと考えた。

具体的には、図 4.3 のように水道の蛇口を利用し、水栓をひねることで音を出すようにした。また、水の流れに対するユーザのアプローチを様々な方法でセンシングし、それに対してフィードバックとしての音(音楽)を構成し、流すこととした。

4.1.2 システムのデザイン

これは、ユーザが蛇口をひねることで水を出し、その水に触れたり、水を手ですくってみたりなどのアクションを行なうことで、それに対する音の変化・音楽的フィードバックを返すシステムである。

水との関わりの中で、音の時間変化と水の時間変化をユーザのメンタルモデルの中でシンクロさせることを目的とする。

具体的には、(1) 上部水槽に水栓(蛇口)を接続し、Turn Sensor と動きをリンクさせる。(2) 下部水槽へ落ちる水を Rotate Sensor(図 4.12 参照)でセンシングする。(3) 下部水槽に溜まった水を汲み上げるポンプを設置し、常に水を上部水槽に存在させる。

また、ユーザの入力を水のセンシングだけで測り採るのは難しいため、(4) 光センサーによっても検出する。これによりユーザが蛇口の下部に手を入れているかどうかを検出することが出来る。

インストールは、全体的に水を扱うものなので、水漏れや関連機器にも気を使わなければならない。また、使えるセンサーも価格的にもかなり限られている。そのため、水道の蛇口部分をレバー式にするなどの簡易化も図ってある。

その他細部設計は 4.2.2 節で述べるとする。

4.2 システムの実装

4.2.1 使用機材,ソフトウェア

使用した機材およびソフトウェアは次の通りである。

- Macintosh 7600/120
- Macintosh 付属外部マイク

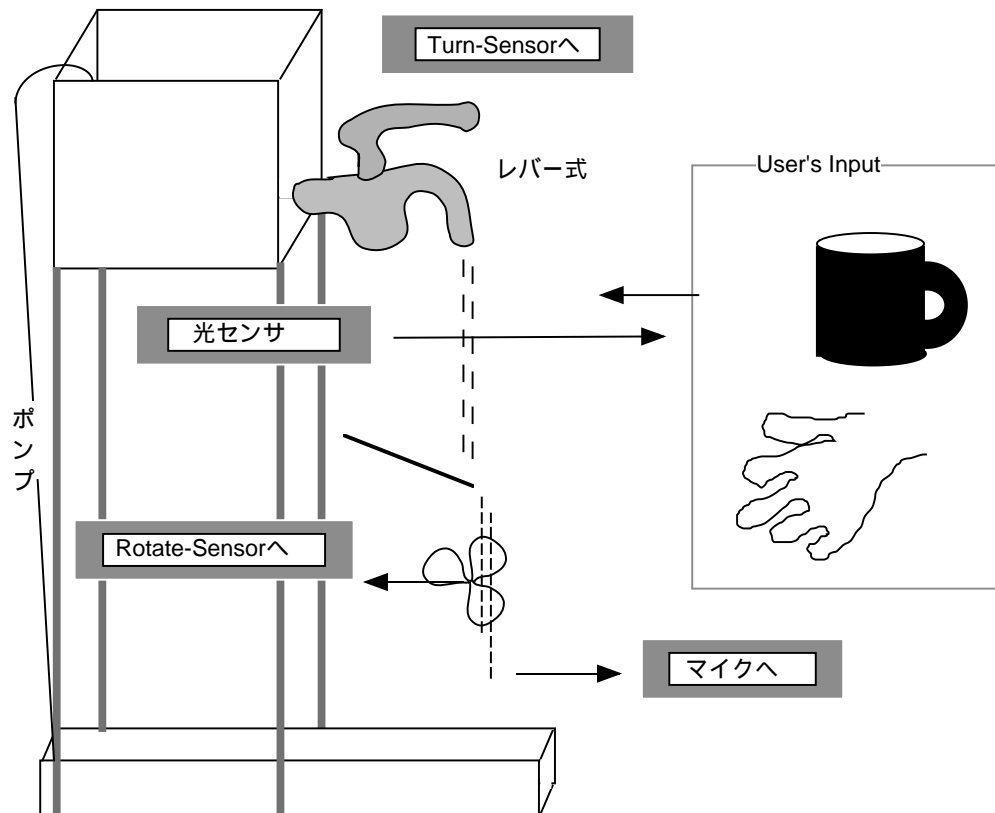


図 4.3: インスタレーションの概要図

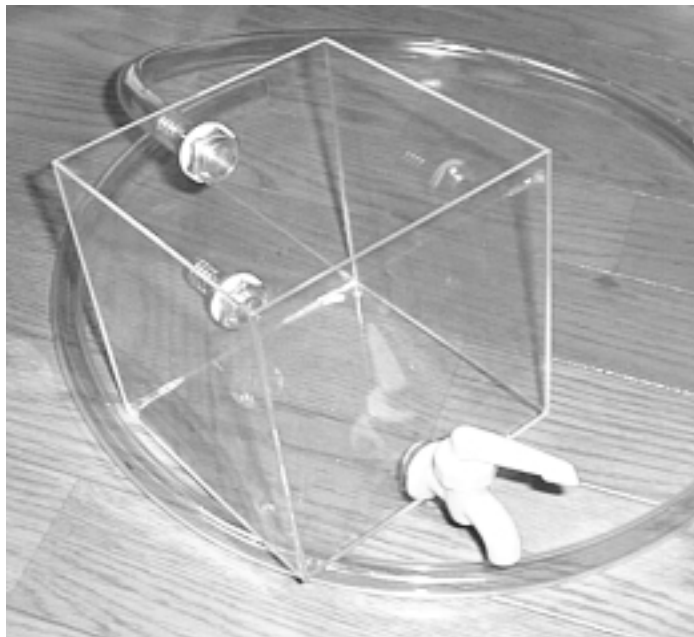


図 4.4: 上部水槽の製作

- 光センサー
- 可変抵抗 10k オーム
- スクリュー
- リード・スイッチ
- 風呂用ポンプ
- 40W ライト
- MAX3.5.8
- MSP

4.2.2 センサー接続と実装

[1] 上部水槽周辺

まず 14 × 14 × 14cm のアクリルケースを上部水槽とし、下部に穴をあけ、ポリエチレン製の水栓をつける。

下部水槽からの汲み上げた水の入り口として、水栓をつけた部分と反対側 (水槽後部) の面の下部に穴をあけてニップルを接続する。また、ポンプからの水量が多く、蛇口から出る水量が少ないときのため、水槽後部の上部にあふれた水を下部水槽に送るためのニップルも接続する。これで、結局上部水槽には 3 つの出入口が存在することになる。(図 4.4 参照)

