

2019 年度

指導教員 倉本 浩平 准教授

卒業論文

サウンドで遷移させる
インタラクティブ映像表現システムの研究

メディアデザイン学科

学生番号 1165067 氏名 村瀬 亮介

北海道科学大学

サウンドで遷移させるインタラクティブ映像表現システムの研究

1165067 村瀬 亮介

目次

第1章 はじめに

1-1 はじめに	1
1-2 研究概要	1

第2章 背景

2-1 先行研究	2
2-2 歴史	4
2-3 様式	6

第3章 研究

3-1 概要・目的	24
3-2 方法についての理解	24
3-3 開発	31

第4章 作品制作

4-1 コンセプトとテーマ	38
4-2 準備	38
4-3 制作フロー	41
4-4 発表	54

第5章 おわりに

5-1 まとめ	72
5-2 今後の課題	74

参考文献

謝辞

付録

第1章 はじめに

1-1 はじめに

私は趣味で楽曲を制作しており、「音の可視化」や「プロジェクション・マッピング」などに関心を持っている。

大学での活動を通じ、それらを内包する「インタラクティブ・コンテンツ」に大きな興味を抱いた。

札幌ではクリエイティブ・コーディングが盛んに行われるようになり、誰でもインタラクティブなアートを表現することができるようになった。

1-2 研究概要

インタラクティブとは、「対話」または「双方向」といった意味で、ターゲットがパソコンの画面を見ながら、対話をするような形式で操作する形態を指す。

日本では、デジタルアートミュージアム「チームラボボーダレス」が話題を呼び、米 TIME 誌が選ぶ「世界で最も美しい場所 2019」に選出されている。



図 1-2-1 チームラボボーダレス「人々のための石に憑依する滝」

また近年、全国的に様々な地域でトリエンナーレなどの芸術祭が開催され、メディア・アートを含めた「メディア芸術」という言葉が話題を呼んでいる。

本研究では、メディア・アートの変遷や作品について調査し、音を可視化するインスタレーション作品を制作する。

第2章 背景

2-1 先行研究

音と映像の関係は古くから様々な形で述べられており、春口氏の研究「音と映像に関する考察 – サウンドビジュアライザー」では、3種類に大別している。

- ① 音楽付き映像型
- ② 映像付き音楽型
- ③ 音楽+映像型

①の「音楽付き映像型」は、音楽を映像のさらなる要素として扱い、具体例としてはオスカー・フィッシンガーが1930年代に始めた「アブストラクトムービー」がある。これは、三角形や円形などの抽象的な図形が時間軸に沿って変形して、リズム感のある抽象映像の意味を副次的に説明するために既存の、または新しく作曲された音楽を附加して、フィルムを制作したものである。

②の「映像付き音楽型」は、映像を音楽のさらなる要素として扱い、具体例としては、ディズニーの作品「ファンタジア」が挙げられる。これは、オーケストラによるクラシック音楽をBGMとした、アニメーションによる8編の物語集であり、音楽の意味を読み取った上で、解釈を映像化するものである。この分類の作品では、映像は音楽の持つ意味を熟考したあとで制作されるため、解釈のリアルタイム性がない。



図 2-1-1 ディズニー「ファンタジア」

また、ステレオ効果が利用された最初の映画で、なつかつサラウンドの原型とも言えるステレオ再生方式が世界で初めて一般的に導入され実用化された面においても、音響技術において非常に重要な歴史的映画である。

③の「音楽＋映像型」は、音楽と映像を融合した表現様式として扱うものを指し、具体例としてはジョン・ホイットニーのものが代表的なもので、音楽のハーモニーをコンピューター・グラフィックスで表現される小さな球体の運動パターンとして表現するものである。



図 2-1-2 ジョン・ホイットニー(1961)「Catalog」

また、合志氏らによる研究「音の時間経過による映像表現の研究 – 音楽の時系列的変化を考慮した映像表現システム」では音楽の全体の長期的な時系列変化を映像で表現する手法を研究し、実装を試みている。また、神野氏らによる研究「音楽と調和する映像のデザイン – 音楽を効果的に見せる映像表現の研究」では作者の意図を汲み取り、現在のビジュアライザーと差別化できる映像とはどんなものなのか、作品制作から検討することを試みている。これらは上記した②の映像付き音楽型に分類されると考えられる。

2-2 歴史

2-2-1 メディア芸術とは

「メディア芸術」とは、日本では、2001年に文化庁が制定した「文化芸術振興基本法」において「映画、漫画、アニメーション及びコンピュータその他の電子機器等を利用した芸術」と定義したものである。

2009年には国立メディア総合センターの設立企画がきっかけとなって、人々に広く知れ渡るようになった。

2-2-2 メディア・アートとは

「メディア・アート」とは、芸術表現に新しい技術的発明を利用する、もしくは新たな技術的発明によって表現される芸術の総称的な用語である。特に、ビデオやコンピュータ技術をはじめとする新技術に触発され生まれた美術であり、またこういった新技術の使用を積極的に志向し、人類の思想・哲学を深めるための活動を行い続ける美術であるといえる。

また、一つの特徴として現代の「装置を組み合わせることで作品化した表現、人と装置の関係を探求する芸術」であるともいえる。

遡れば、ヴァルター・ベンヤミンが論じた「複製技術時代の芸術」である初期の写真や映画にメディア・アートの起源を見出す考え方もあり、また1960年代には様々な映像表現を融合させようとする新しい実験芸術を指す用語でもあった。



図 2-2-1 ヴァルター・ベンヤミン

「メディア芸術」と「メディア・アート」には違いがあるが、明確な定義が共有されにくいために数多くの問題を生み出しており、文化庁が主催するメディア芸術祭では、「アート」が「エンターテイメント」「アニメーション」「漫画」という他の分野と並置されたメディア芸術の一分野として扱われており、21世紀に入りその定義は混迷の状況を呈している。

2-2-3 言葉の変遷

現在使われているような意味でのメディア・アートという言葉が聞かれるようになったのはいつからか、単語やフレーズが頻繁に出てくるかを数えて、グラフで示す。

「キネティック・アート」は、他の「ライト・アート」や「マシン・アート」よりもかなり多く使われており、1960年代に急増、ピークはおよそ1970年代になる。

その後「コンピュータ・アート」と入れ替わるようにその後に続き、パーソナル・コンピュータが普及する1980年代に増加、ピークはおよそ1990年代になり、2000年代以降は減っていく。

「ビデオ・アート」も同様に、1970年代に増加し、Googleの統計データが終わる2008年にも根強く頻出する。

「メディア・アート」という言葉の頻度は、1980年代から急増している。

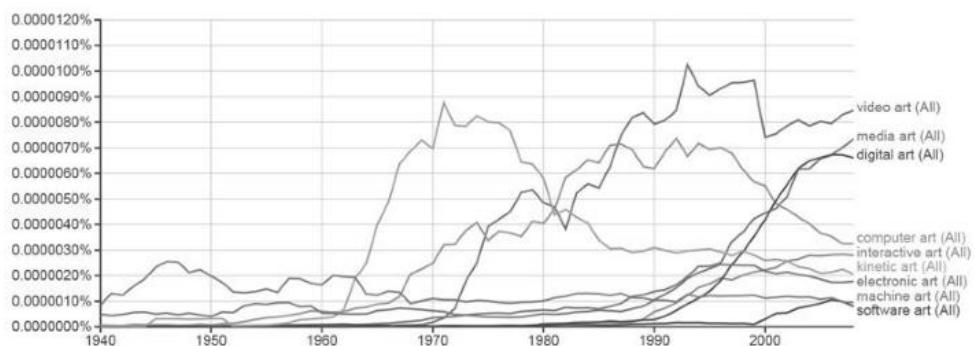


図 2-2-2 1940-2008年の書籍に見る「メディア・アート」関連語句の出現頻度

2-3 様式

2-3-1 初期のコンピュータ・アート

最初のコンピュータ・アート作品は、1952年にアメリカのベン・ラポスキーが、ブラウン管とアナログコンピュータを用いて制作した「Electronic Abstractions」シリーズであるとされる。この頃のコンピュータは、いわゆる汎用コンピュータと呼ばれる大型のもので、プログラムやデータをパンチカードによって読み込ませ、1つの流れのジョブを順次に実行するものであり、リアルタイムでインタラクティブなものではなかった。