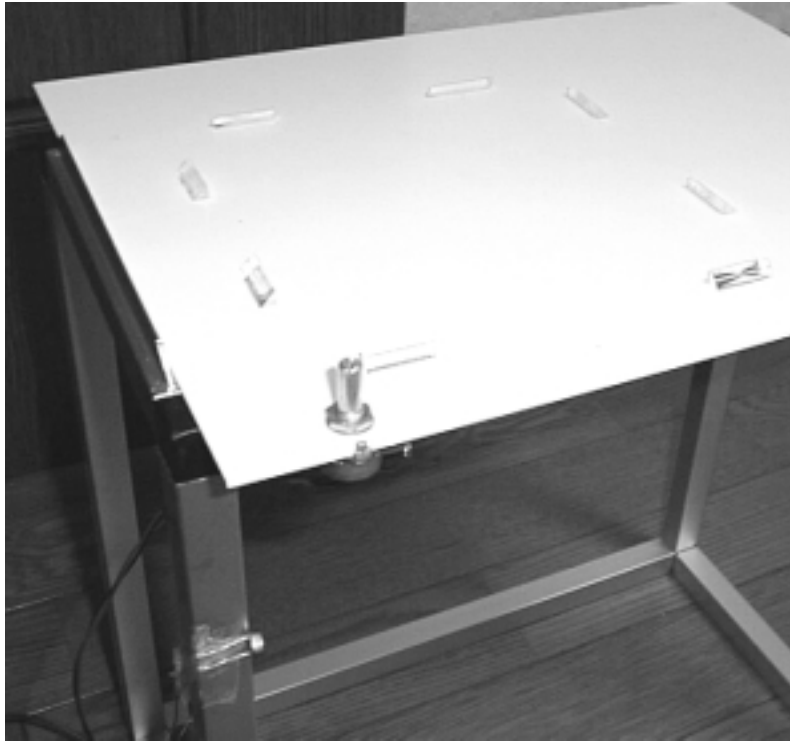


図 4.5: Turn Sensor の固定

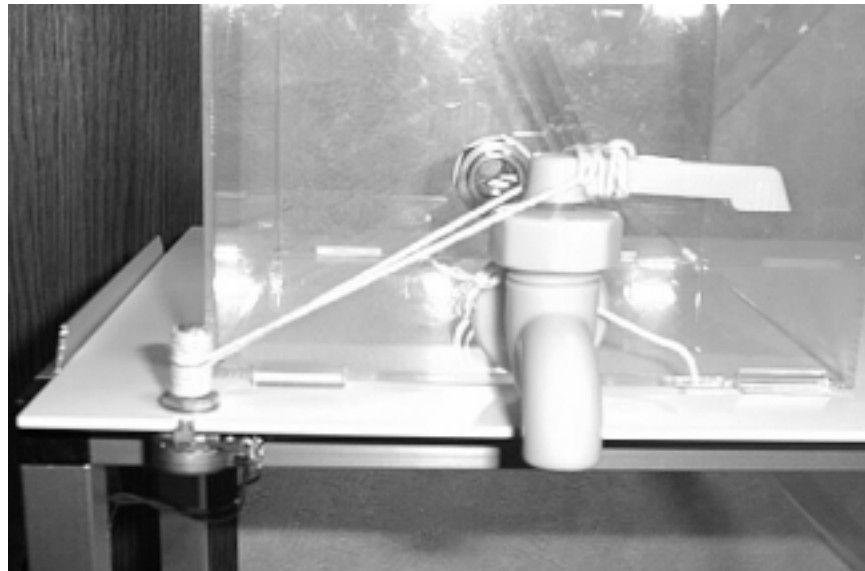


図 4.6: Turn Sensor と蛇口部分の接続



図 4.7: 穴をあけ位置を安定させたフタと、下部水槽

また、Turn Sensor の設置は、上部水槽を固定する板に穴をあけ、足がかりになる溝を作り固定した。(図 4.5 参照) これによって、ユーザのかけた力が同じ板に固定された二つのデバイス部分にうまく働くようになった。

水栓部分と Turn Sensor の接続部分では、凧糸を使って工夫した。(図 4.6 参照) これは、Turn Sensor に巻き付けた凧糸の両端がそれぞれひっぱられることで 2 方向の回転を可能にするものである。蛇口側の回転と Turn Sensor の回転を対応させるため、蛇口部分の凧糸を同様に巻き付けた。蛇口の回転を Turn Sensor も回転でセンシングすることで水量を推測する部分は、ここで完成である。

[2] 下部水槽周辺

上部水道の蛇口から出た水を受けるものとして、 $18 \times 26 \times 5$ cm のアクリルケースを使用した。このアクリルケースの上にプラスチック板を敷き、水に濡れないよう加工した Rotate Sensor (図 4.12 参照) を乗せるように設計した。

アクリルケース後部にポンプを設置し、上部水槽の後部に装着したニップル (4.2.2 節参照) とポンプの吹水部をホースで接続する。これによって下部水槽からポンプで汲み出した水を上部水槽に送ることができる。

また、上部水槽へ送る水が多すぎるとあふれてしまうため、上部水槽の後部に装着したもう一つのニップル (4.2.2 節参照) にホースを接続し、そこから下部水槽へ水を送り返すための道を確認する。

下部水槽の前部には上部蛇口からの水の入り口が存在する。この入り口をプラスチック板でふさがないように、プラスチック板にポンプとホースの通ることの出来る穴をあけ、前の方には入り口を確認することで、Rotate Sensor の安定を図った。(図 4.7 参照)

これにより、上部水槽と下部水槽の接続・連結部分が完成した。



図 4.8: 光センサーの設置

[3] 光センサーの設置

蛇口のひねりや落ちてきた水によるスクリューの回転だけでは精度の低いセンシングしか行なうことが出来ない。そこで、光センサーによりユーザが蛇口の下部に手やその他のものが存在するかどうか検出することとした。そこで、光源を支柱に固定し、その反対側の支柱部分に光センサーを固定 (図 4.8 参照) することで、光源と光センサーの間で光をさえぎるものを検出することにした。

[4] 実際の水の音取り入れ

ユーザが水をこぼした音や蛇口から流れる水の音をセンシングし、実際の音と同時に加工した音をフィードバックとして与えることとした。マイクからの入力を直接利用することにしたため、下部水槽の水の落下部分の近くに防水したマイクを設置することとした。

4.2.3 センサーの開発

上記のシステムを実現するため、開発したセンサーを述べる。また、そのセンサー入力を i-cube によって MIDI データに変換し、Macintosh のシリアルポートに入力する。(図 2.2 参照)

- 光センサー

1998 春学期に作成した光センサー (図 2.6 参照) を活用し、設置などに便利のようにセンサー部分のみを分離した。まず、signal-マイナス部分に 10k の抵抗を接続する。そして、signal-プラス部分に光センサーを接続する。(図 2.7 参照) この光センサー部分の抵抗が変化することで i-cube へ信号が送られることとなる。

- Turn Sensor (図 2.3 参照)

これは元々 i-cube に付属している Turn Sensor でもよいが、可変抵抗 (10k) なら回転式でもスライド式でもよい。回転 (またはスライド) によって抵抗が変化するので、直接 i-cube に接続