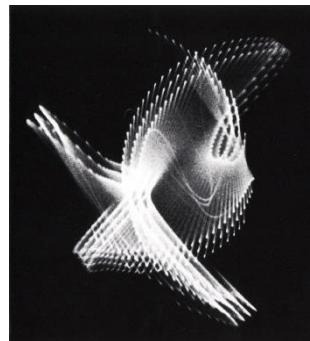


図 2-3-1 ベン・ラポスキー(1952)「Oscillon Number Four」

1960年代半ばになって商用のグラフィックディスプレイ「IBM 2250」が発売され、リアルタイムな描画が可能になった。



図 2-3-2 IBM 2250

2-3-2 メディア・アートの魁

1960年代末のアート&テクノロジーの流れの中で作られていた応答型環境作品は、その後大きな進展を見せるることはなかったが、1970年代末から1980年代にかけて、インタラクティブアートの魁とみなされるアーティストの作品が徐々に展開されていく。

コンピュータ科学者のマイロン・クルーガーは1969年の「Glowflow」において、床の感圧装置によって部屋の音と光が変化する作品を制作していたが、1974年から展開される「Videoplace」において、これをコンピュータと組み合わせた。ビデオカメラによって取り込まれた観客のイメージがコンピュータによって認識され、人工的な映像とサウンドとして反応するものである。

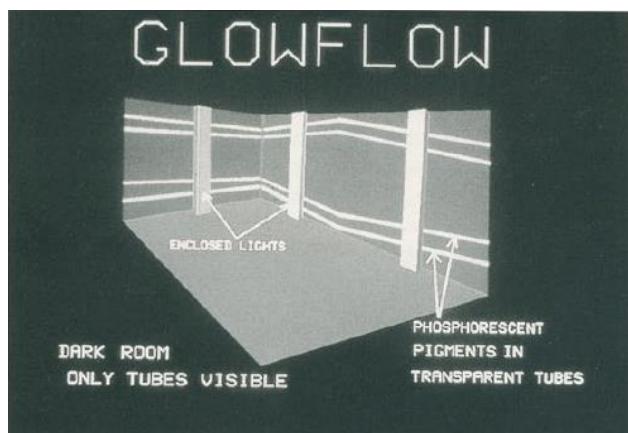


図 2-3-3 マイロン・クルーガー(1969)「Glowflow」

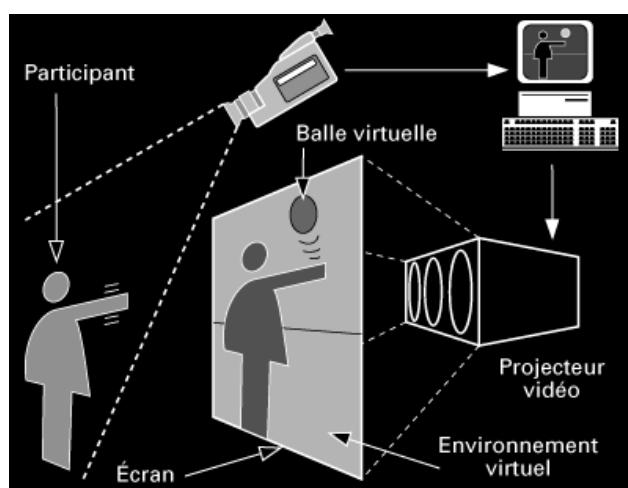


図 2-3-4 マイロン・クルーガー(1974)「Videoplace」

2-3-3 音楽史

メディア・アートの中には、音楽やサウンドを中心に扱う作品が多く見られる。音そのものを空間的・時間的に捉え、視覚的側面も含めて作品の対象とする考え方方が現れ、サウンドインスタレーションのような新しいジャンルを形成していく。

1920年代に入ってアルノルト・シェーンベルクは、オクターブの中の12平均律を一均等に使用することにより、調の束縛を離れようとする「12音技法」を確立した。

更に発展した「トータル・シリエリズム」は、音列の考え方を、音高だけでなく、音価や強弱やアタック、音色などにも厳格に適用し、すべての要素を数列化したもので、オリヴィエ・メシアンの「音価と強度のモード」を皮切りに実現していく。



図 2-3-5 アルノルト・シェーンベルク

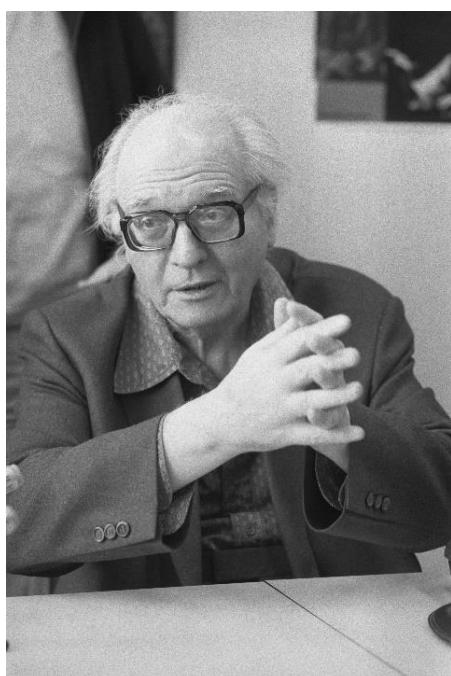


図 2-3-6 オリヴィエ・メシアン

一方フランスでは1950年頃からラジオ局の技師であったピエール・シェフェールは、楽音ではなく、自然や街の中などで録音された音を素材として、編集や電気的・機械的加工によって音楽を作る「ミュージック・コンクレート」が登場する。ミュージック・コンクレートでは、その制作過程上、従来の意味での譜面は存在せず、完成された音楽そのものが作品となる。

こうした新しい形態の音楽は、空間との関わりという点でも注目されるようになる。1958年のブリュッセル万博に際してフィリップス館では建築家ル・コルビュジエと作曲家エドガー・ヴァレーズによる「Poème électronique」という映像、光、サウンド、構造の融合したプロジェクトが展開された。空間をピッチや音量と同様にデザインの対象として制作を行っている。



図2-3-7 ブリュッセル万博「フィリップス館」

一方カナダでは1960年代末、レーモンド・マリー・シェーファーは、「サウンド・スケープ」という概念を提出し、風景には音が欠かせなく、騒音などを含む音環境を音楽の立場から考察し、デザインするという思想を生み出している。

2-3-4 コンピュータ音楽

コンピュータによって作曲を行う研究はすでに 1950 年代なかばから進められており、1980 年代以降、コンピュータも音楽制作のツールとして一般的に用いられるようになった。中でもパリのポンビドゥー・センターに併設された、1976 年設立の IRCAM (フランス国立音響音楽研究所) は、ヨーロッパのコンピュータ音楽の最先端の研究施設として今も実験が続けられており、コンピュータによって音をリアルタイムに処理させるソフトウェア「Max」は、この施設で開発が開始されたものである。



図 2-3-8 IRCAM (フランス国立音響音楽研究所)

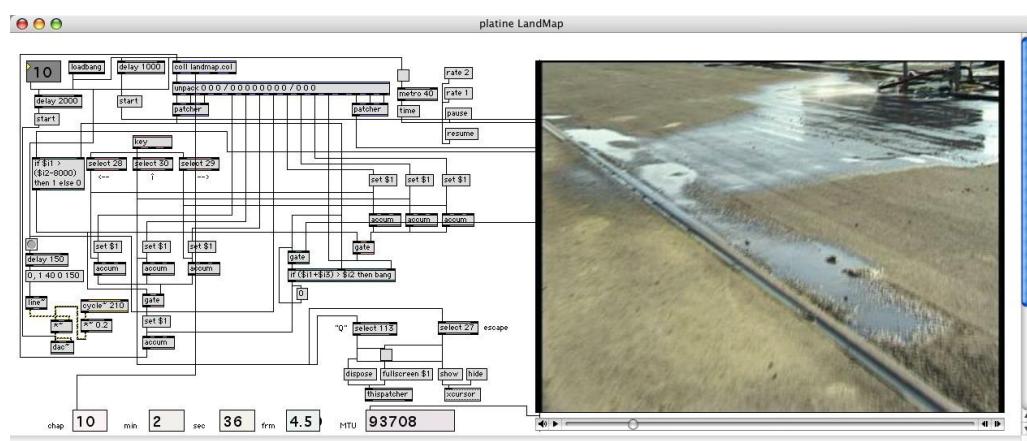


図 2-3-9 Cycling '74 Max

2-3-5 インタラクティビティを備えることの意味

インタラクティブであることの意味の一つは、作品の体験がハイパーメディア的な性格を持っているということである。コンピュータを中心に、文字・画像・音声などを総合的に提示し、インタラクティブな作品にはノンリニアな部分、あるいはプログラムに基づいた関係性を備えた部分があり、ターゲットが何らかのアクションを引き起こすことによって初めて反応する。