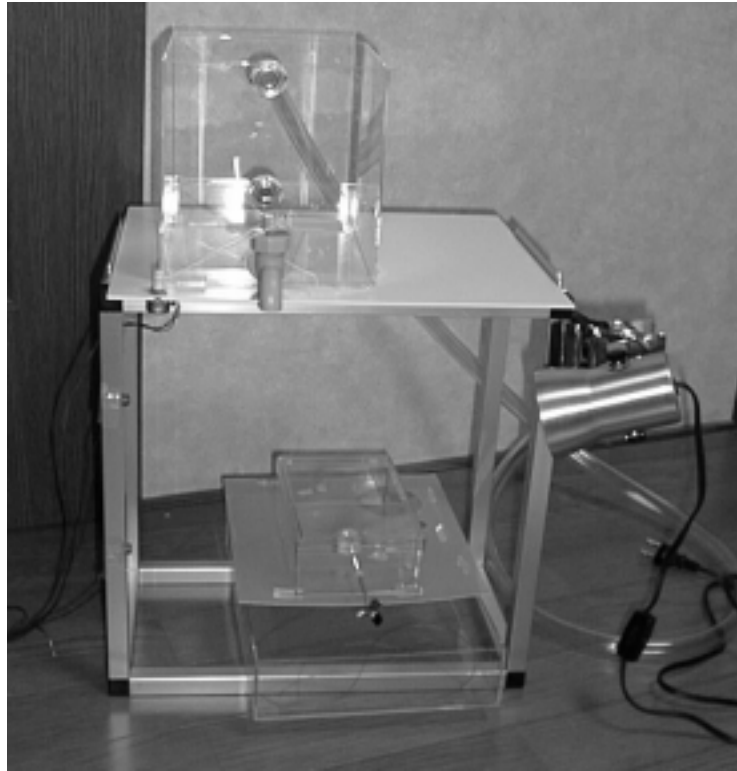


図 4.9: 制作したインターフェイス部分全体

することが出来る。これを水栓部分の動きとシンクロさせる (4.2.2 節、図 4.6 参照) ことで、蛇口のひねり具合を検出する。

- 回転式流量センサー

今回新たに制作したのがこのセンサーである。既存の流量センサーは精度がよいが高額なため、水車を用いたカウント式のセンサーを作成することとした。最初に製作したものは図 4.10 のように 2 部分での接触型カウントであった。しかし、これでは摩擦が大きく、カウントするたびに回転の勢いが衰えてしまうため、リード・スイッチ (磁気センサー) による非接触型センサーを制作した。(図 4.11 参照)

磁石をプーリーの両側につけることで安定した回転を望むことが出来る。このカウント部分とスクリューを接続し、防水のためのふた付きのアクリルケースに埋め込んだものが図 4.12 である。

- ソフトウェアセンサーとしての Rotate-Count

上記の回転式流量センサーはカウント式なので、リードスイッチが On になる時間当たり (600ms) の回数を計算しなければならない。カウントは間隔が開くほど難しくなる。そのため、時間当たりの回数の最大を数倍し、それぞれの非連続データを連続的に変換し、出力する。そのことで間隔の開いたカウントも比較的連続的にセンシングできるようになった。

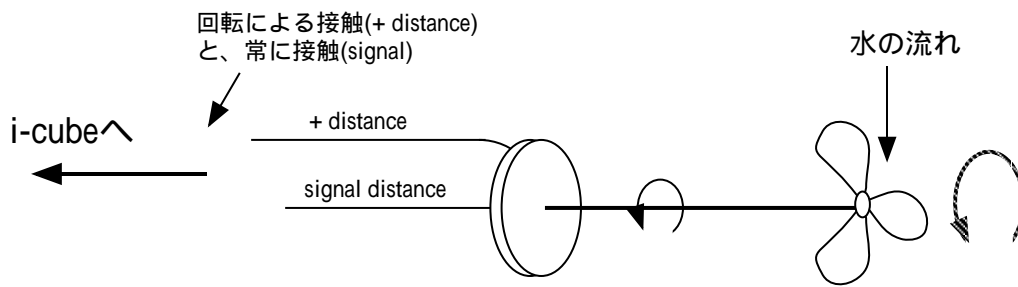


図 4.10: 接触型カウント

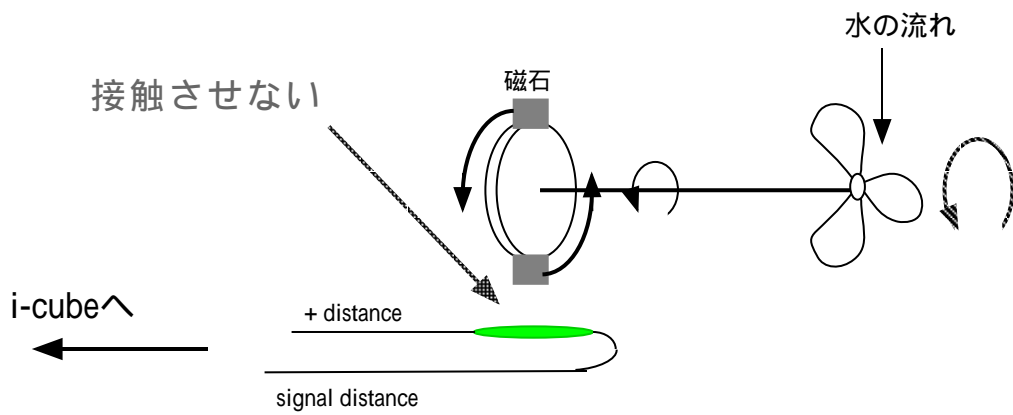


図 4.11: 非接触型カウント

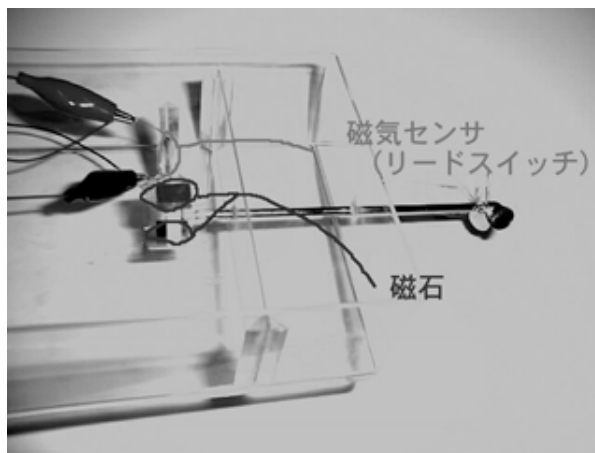


図 4.12: リードスイッチ式センサー

4.3 音のフィードバック構成～MAX, MSPにて

4.3.1 音制作における音楽的意味

音楽において重要だと考えられるのがその構成 (Music Structure) である。(3.5.4 節参照) 構成といっても、小節ごとの構成や次の音の期待といった時間ごとのつながりだけではない。その時の音の周波数の構成(つまり和音構成など)が、様々な音の集合を統合し、認知的な共鳴を引き起こすと考えられる。

短音としてはノイズなのかただの音なのか判断できないものも、その集合が共通の周波数もしくは倍音・和音特有の組合せとなる周波数に属することで音楽として認知されると考えた。

そのため、以下で述べる生成された様々な音はほとんど、同類または類似の和音に属するもしくはそれに準ずる音を使用する。また、音と音楽の境界(3.5.4 節)の追求・混合として、上に述べた周波数に属さないような音を生成することとする。

今回の試作では、様々な音の出力による影響を知るために下に述べる多種の音を同時使用した。

4.3.2 流量からユーザの入力を検出

まず、蛇口部分の水量を x とし、下の部分の水量を y とする。 $x - y$ が正であればユーザが何らかの形で水をためていると認識できる。また、 $x - y$ が負であればためていた水をこぼすなどの動作が推測できる。センサーの精度の問題もあったが、この仕組みを利用してパッチを作成した。

また、センサーの精度も考慮し、ある程度の誤差に絶えうるよう、 $x - y$ が 127 を限度とした値の中で、20 以下かつ -20 以上・ 20 以上・ -20 以下の 3 パターンに分類することで、幅を持たせた。