もう一つの意味は、体験するうちに作品が最終的に完成されること、すなわち過程としての側面がそこに存在することである。あるいは音楽における「演奏」に近い体験といつても良い。

2-3-6 メディア・アート表現の多様性

オウテカの **Gantz Graf** のビデオは、アレクサンダー・ラターフォードによる作品である。非常に細かく音を四分五裂し視覚化しているが、ビデオの 90%は手によって描かれており、との 10%は自動で製造されている。

この作品は大きな影響を与え、ライブパフォーマンスやビジュアル表現などで使用するデバイスを独自に作成できるプラットフォーム「Max for Live」で用いることのできるデバイス名の由来にもなった。

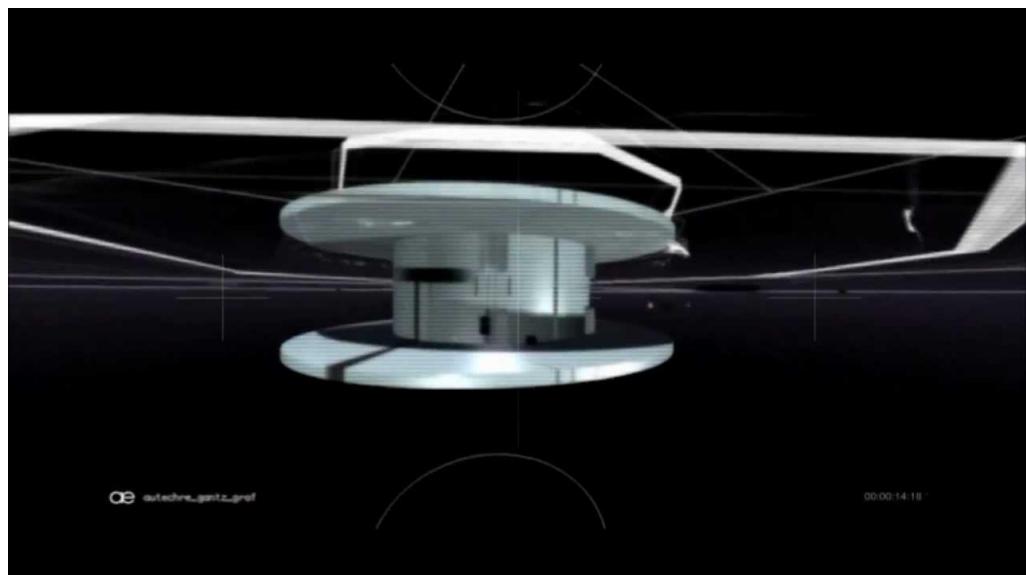


図 2-3-10 アレクサンダー・ラターフォード(2002)「Autechre – Gantz Graf」

ケミカル・ブラザーズの Star Guitar のミュージック・ビデオは、ミシェル・ゴンドリーによる作品である。走る電車の車窓から見える風景と音楽が同期されている。



図 2-3-11 ミシェル・ゴンドリー(2002)「The Chemical Brothers – Star Guitar」

また、音の視覚化を徹底したノーマン・マクラレンの「Synchromy」というビジュアルミュージックフィルムもある。

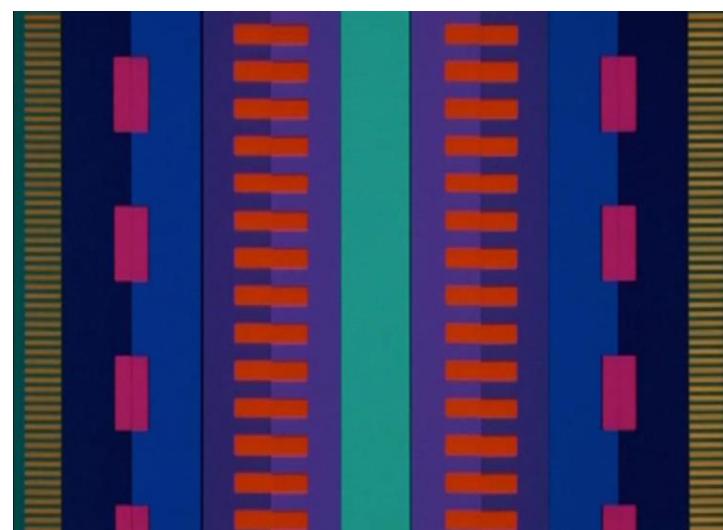


図 2-3-12 ノーマン・マクラレン(1971)「Synchromy」

ミュージシャンの平沢進の「インタラクティブ・ライブ」は、1994年から始めた「ストーリー仕立ての観客参加型」マルチメディア・コンサートである。



図 2-3-13 平沢進(2013)「ノモノスとイミューム」

ステージ上に設置された巨大スクリーンに投影される文字情報や映像によって表現されるストーリーが、ターゲットの意思をリアルタイムに取り込みながら音楽とともに目まぐるしく変化していく。途中に設けられたいいくつかの分岐点では、歓声や光など回を重ねるごとに工夫されたインターフェースを介してターゲットが多数決的に進行方向を選べる。1998年からはインターネットを介して自宅にいながらライブに参加できる「在宅オーディエンス」というシステムも導入している。

2002年には「インタラクティブ・ライブ・ショウ～賢者のプロペラ」が”デジタルコンテンツグランプリ・経済産業大臣賞”を受賞した。

Rhizomatiks の「discrete figures」は、身体表現と数学という行為、それによって生み出された身体と生身の体の関わりについて描いたダンスパフォーマンス作品である。パフォーミング・アーツとしてのダンス表現を、インсталレーションやメディア・アートの視点からのアプローチを取り込んでいる。

2019年10月6日には「discrete figures Special Edition」として、札幌文化芸術劇場 hitaru にて上演された。



図 2-3-14 ELEVENPLAY×Rhizomatiks Research×Kyle McDonald(2018)
「discrete figures」

落合陽一と日本フィルは、「耳で聴かない音楽会」や「交錯する音楽会」を開催した。この演奏会では、音を色と振動に変換して体感するデバイス「サウンドハグ」、「オンテナ」、「ボディソニック」が用意され、曲が進むに連れ微妙に明るさや色彩が変わる。どこまでが楽器で、どこまでが音楽なのか、聴くという行為の多義性、多様性を問う作品である。

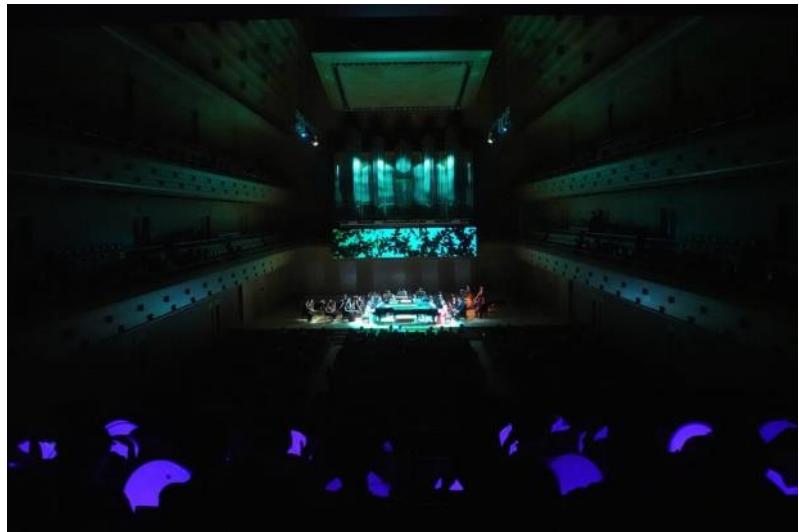


図 2-3-15 落合陽一×日本フィル(2019)「耳で聴かない音楽会」

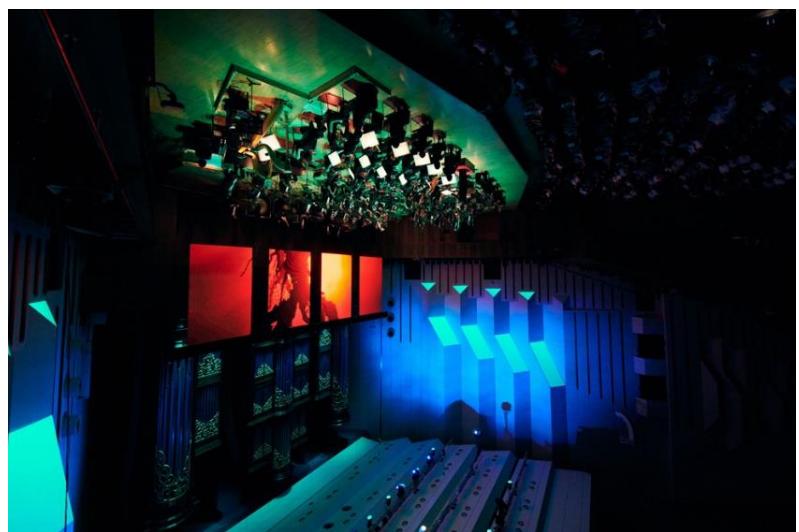


図 2-3-16 落合陽一×日本フィル(2019)「交錯する音楽会」

2-3-7 VJ

VJとは、映像を素材としてDJと同様の振る舞いを行うものを指す。特にこの場合は表現者、操演者などを指し、クラブ、コンサート会場で音楽や雰囲気に合わせてビデオ映像等を流したり、ライブで映像を組み合わせたり、リアルタイムで制作したり、予め作っておいた映像を流したり、その手法は様々である。

VJの成り立ちは古く、1980年代中盤にはステージ演出の手法の一つとして活用され、日本では先駆者の一人として知られる宇川直宏や、田中秀幸が率いるプリントンガなど、これらアーティストが同時多発的にクラブの壁面をビデオ映像で彩っていった。

2000年代前半からプロジェクトによる空間構成やメディア・アートを取り入れたVJなど、そのプレイスタイルが多様に細分化を始めた。

主なVJソフトウェアにはVIDVOX VDMX5、Resolumeなどがある。



図 2-3-17 VIDVOX VDMX5



図 2-3-18 Resolume

2-3-8 音楽プレーヤーとビジュアライザー

映像と音楽の同期においては、ビジュアライザーといった音楽を視覚化させる機能を持つソフトウェアがある。例に、Windows Media Player、iTunes、foobar2000などにその機能がある。

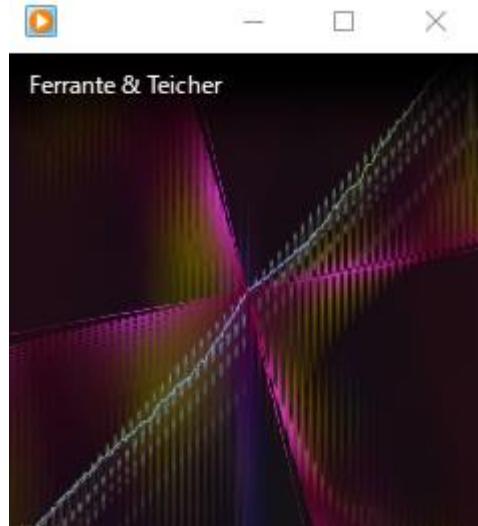


図 2-3-19 Windows Media Player - 視覚エフェクト「アルケミー」

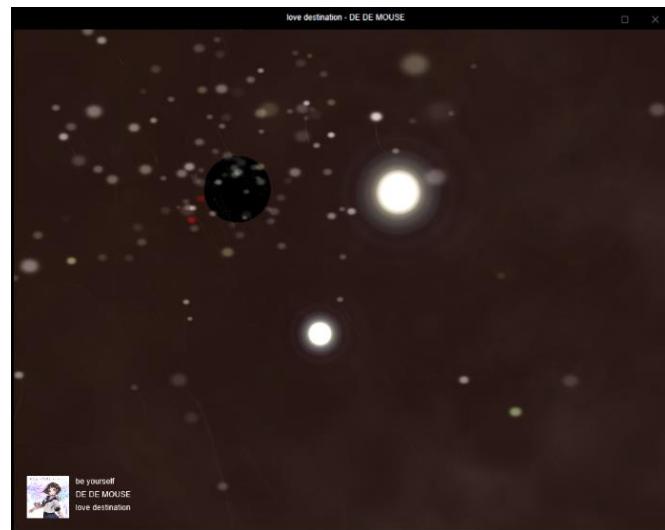


図 2-3-20 iTunes 「iTunes ビジュアライザ」

ビジュアライザーは主に音の周波数などの音響データをもとに、図形要素としてその形状や配色、配置、動きなどの視覚的な変化によって可視化するものである。

オシロスコープは電気信号の波形を観測する装置であり、電位差の周期的変化を波形として画面上に表示する。

通常、画面の水平軸は時間を表し、垂直軸は電圧を表し、周期的な信号の表示に適している。

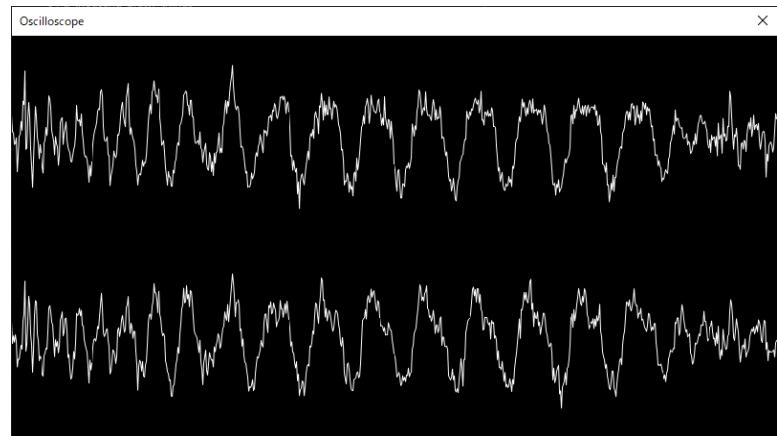


図 2-3-21 foobar2000 – Visualizations 「Oscilloscope」

ピークメーターは信号の大きさを表示するメーターの一種で、信号波形の頂点の最大値を示す。反応速度が速く、ただ速いだけでは動きを目で追えないため、指示値が上がるときには速く、下がるのは遅くすることで読みやすくなっている。

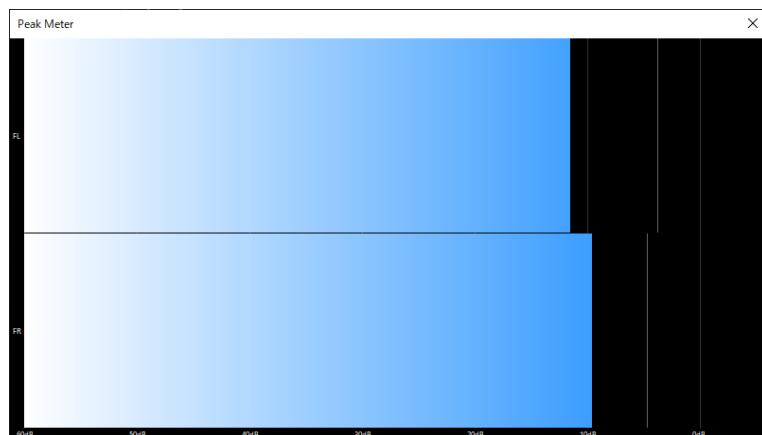


図 2-3-22 foobar2000 – Visualizations 「Peak Meter」

スペクトrogramは、複合信号を窓関数に通して、周波数スペクトルを計算した結果を指す。3次元のグラフ（時間、周波数、信号成分の強さ）で表される。

横軸が時間を表し、縦軸が周波数を表す。そして、各点の明るさや色である時点の周波数での強さを表す。

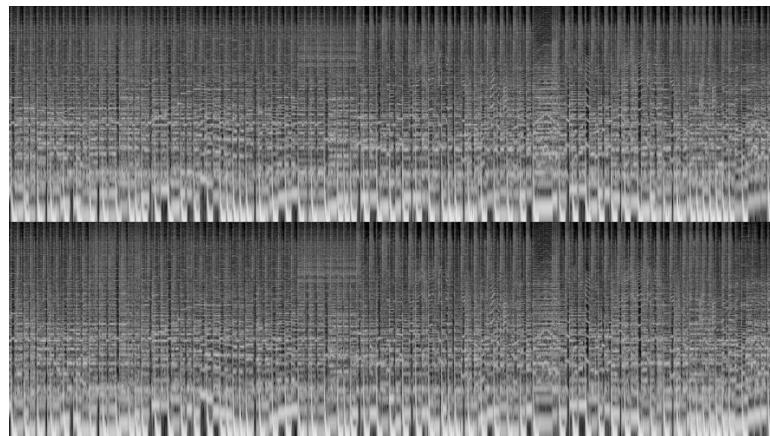


図 2-3-23 foobar2000 – Visualizations 「Spectrogram」

現代音楽では、製作途中にスペクトrogramを使う場合がある。スペクトrogram化した状態で直接周波数や時点を指定して音の強さを変更し、再度元の音に戻す。例に、iZotope RX 7 にその機能がある。