4.3.3 QuickTime 音色による流れの擬音効果

Macintosh の OS7.6 付属の QuickTime2.5 のピアノ音色を用いて流れている水の音を擬音化してみた。(図 4.13 参照) x の量が増えると、ピアノ音の時間的間隔を短くし、 y が増えると、NoteNumber (音高) の変化を増やすよう計画した。

しかし、NoteNumber を y に対応させるとセンサーからの出力を考慮しても極めて単調な、かつ安定のない発音になりかねない。また、 y に対応させるよりも、 $x - y$ の絶対値に対応させることで、ユーザがより水の流れに関わっている可能性を取り込むことが出来ると考えた。そのため、drunk¹ パッチを用い、 $x - y$ の量が多いほど広範囲に変化するよう、また、 $x=0$ の時だけその音が止まるよう設定した。

ちなみにこのピアノ音の実際の NoteNumber は table² によって C # 7 に限定されるよう設定した。これにより、ユーザの音楽的認知を誘引したいと考えた。

4.3.4 RealSound の使用

作成した音だけではなく水本来の音も利用することで、現実とインタラクションを結びつけることを目指すこととした。

Macintosh の外部マイクから入力した音をそのままスピーカーから出力するのでは音がばさついで水の音なのか逆にはっきり分からないため、今回 tapin,tapout パッチ³ を利用してディレイを 3 重につけることで echo 効果をつけることとした。(図 4.14 参照)

¹ drunk:酔っぱらいの千鳥足のよう、ただのランダムではなく、指定した範囲内で前の値から変化するもの。

² table:数値の組合せを指定し、関数のように、入力に対して出力を持つ。

³ tapin,tapout:左インレットに与えられた信号を、右インレットに与えられたディレイのパラメータ (msc) だけ遅らせて出力する。

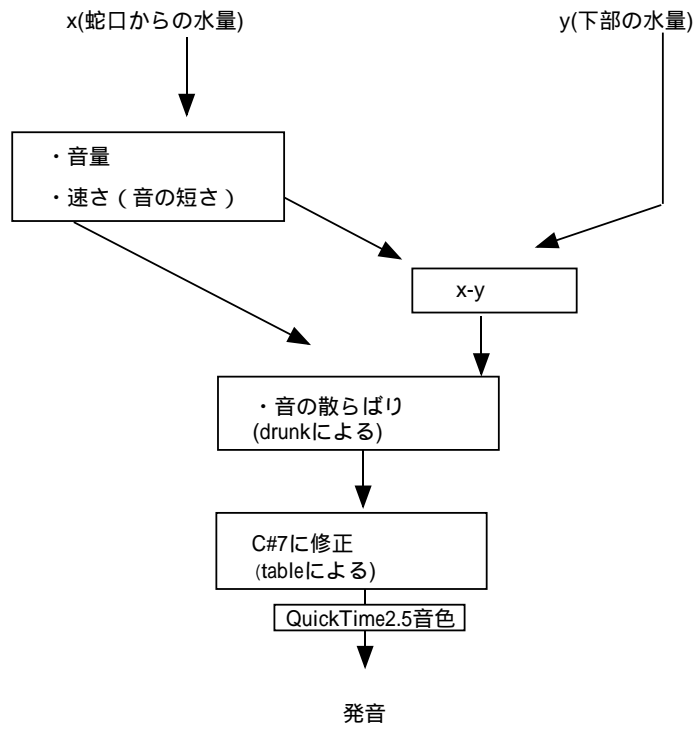


図 4.13: QuickTime を利用したフィードバック計算

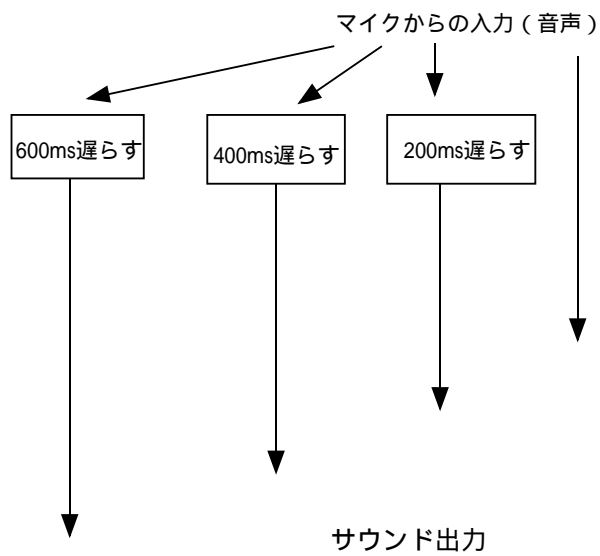


図 4.14: エコー作成のパッチ

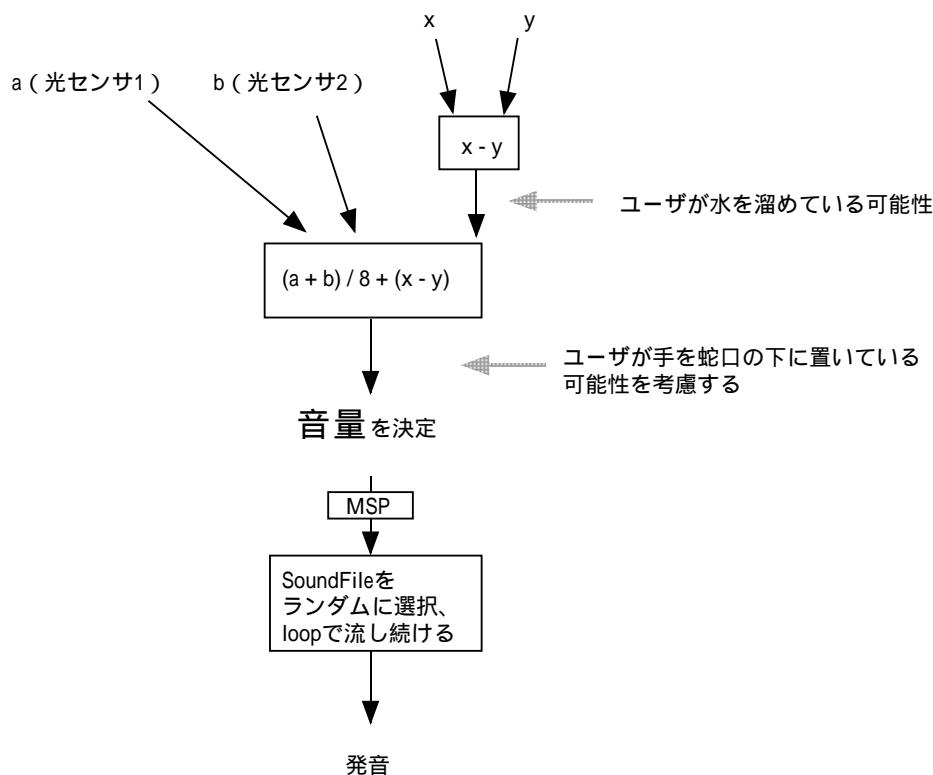


図 4.15: 既存ファイルを利用したフィードバック計算

4.3.5 AIFF ファイルの使用

光センサー (2カ所) からの入力をそれぞれ a 、 b とする。

既存のサウンドファイルを利用して、再生に a や b をパラメータとする技巧を凝らした音をフィードバックとして利用することとした。

はじめに、歌声の逆再生など数種類のファイルを準備する。(図 4.15 参照) これらのファイルをランダムに選択し、常にループで流し続けるものとする。ただし、音量を入力とするためデフォルトではどの音も聞こえない。