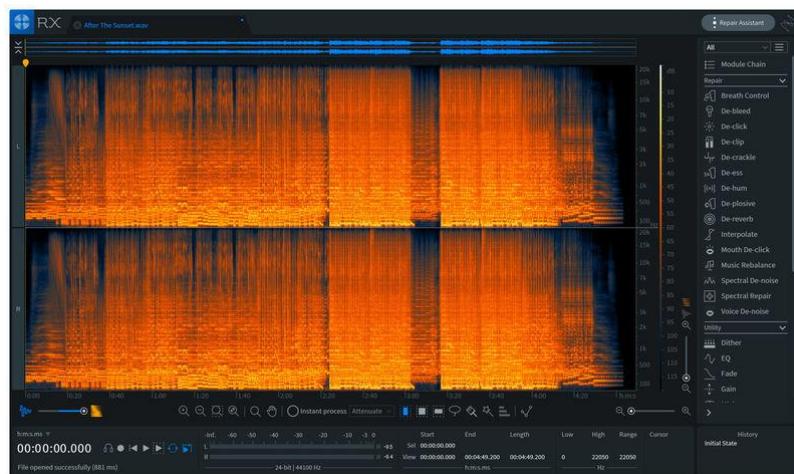


図 2-3-24 iZotope 「RX 7」

スペクトルは、音響を目で見える形に分析し、各正弦波の周波数成分の振幅、または振幅及び位相を複素数によって表したものである。複素数の絶対値がその周波数の正弦波の振幅を表し、偏角が位相を表す。

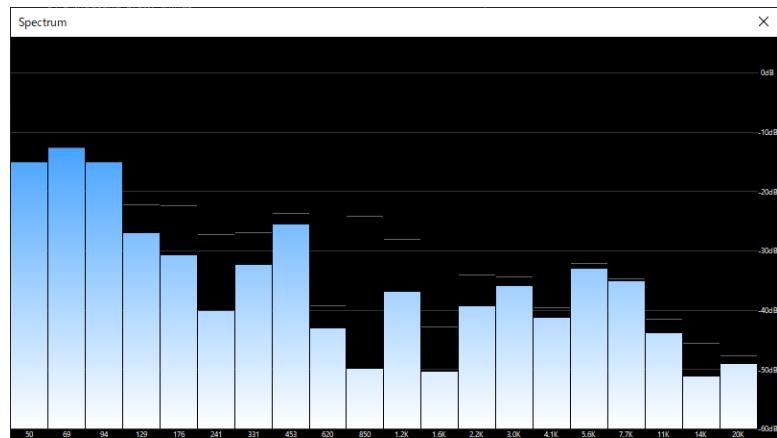


図 2-3-25 foobar2000 – Visualizations 「Spectrum」

VU メーターは音響機器において音量感を指示するための測定器である。人間が耳で聴いたときに感じる音量にはほぼ一致するように定められている。



図 2-3-26 foobar2000 – Visualizations 「VU Meter」

2-3-9 映像によるインсталレーション作品

初期のメディア・アートでは、明るい室内で映像を映し出す場合にはモニタを用いる必要があり、プロジェクションの場合には部屋を暗くする必要があるなどの物理的な制約から、映像インсталレーションに近いかたちを取るもののが多かった。近年では、明るいプロジェクターが開発され、展示の際の自由度が高まっている。

岩井俊雄の「映像装置としてのピアノ – Piano as image media」は実際のピアノに映像を含むインタラクティブな仕掛けを組み込んだ作品である。



図 2-3-27 岩井俊雄(1971)「映像装置としてのピアノ – Piano as image media」

作品は、MIDI ピアノ、プロジェクションスクリーン、トラックボールを備えたインターフェースから構成され、一種の舞台装置的な側面を持つ作品は、ターゲットがその空間に入り込んだという感覚を強くもたらすという点で、一種のバーチャル・リアリティに近いものと言っても良い。

イギリスのミュージシャンであるエイフェックス・ツインは、自身の画像を短時間フーリエ変換し、スペクトログラムとして潜ませた。

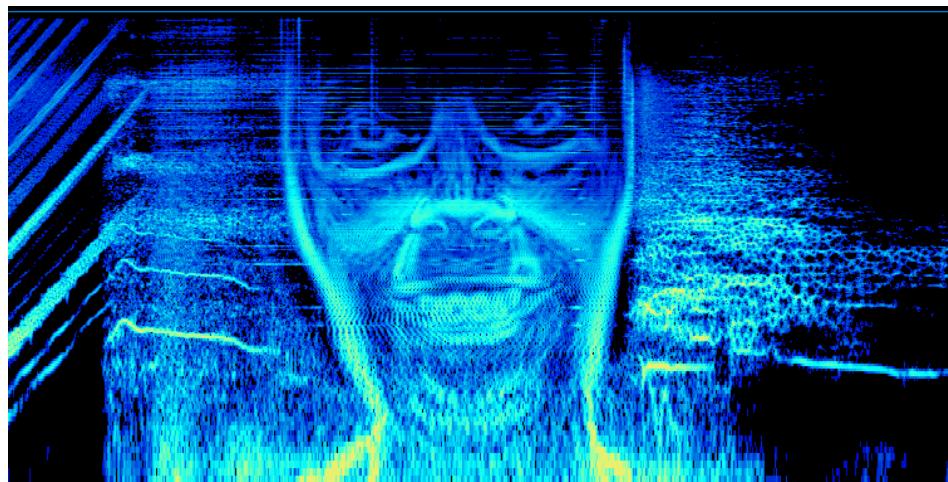


図 2-3-28 エイフェックス・ツイン(1999)「Formula」

2-3-10 トリエンナーレなどの芸術祭

トリエンナーレは、3年に一度開かれる国際美術展覧会のことであり、1990年代以降世界各地で開催されるようになった。日本では「あいちトリエンナーレ」、「ヨコハマトリエンナーレ」、「瀬戸内国際芸術祭」などが行われており、札幌でも開催されている「札幌国際芸術祭」はこれに当たる。

また、小樽では2020年1月11日より、「文化庁メディア芸術祭 小樽展」が開催されるなど、北海道においてもメディア芸術作品についての理解は深まっている。

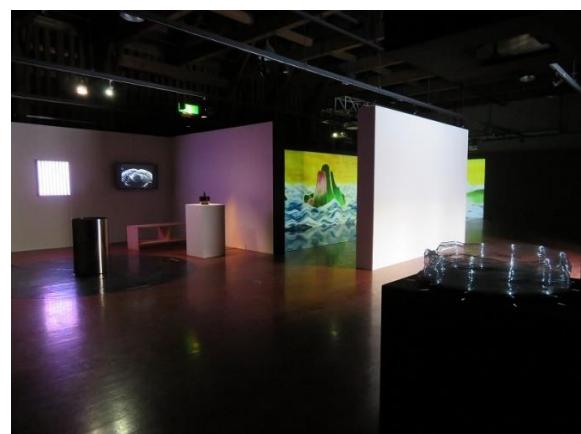


図 2-3-29 文化庁メディア芸術祭 小樽展

2-3-11 身近な媒体による訴求効果

近年、インターネットやスマートフォンの全世界的な普及によって、ICTやIoTの浸透度が高くなっている。それとともに、行動ターゲティング広告やコンテンツ連動型広告など、人の消費行動や趣味趣向、更には体動そのものに合わせたコンテンツの提供という新たなメディアが形成されている。

タクシーの座席の前に備え付けられたタブレット端末は、搭載されたカメラにより、ターゲットの顔を瞬時に推定し、流れる動画広告を変えている。

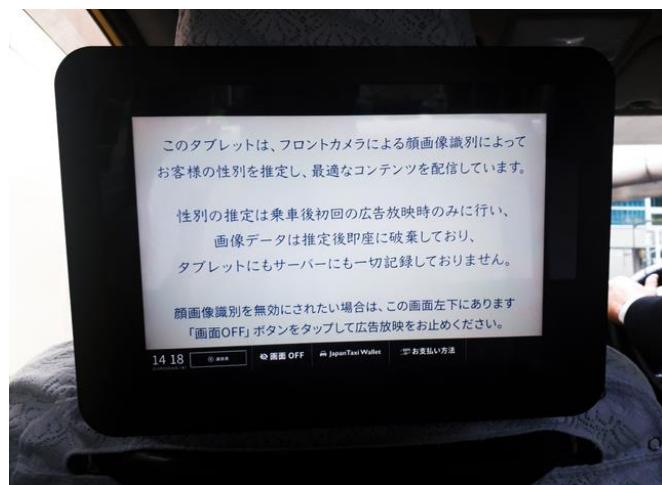


図 2-3-30 タクシー広告

また、ポケモンセンタートウキヨーDX の入り口には、ガラスショウウィンドウをディスプレイとして活用している。



図 2-3-31 ポケモンセンタートウキヨーDX

第3章 研究

3-1 概要・目的

本研究では、音楽と映像の関係を「音楽付き映像型」と捉えることから始めて、目的を「音楽+映像型」の関係についていくことを試みた。ある実験的なシステム構築に関する考察である。

目的はターゲットが出す音をトリガーに、その音によってリアルタイムに映像が変化するインスタレーション作品をプログラミングすることである。

3-2 方法についての理解

3-2-1 ソフトウェアの選定

プログラミングによって表現をするために使う開発環境には大きく、文字でコードを記述する「テキストプログラミング」と、プログラムに必要な要素をグラフィカルにパーツ化し、ドラッグ&ドロップのマウス操作でプログラミングができる「ビジュアルプログラミング」の2つに分けられる。

テキストプログラミングでクリエイティブなアイデアの制作に適すツールの例に、Processing や openFrameworks などがある。

Processing は Java をベースにしたグラフィックに特化したツールである。導入が容易でかつ、文法がとてもシンプルでわかりやすく設計されており、拡張性に富んでおり、オブジェクト指向のプログラム構造を適用できるという特徴がある。

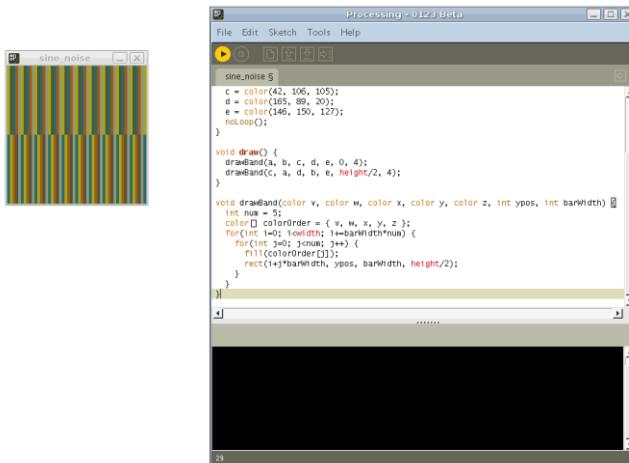


図 3-2-1 Processing

openFrameworks は Processing の文法や基本構造を踏襲した開発環境であるが、ベースとなる言語が Java から C++に変更されており、スピードが重要となるプロジェクトに向いているという特徴を持つ。

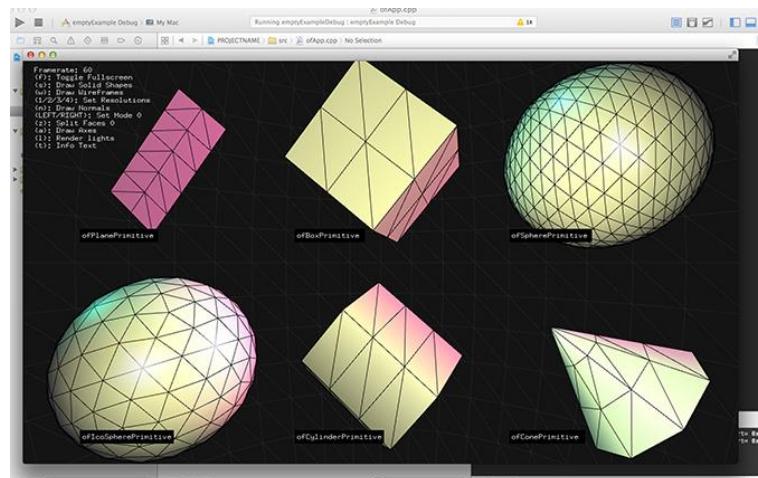


図 3-2-2 openFrameworks

対してビジュアルプログラミングは、すべての過程が視覚化され、直観的に創作できる利点があり、クリエイティブなアイデアの制作により適しているツールと言える。ビジュアルプログラミングツールで最もメジャーな例として、Scratch が挙げられる。

Scratch は 21 世紀を生き抜くために不可欠なスキルである創造的な思考力、論理的な判断力、協調性を楽しく学べるように設計された教育現場向けのツールである。

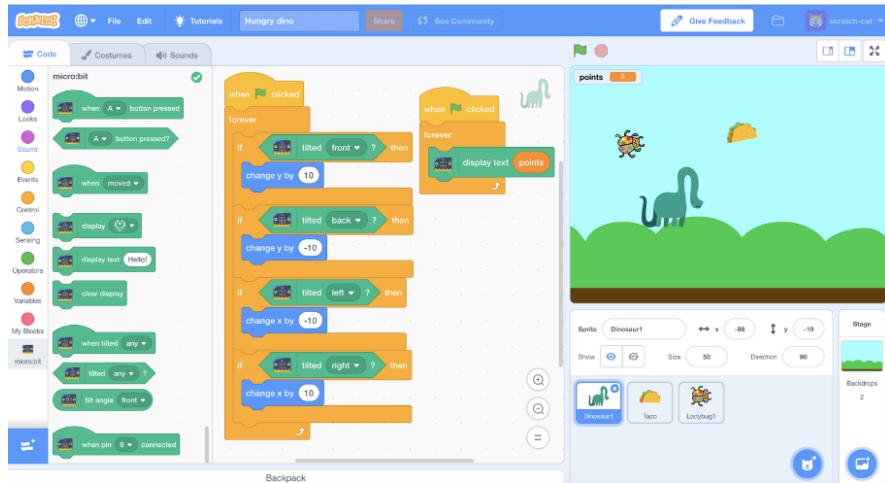


図 3-2-3 Scratch

ビジュアルプログラミングツールの中でも、特にクリエイティブな作品制作に適しているツールの例に、vvvv や Quartz Composer、TouchDesigner などがある。