音量は $x - y$ によってユーザーが水をためている可能性を検出した後、 $(a + b) / 8$ によってユーザーが何かを蛇口の下に置いている可能性を検出することで、それらを組み合わせ、精度を比較的上げることにした。その後、エコーを 4 回かけるパッチを当てた。

次に、人間の話し声の音を準備した。これは、人間の声を使用することで、音楽と音の境目 (3.5.4 参照) を埋め、聞こえてくる音全体を丸ごと音楽として捉えられるかの実験でもある。

再生部分の音を細かく区切り、それぞれの区間の再生位置や区間 (msc) の長さ、区間から区間の速さ (間隔の長さ) を指定することで効果を与える。(図 4.16 参照) その際、それぞれの値を微妙にランダム化することで、より分割された再生部分の音に効果が現れるので、それを利用した。

分割の仕方や区間の長さなどはプリセットで値を準備し、場合に応じて変化させるものとする。

これも $x - y$ に対応した音量を出力するものとするが、 $x - y$ が負つまり y の方が x より大きいときにのみ音を出力するものとする。そのため、水をためていたユーザーが水をこぼすなどの行為をしたときに反応するよう設定した。

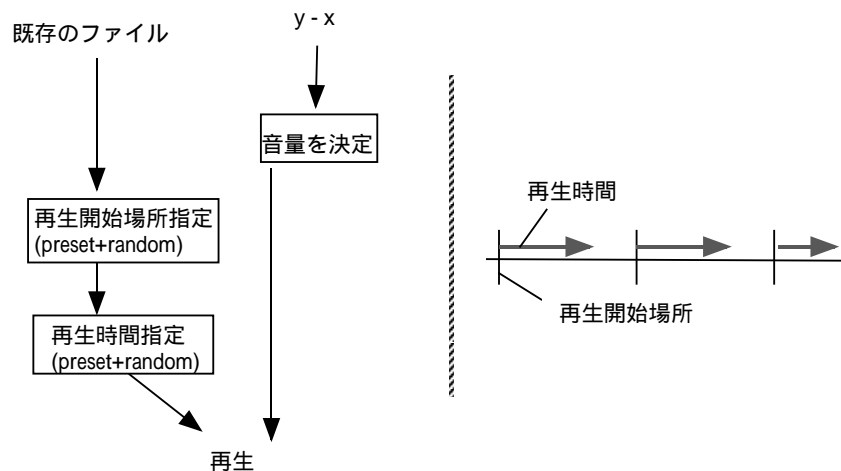


図 4.16: 再生位置の計算によるフィードバック

4.3.6 FM 音源の作成と操作

比較的連続的な値の出ると思われる光センサーにより FM 音源を操作するよう試みた。光センサー a(or b) の入力を音量の調整として受け付けると同時に、その音の周波数や周波数変化を調整させる。(図 4.17 参照) 単純な音であるほど音の変化が分かりやすいので、SineWave や Pulse を用いた。

また、突発的になる音として、鐘の音や周波数がランダムイズされた音を使用した。鐘の音は中心周波数をさらに SineWave で振動させることで得られる。また、ランダムイズされた信号に音の中心周波数を与えることで、雑音という認識ではなく、インスタレーション全体の影響を受けた音という認識を与えることが出来ると考えた。

4.3.7 実行風景

図 4.18 に実行状況を写真で示す。

4.4 問題点

まず、音がたくさんあって、単純な音のフィードバックに比べて分かりにくい。ユーザに音楽的認知を与えることが出来るとしても、本来の目的の、流体によるインプットに対するフィードバックが得られたとは認知されにくい。

また、既存の流量センサーに比べ、制作したセンサーの精度が極端に悪いため、入力された値の信頼性が低い。これは、もともと流量センサーを上下 2 カ所に設置する予定であったが高額だったため、それぞれに既存のセンサーを代用させたり製作したりした。しかし、流量の検出をもっと信頼性のあるものにすれば、さらにフィードバックが分かりやすくなると考えられる。

最後に、作品の耐久性である。光センサーは Turn Sensor と違い固定が簡単であったため、逆に導線部分が切れるなど耐久性に欠けていた。また、Turn Sensor と蛇口の接続部分に、滑りにくい凧糸を用いたが、これは水に濡れると伸びてしまうのでひく力が弱くなる。それぞれ、固定を完璧にしたり、防水するなどの工夫で防げることなので、製作時点で気を配るよう気をつけたかった。水の循環部分の水量も、リレーを使うなどしてポンプの力を調節できればなおよかった。