vvvv は C#をベースにしたビジュアルプログラミングツールであり、複数のコンピュータによる分散コンピューティングやマルチプロジェクトを標準でサポートする。

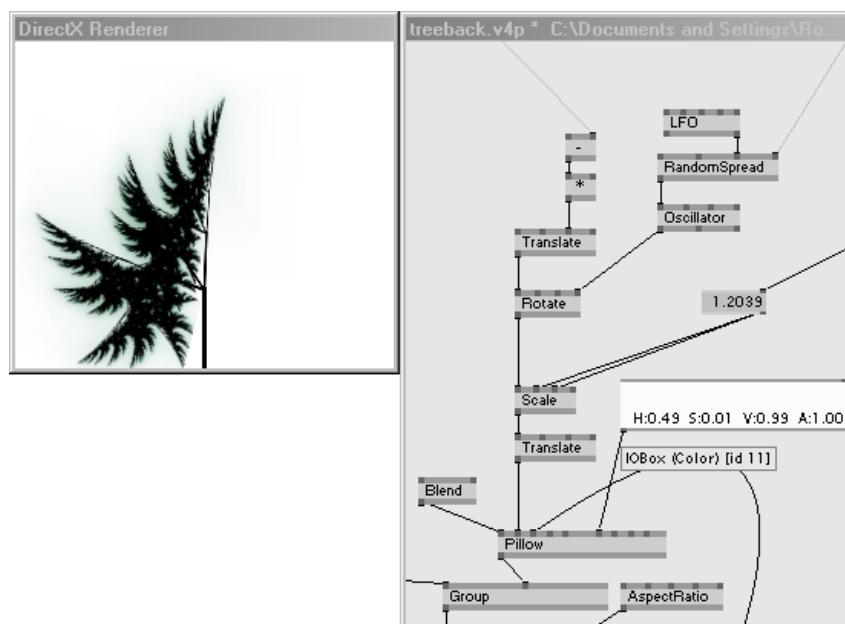


図 3-2-4 vvvv

Quartz Composer は macOS の開発環境の一部として提供されているノードベースのビジュアルプログラミングツールである。

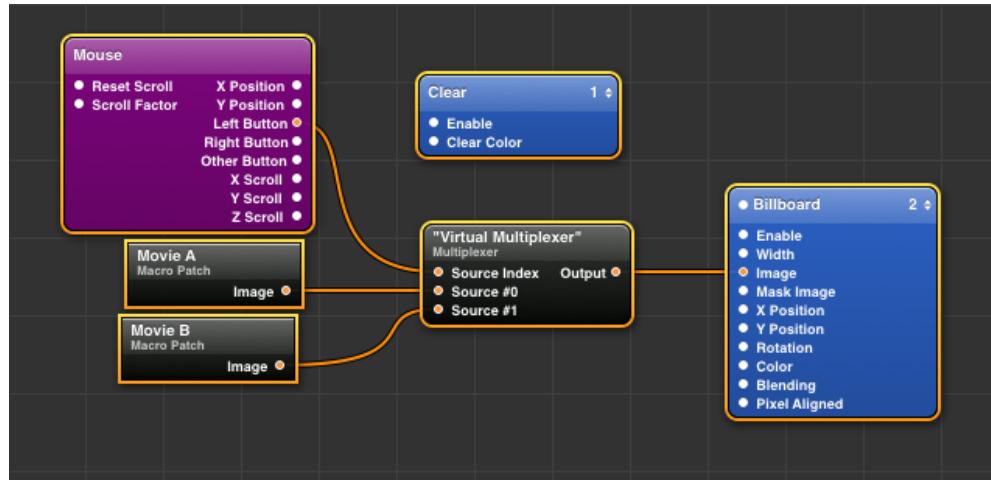


図 3-2-5 Quartz Composer

今回はその中でも「リアルタイム・ビジュアルプログラミング」の考え方により設計された「TouchDesigner」が今回の制作に最も適していると判断し、選出した。

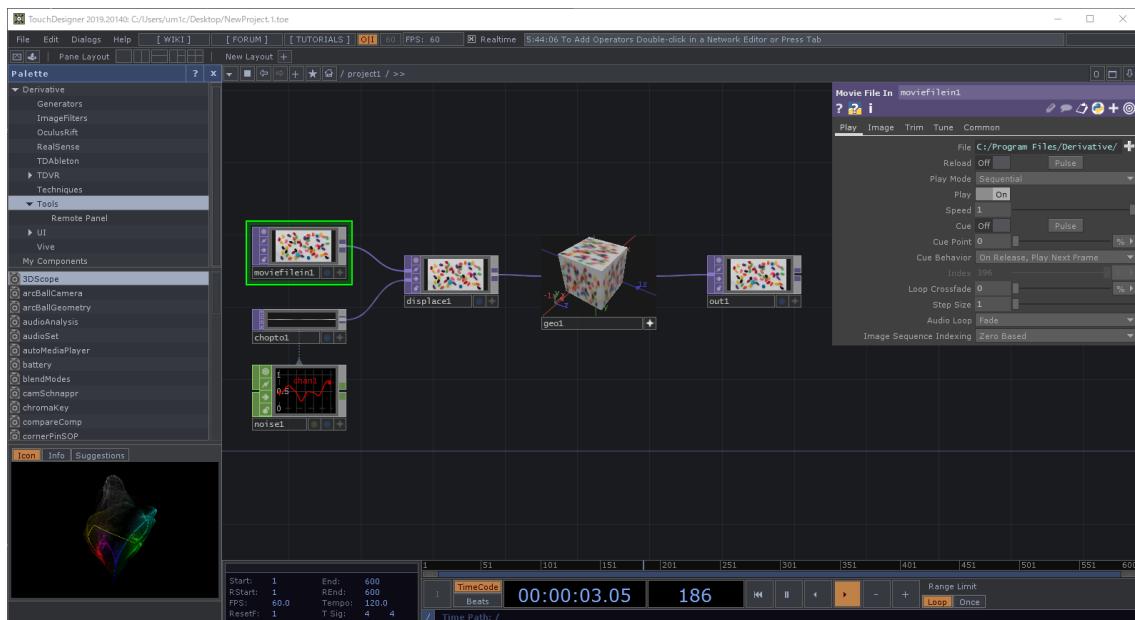


図 3-2-6 TouchDesigner

TouchDesigner は Derivative 社により開発されたビジュアルプログラミングツールであり、リアルタイムにデータを可視化しながらステップ・バイ・ステップで動作し、迅速な検証やトラブルシューティングが可能である。

オペレータに Python や C++といった言語を使い、安定的に動作する。

例にカナダの DJ である deadmau5 のショー「Cube V3」で用いられている。



図 3-2-7 deadmau5(2019) 「Cube V3」

更に、ゲームエンジンである Unity との連携も容易であり、「第 69 回 NHK 紅白歌合戦」では、TouchDesigner の中で前景と背景を同時に再生させて、背景のみ Unity に送信し、カメラの一番奥にその背景の映像が映るようにして、それをカメラで写した結果を TouchDesigner に戻し、前景を加算合成して流す形をとり放映された。



図 3-2-8 株式会社 stu(2019) 「第 69 回 NHK 紅白歌合戦 – シンクシステム」

開発環境は以下の通りである。

<開発環境>

- ・ノートパソコン

Lenovo ThinkPad T450

OS : Windows 10 Home 64bit (1909)

RAM : 12.0 GB

CPU プロセッサ : Intel® Core™ i7-5500U

GPU : NVIDIA GeForce 940M (441.66)



図 3-2-9 Lenovo ThinkPad T450

- ・オーディオ・インターフェース

Steinberg UR22



図 3-2-10 Steinberg UR22

<ソフトウェア>

- Derivative TouchDesigner (2019.20140)
使用言語に C++、Python、GLSL を用いる。



図 3-2-11 Derivative TouchDesigner (2019.20140)

3-3 開発

今回開発する上で、できるだけ最小限のシステム構成でありながらパフォーマンスを保つことができるよう留意した。

また、設営についても、限られたマンパワーであっても十分に作業が行えるものを目指した。

3-3-1 音について

音は空気の振動によって発生し、1秒間に何回振動しているかを表現したものと周波数と呼ぶ。高い音や低い音の違いは周波数の違いで決まり、周波数の高いものほど高い音となる。周波数の単位は Hz で表され、例にテレビやラジオの時報は 440Hz と 880Hz の音を組み合わせて作られている。

人の声の周波数の範囲は概ね 100Hz～1,000Hz であるが、実際に出せる声の範囲は声種で変わる。人が聞くことのできる音の範囲は 20～20,000Hz であり、特に 4,000Hz 周辺は人の耳に最も敏感に感應する周波数帯である。

表 3-3-1 生活の中で聴く音の周波数の目安

250Hz	冷蔵庫から出るノイズ
500Hz	男性の話し声
1,000Hz	女性の話し声
2,000Hz	ソプラノ歌手の歌声
4,000Hz	蝉の鳴き声

今回の制作では人が歩く足音もトリガーの一つにする。足音の周波数を定めるにあたっての参考に「床衝撃音」の測定値を使用することにした。

床衝撃音測定は、1927～1928 年にかけてアメリカ国立標準技術研究所で初めて測定された。

日本音響エンジニアリングは、重量床衝撃音と軽量床衝撃音をマイクロホンで 5 点測定する実験を行い、結果として割り出された中心周波数は 63Hz となっている。

この実験結果を踏まえ、実際に自らの環境でも同じような実験を行ったところ、同等の値が検出されたので、今回足音として抽出する周波数は 63Hz を中心周波数としたものとした。