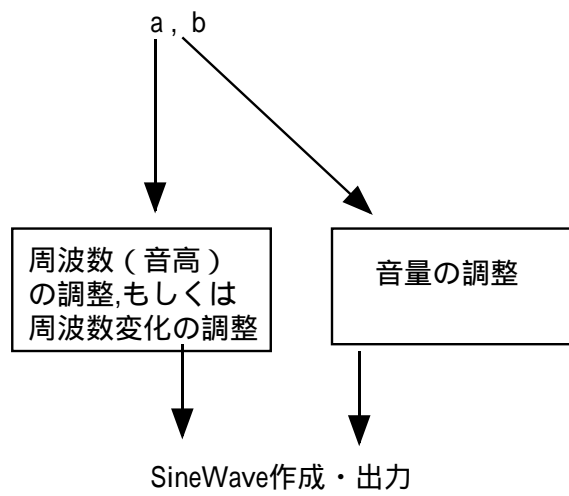


図 4.17: FM 作成

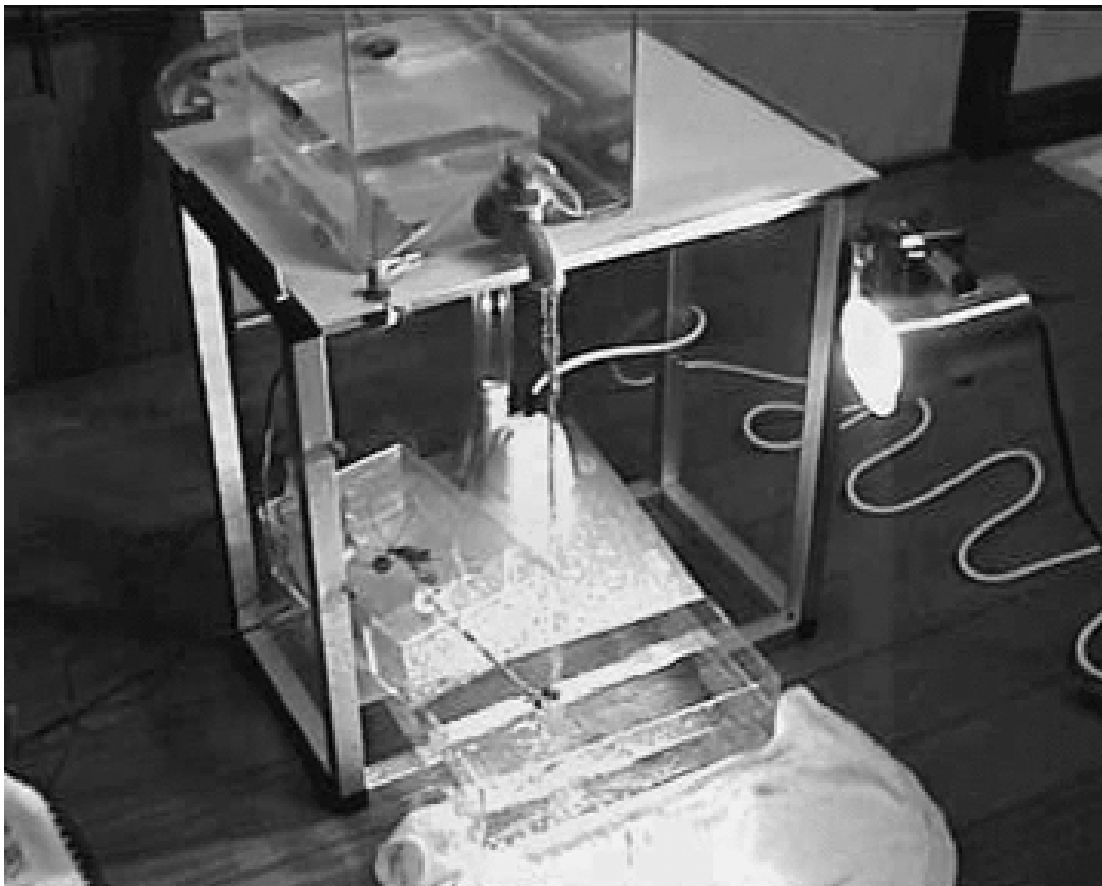


図 4.18: Tangible Sound の実行風景

様々な課題を残した形となったが、インストール作成に於いて重要な「インターフェイス部分」、「フィードバック部分」を、分かりやすい部分で直結させることが重要だということが今回の結論である。

より複雑な音を楽しみたいという人や、より複雑な構成の音楽が作られるインストールのほうがよいという人にも楽しめるよう、単調なフィードバックではなく、更なる音楽的要素をユーザの入力とするものも必要だ。その一方で、手で水を触った触覚ときっちりあっているフィードバックを返すためにも、(1) センサーの精度を上げ、(2) フィードバックが聴こえやすいように工夫することが必要である。(2) では特に音の特性を研究する必要があると考えられる。

4.5 考察

4.5.1 視覚と触覚

インストールで「インターフェイス部分」と「フィードバック計算」が重要であるのは、4.4 節で述べた。

流体というメディアにより音を表現することの可能性はまだ未知数である。今回のインストールでは「水に触れる」ことにより、さわれない、つかめない、凝視できない音を擬似的に触る仕組みを制作した。

Tangible というのは、触れることは出来てもそれ以上につかんだりゆっくり確認したり出来ない音と流体の性質を結びつけたことから来る名前である。流体には音と同様に時間変化してしまう性質があるが、音と違うのは訴えられる感覚器が触覚もしくは視覚であることである。

昨今様々なメディアを用いた (マルチメディア) インタラクティブ・アートが広まり、プロジェクトに生成した画像を投影したりするなどインストールの方法は増え続けている。しかし、人間の知覚という面から考えてみると、あくまで視覚的な刺激が主体であるものが多い。これは 5.2.2 節でも言及するが、多くの人が視覚的な刺激に頼る傾向があるからである。

視覚刺激以外に関するメディアでは、今回取り扱ったサウンド (聴覚刺激) がよく用いられるが、これはイメージ通り、入力・加工を直接行なうことが最も難しい対象である (詳細は 4.5.2 節)。そのため、インストールでは主に既存の音を加工せずそのまま出力することが多い。

それと同時に触覚に関しても、コンピュータを使ってフィードバックを構成することが難しいため、インストールとしてあまり有力なメディアは存在しない。

ここで視覚と触覚について比べてみると、ユーザとの絶対的な距離が異なる可能性が指摘できる。遠くでも視覚的に見えるものは存在するが、触覚で確かめるにはユーザの肌など体に触れなければならないほど近い必要がある。つまり、触覚は視覚に比べて対象が物理的に近いと認知する可能性が高いとも考えられる。(図 4.19 参照)

今回のインストール制作は、画像のフィードバックを使わず、音や音楽によるフィードバックを用いたが、同時に流体の触覚によってもフィードバックを受けている。ユーザにとって具体的且つ現実的なインストールにするためには、実世界の存在物 (触覚刺激) が大変重要であるという結論に達した。そして、触覚刺激を与えるためのシステムやメディアの開発が重要であると考えた。

4.5.2 メディアの時間変化について

視覚刺激と聴覚刺激の決定的な違いについて述べると、ただ時間的な長さのない一点だけを与えられてそれが何なのか判断することが出来るのが視覚なら、まったく意味のないものになるのが聴覚刺激である。

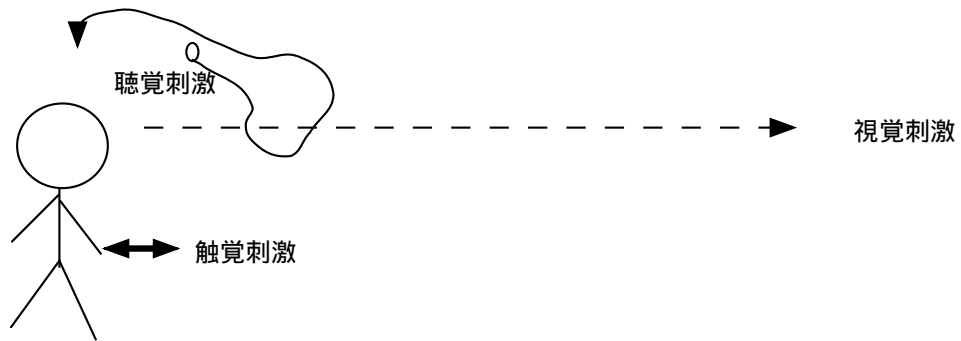


図 4.19: 触覚刺激の重要性

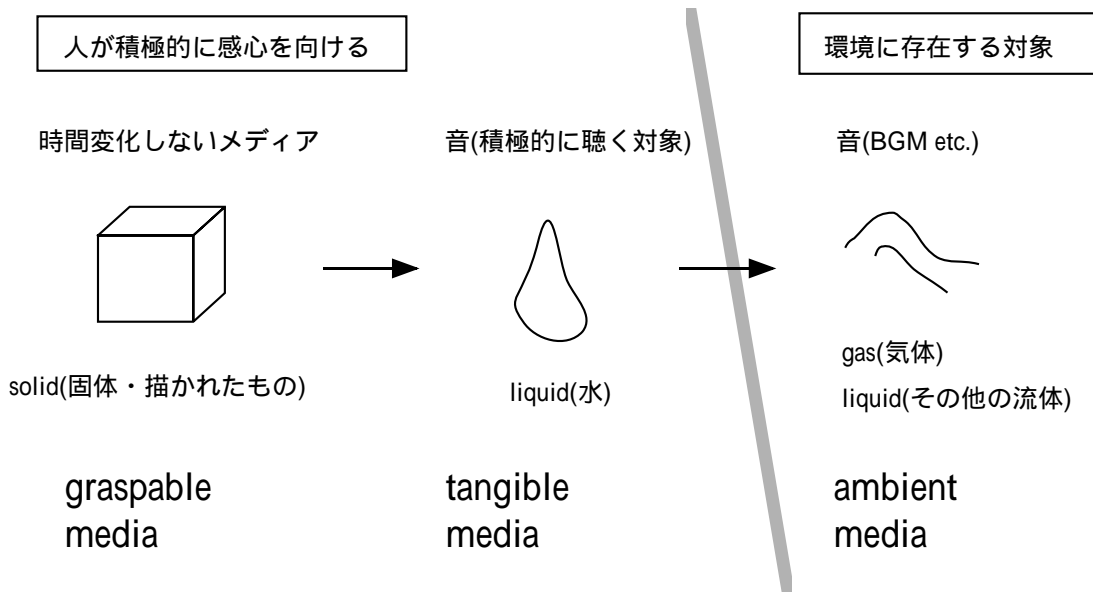


図 4.20: Tangible Media と音

また、長い聴覚刺激、特に音楽刺激は確実に認識する前に時間が経ってしまうために、大きな印象を受けた部分だけ残される。その流れる時間と流れる音のイメージを対応させたのが今回の制作であるが、多すぎる音楽刺激には音楽全体のイメージが先行し、フィードバックとしてうまく機能しない(4.4節参照)。つまり、自分の情動に対する理解や解釈が、時間の変化による音楽の変化に追い付かないという現象が起こる。これが、音楽においてつかみたくてもつかめないイメージを生む原因だとも考えられる。

Tangible Bits (3.5.3節)において石井氏が指摘した graspable media と ambient media において、水の位置づけはちょうどそれぞれの特徴を持ち合わせた中間であると考えた。(図4.20参照)

水はたしかに graspable ではないが、プールに入ったり水遊びをすることを考えると完全に ambient であるとは考えがたい。人の、つかんだり触れたりしようとする積極性が存在するという意味でも他の流体と大きく異なると考えられる。

音や音楽は人にとって ambient である場合と tangible である場合が存在する。これはその音楽対象に対する人の集中の違いにより分類することができるだろう。BGM などならそれは ambient そのものであるが、集中して音楽を聴き、積極的に情動を起こそうという姿勢をとるときは、時間の変化でつかめない音を感じながら積極的に関わろうとしている。

水というメディアと同様に、ambient ではない音を触れようというユーザの関わりをインタラクティブに実現するため、また、音の時間的な特性を活かしてメディアとして活用するためには、音楽刺激による部分的・非連続的な構成によるイメージが音刺激の時間の連続的变化よりも強く認知されることをよく認識した上で、水と音のフィードバックを構成する必要があるということが分かった。

第5章 今後の展開

5.1 作品の発展

5.1.1 複数の蛇口による共鳴

今回作成したインストールーションでは、一人または二人のユーザが入力することを前提としたため、蛇口は一つであった。しかし、この蛇口を2つ3つと増やすことで、Resonance of 4 (図 3.6.1 参照) と同様に、複数 (多数) のユーザが同時にこのインストールーションに参加できる。(図 5.1 参照)

今回音の作成に於いて共通のコードに沿って発音させたのと同様に、調性を統一し、音楽的な共鳴が起こるように出来ると考えている。また、このインストールーションには組み込まなかったが、重要な音楽的要素である Beat (リズム) をこの複数ユーザの入力のうちの一つに取り込みたい。

98年12月に行なわれた神戸 XIBEC でのインターカレッジで、多くのコンピュータミュージックが発表された。様々な音や音楽的要素の埋め込まれた曲の中でも、従来の楽曲と同様に自然に音楽として受け入れられたのはこの Beat の存在がある楽曲であった。そのことにも注目し、リズム (楽譜としてのリズムではなく、鼓動としてのリズム、低音の響き) を持った作品にしたいと考えている。

5.1.2 音の利用

今回 QuickTime 音源以外は音の作成や利用をしているが、単純な FM 音源に限らず様々な要素を変更できるようなパッチを作ることを目標にしたい。複雑すぎる音楽的要素は非連続的なイメージを与えると考えられるため、単純に音を増やすのではなく、フィードバックを反映する分かりやすい要素を増やすということである。

音楽のいわゆる「楽譜」の作成が可能なのが MIDI であるとするれば、一つ一つの音色を作るシンセサイザーの役割を MSP に担わせることでより親しみやすい音や音楽を作成できる。

つまり、音楽的要素として認知されるのは楽譜データに限らないということを前提に、音楽全体の生成・構成をユーザの入力が担うようなインストールーションの設計を行なう。こうした音・音楽の作成をインストールーションとユーザの相互作用で行なうことが今後の目標でもある。

また、非連続的な値を入力するしくみなども考慮し、入力するメディアに対する感性に対応させ、時間的な連続性を重要視するミクロな単位「音」とイメージを持つ「音楽」をいかに組み合わせるインストールーションを作成するかも考えていきたい。

5.1.3 ハード部分の補強

インストールーションでの目に見えるインターフェイス部分が重要であることは前に述べたが、特に設計・工作部分でどのような発展が望めるかを具体的に挙げる。

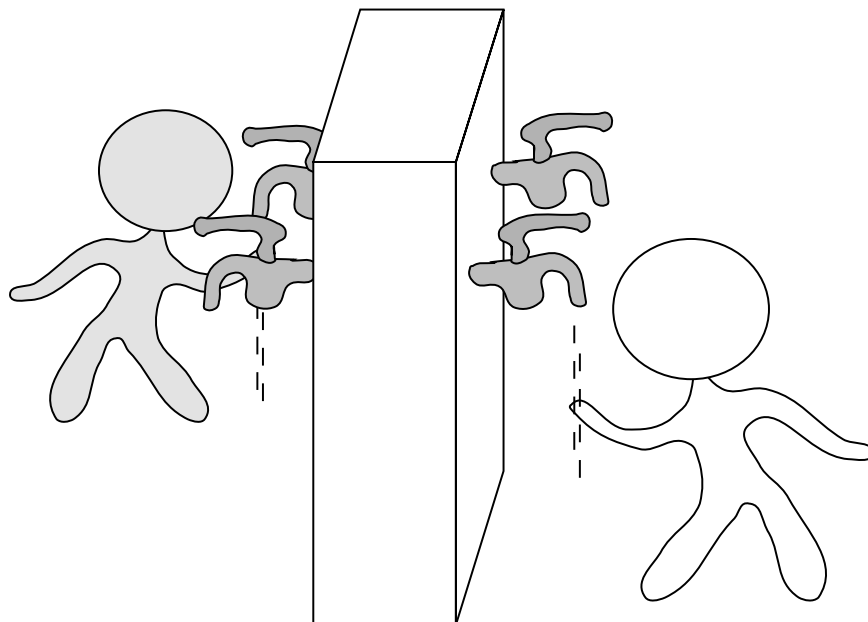


図 5.1: 複数の参加者想定 of インスタレーション

[1] センサーの精度アップ

今回センサーの精度が問題点として挙げられたが、ユーザの微妙な入力をセンシングし、フィードバックのプログラミングでもそのことを考慮して音を作成することが必要である。

そのためにも、カウント式のセンサーのみならず、水槽の重さを量ったりするなどの「量」の検出を行なうなどの工夫が必要である。時間的・数値的に連続的な値を得ることが出来るようになれば、さらに微妙なフィードバックも可能になると考えられる。

[2] システムの強化

システム強度については問題点としても挙げたが、設置する場所を指定し、その場所に合わせたインスタレーションの設計を行なうことで、より安定したインターフェイスが成り立つと考えた。

流体（主に水）を扱うインスタレーションでは、設置する場所によっては特に防水性が必要なこともあるので、ユーザが安心して扱えるようなハードを設計したいと考えている。

5.2 具体案と方向性

5.2.1 水のハーブ

具体案としてはまず、5.1.1 節の複数の蛇口の発展形として、「水のハーブ」というインスタレーションを考えている。

これは、落ちてくる水をハーブの弦として、触っている弦や弦を触っている位置（高さ）やさわり方などをセンシングするものである。

今回の制作との大きな違いは新楽器としての認識の存在である。今回は日用品に焦点を当て、流体である水とユーザがなじみやすいように考えたインスタレーションとなった。つまり、水に触れたりため

たり水を得たりする場面で、我々が普段持っている水に対するメンタルモデルを、日用品によって引き出せると考えた。

しかし、「水のハーブ」案では、ユーザがインストールに触れることで、それを楽器として認識し、音楽としての発音を求める。それによって、様々な音の出し方を工夫したり、単独の音を組み合わせさせて構成させようとするなどのユーザの音楽的な行動を誘発しやすいと考えた。

5.2.2 視覚遮断のフィードバック

4.5.1 節で言及したように、視覚は我々にとって大変重要な感覚器官である。しかし、それを遮断してもなお様々な感覚器官があり、全てを統括して脳が判断を行なっている。視覚に頼る多くの人にとって、他の感覚がいかに関心の感性に働きかけているかは気がつきにくい。

よって、あえて視覚を遮断し(もしくは見えにくくし)、触る、聴く、風や温度を感じるといった触覚・聴覚に訴えるインストールを作成することを提案する。

具体的には、様々な状況(お風呂に入っている、駅を歩いているなど)を設定し、聴覚・触覚に訴えかける作品を考えている。特に今後、風を受けたり、水に触れたりといった「つかめないが触覚に訴えるメディア」にユーザが多く触れる作品を作りたい。

第6章 おわりに

“Tangible Sound”の実装によって、

- 流体による音の表現を擬似的に実現
- 触覚を通じた新たなメディアの追求
- 初心者にもむけた音楽用デバイスの可能性

について実現し、考察を得ることができた。

特に、水を触れることや、水が存在することだけで楽しめるという意見も聞くことができた。そのため今後の「水メディア」について更に可能性があると考え、時間による変化という特徴のみによらず、入力の変換可能性（時間変化ではなく触覚的なつかめなさ）についても、追求していきたい。音というメディアをいかに分かりやすく提示するかという点で、いわゆるディスプレイ+オーディオが主流の「マルチメディア」を越える表現が触覚にあると考え、今後の研究につなげたい。

時間変化する流体と音は、やはりつかみにくく、触りにくかった。そういったメディアには固体もしくは時間変化しないメディアとは異なる認知の仕方があると考えられる。（4.5節参照）

音の合成も、音楽としての側面からみた音・通常の「音」として合成した音など、様々な合成目的が存在する。しかし、特に音楽の持つ、「音」には無いイメージの強さそれ自身を求めているユーザーのために、今後新たな音楽表現ツールを開発したいと考えている。

視覚刺激について今回は意図的に利用しなかったが、時間変化するメディアとして、ビデオもインスタレーションに用いられる可能性を持ったものとして挙げられる。他の感覚を鈍らせずに視覚刺激を利用することについても研究する必要があるだろう。

今後も多くのインスタレーション、実世界指向の作品が作られると考えられるが、音楽という扱いにくいメディアに関して今後どうアプローチするかを重要な課題と考え、様々な作品に取り入れ実験的に活用したい。

制作中、センサーの精度不足や価格など問題点がたくさんあった。しかし、その限られた材料や状況の中で、いかにコンセプト通りの作品を実現するかというところがインスタレーション作成に常についてくる問題だということも、今回の制作で知ることが出来た。よって、インスタレーションのハード部分の強化についても考慮・開発していきたい。

謝辞

本研究の実施にあたっては、インターフェイス研究会の安村通晃先生、安村研究会の人たちの御協力・御支援いただいたことを厚く感謝いたします。田中能先生には研究の方向性について多くのアドバイスをいただきました。田中能先生と「センサーバンド」で御一緒だった Edwin van der Heide さんにも多くの指摘をいただきました。

また、岩竹徹先生、サイバーサウンド・プロジェクト、岩竹研究会、田中能研究会の皆さんにもご支援いただきました。田中能先生の『タイム・アンド・タッチイン・コンピュータミュージック』受講者の皆様にも、中間報告などについてご意見いただきました。本当にありがとうございました。

関連図書

- [1] 平井重行・片寄晴広・金森務・井口征士, 『インタラクティブアートのためのソフトウェアセンサー』, 第26回音楽情報科学研究報告, 情報処理学会, 1998 Aug.
- [2] 金森務・片寄晴広・井口征士, 『モーションキャプチャ「DigitEye3D」の実装』, 電子情報通信学会論文誌 Vol.J81-D-II No.5, 1998 May.
- [3] 石井裕, 『Tangible Bits:情報の感触/情報の気配』, IPSJ Magazine Vol.39 No.8, 1998.
- [4] 長島洋一・照岡正樹・井口征士, 『生体センサーによる音楽表現の拡大と演奏表現の支援について』, 第26回音楽情報科学研究報告より, 情報処理学会, 1998 Aug.
- [5] 小川正賢, 『惑いのテクノロジー』, 東洋館出版社, 1998.
- [6] 波多野誼余夫, 『音楽と認知』, 東京大学出版会, 1987.
- [7] リタ・アイエロ, 『音楽の認知心理学』, 誠信書房, 1998.
- [8] 左近田展康, 『Water Machine』, Bumpodo GALLERY, 1998.
- [9] 赤松正行, 『ネットワークと仮想空間から聞こえる音』, XEBEC SoundCulture Membership Magazine“Sound Arts vol.16”より, 1998.
- [10] 佐々木敦, 『テクノイズ・マテリアリズム:メタ・エレクトロニクス・ミュージック』, InterCommunication No.26 Autumn, 1998.
- [11] ノイマン・ピアノ (赤松正行+左近田展康), 『マジカル MAX ツアー』, 株式会社ディー・アート, 1996.
- [12] Edwin van der Heide, 『Installational Art in Music Perspective』, タイム・アンド・タッチイン・コンピュータミュージック講義資料より, 1998 Oct. 6.
- [13] 谷口高士, 『音楽と感情』, 北大路書房, 1998.
- [14] 日本生物物理学会, 『知覚のセンサー』, 吉岡書店, 1997.
- [15] 大山正・秋田宗平, 『知覚工学』, 福村出版株式会社, 1989.
- [16] 相場覚・鳥居修晃, 『知覚心理学』, 大蔵省印刷局, 1997.
- [17] 乾敏郎, 『認知心理学・知覚と運動』, 東京大学出版会, 1995.
- [18] 岩井俊雄, 『Resonance Of 4』, Interaction'95 IAMAS, Ogaki, 1995.
- [19] 中村滋信, 『メディア・インスタレーション “hako-mandala”』, http://www.infonet.co.jp/apt/March_bk/Kataribe/Nakamura/hako-mandala.html, 1997.

[20] サエキアキラ, 『旭通り:Achim Wollscheidのサウンド インスタレーション』, <http://www.vrenpo.com/kunitachi/reports/9610/sound.html>, 1996.