3-3-2 機材構成について

機材の構成は、できるだけ現地での作業を緩和させるため、無線で接続できる部分は積極的に採用する方針をとることにした。

有線で機材を構成する場合、場所によってはケーブル自体の養生が必要になることや、機材の周りに安全対策を講じる必要があるなど、マンパワーが足りなくなる可能性が高まる。

これらの機材を無線により構成することで、今回の制作や発表ではより蓋然性が高まることが期待される。

例に Bluetooth®を挙げる。Bluetooth は近距離無線通信の規格の一つであり、パソコンやスマートフォンといった情報機器やオーディオ機器などを無線で接続し、機器間で音声やデータを取り取りすることができる。周波数は 2.4GHz 帯を利用している。

Bluetooth の通信距離は製品によって通信範囲が異なってくるが、その距離は 3 つの規格によって分けられている。規格の名称を「Class」と呼び、どのような通信距離で分けられているのかを表にした。

表 3-3-2 Bluetooth の通信距離

規格	最大出力	想定される通信距離
Class1	100mW	およそ 100m 程度
Class2	2.5mW	およそ 10m 程度
Class3	1mW	およそ 1m 程度

この中で最も多くの製品に使われているのが「Class2」となる。したがって、コンピュータから約 10m 以内の範囲に機材が置くことが可能な場合は、この手段は非常に有効だと言える。

また、B 型帯 800MHz の周波数のワイヤレス・システムは、Bluetooth に比べ妨害を受けなければ遠くまで飛ばすことが可能であり、免許を要さなく、音楽に適している帯域で音質が良いとされる。その到達距離は約 30~50m に達し、機材を使用することにより、より作品の可能性や幅が広がることが期待できる。

3-3-3 投影について

作品を投影するには、主にプロジェクターが用いられる。

プロジェクターを大きく分類すると、家庭用プロジェクターとビジネス用プロジェクターの2種類に分けられ、それぞれ特徴が異なる。

家庭用プロジェクターは、映像コンテンツの視聴やゲームでの利用を想定して設計されており、色の再現性など画質を重要視したモデルが多いのが特徴である。

一方、ビジネス用プロジェクターは、オフィスで使用することを想定して設計されている。会議室などで照明をつけたままプレゼンテーションができるように、明るさの高いモデルが多い傾向にある。

プロジェクション・マッピングなど、屋外で投影する場合、明るさと投影距離、解像度を特に確認する必要がある。

プロジェクターの明るさはルーメンという単位で表され、投影距離が長くなればなるほど高いルーメンのプロジェクターが必要になる。更に映し出すものの大きさによっても必要になるルーメンが変わってくる。

表 3-3-3 プロジェクターの明るさによる適切なプロジェクター

1,000 ルーメン以下	モバイルプロジェクターに多く採用されている。 気軽に家庭用プロジェクターを活用したい人向け。
1,000～2,000 ルーメン	家庭用プロジェクターの中で最も主流の明るさ。
3,000～3,400 ルーメン	10名前後の会議、小会議室程度のプレゼンテーションに向いている。
5,000～5,500 ルーメン	30～50名前後の会場、中会議室程度で100インチ以上の大型スクリーンに映像を照射する場合に向いている。
10,000～11,000 ルーメン	プロジェクション・マッピングや大会議室などの広い会場で映像を照射する場合に向いている。

また、正しい投影を行うには、解像度が重要になる。数値が高いほうが高繊細な映像を表示することができる。

TouchDesignerはライセンスの種類により解像度の制限があり、今回使用する Non-Commercial 版は最大解像度が 1280×1280(px)に限定される。

3-3-4 TouchDesignerについて

TouchDesignerは、専門的な知識がなくても手軽に直観的に操作でき、コードを書く必要がない、コンパイル、ビルドの必要がない、そのため、プログラムの作成も高速にできる、リアルタイム、インタラクティブに強い、3DCGが容易に扱える、様々なデバイス、ツールとの連携が容易、という特徴がある。

特に映像に強く、海外ではプロジェクト・マッピングや、インсталレーションでよく使われる。また、非商用利用であれば、無料で使える。

使用する上で、気をつけておかなければならない点があり、1つ目は実行ファイルの書き出しができないことである。動作するコンピュータには、TouchDesignerのアプリケーションとプログラムファイルが必要になる。

2つ目は、スマートフォンと通信することは可能だが、アプリケーションを作ることができないということである。

制作は、複数のオペレータをつなぐことによって行われる。オペレータは6種類の属性があり、プログラムの下地を作るCOMP(Component)、2D画像処理をするTOP(Texture Operator)、数値として処理できるものや、デバイスからの信号を数値化して入出力するCHOP(Channel Operator)、プリミティブなオブジェクト、BoxやSphereなどの3D処理をするSOP(Surface Operator)、オブジェクトをどのように描画するかなどのレンダリングに関連するMAT(Material)とデータベース関連や外部デバイスとのやり取りが可能となるDAT(Data)がある。

基本的に、同じカテゴリのものは左から右につなげることが可能である。

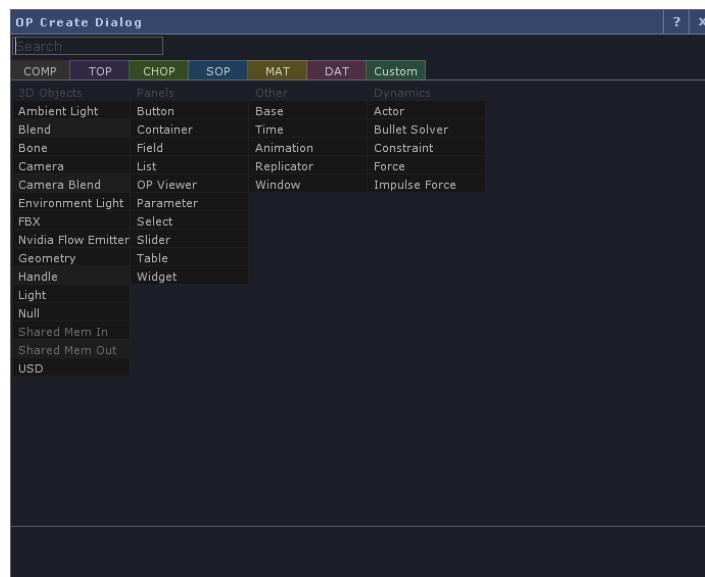


図 3-3-4 COMP オペレータ ウィンドウ

OP Create Dialog				
COMP	TOP	CHOP	SOP	MAT
DAT	Custom			
Add	Edge	Movie File Out	Render	Texture 3D
Analyze	Emboss	Multiply	Render Pass	Threshold
Anti Alias	Feedback	NDI In	Render Select	Tile
Blob Track	Fit	NDI Out	Reorder	Time Machine
Blur	Flip	Noise	Resolution	Touch In
Cache	GLSL	Normal Map	RGB Key	Touch Out
Cache Select	GLSL Multi	Notch	RGB to HSV	Transform
Channel Mix	HSV Adjust	Null	Scalable Display	Under
CHOP to	HSV to RGB	Nvidia Flow	Screen	Video Device In
Chroma Key	Import Select	Oculus Rift	Screen Grab	Video Device Out
Circle	In	OP Viewer	Select	Video Stream In
Composite	Inside	OpenColorIO	Shared Mem In	Video Stream Out
Constant	Kinect	OpenVR	Shared Mem Out	Vioso
Convolve	Layout	Out	Slope	Web Render
Corner Pin	Leap Motion	Outside	SSAO	ZED
CPlusPlus	Level	Over	Stype	
Crop	Lookup	Pack	Substance	
Cross	Luma Blur	Photoshop In	Substance Select	
Cube Map	Luma Level	PreFilter Map	Subtract	
Depth	Math	Projection	SVG	
Difference	Matte	Ramp	Switch	
DirectX In	Mirror	RealSense	Syphon Spout In	
DirectX Out	Monochrome	Rectangle	Syphon Spout Out	
Displace	Movie File In	Remap	Text	

図 3-3-5 TOP オペレータ ウィンドウ

OP Create Dialog					
COMP	TOP	CHOP	SOP	MAT	DAT
Custom					
Ableton Link	Clip Blender	Function	Logic	Pattern	Sort
Analyze	Clock	Gesture	Lookup	Perform	Speed
Angle	Composite	Handle	LTC In	Pipe In	Splice
Attribute	Constant	Helios DAC	LTC Out	Pipe Out	Spring
Audio Band EQ	Copy	Hog	Math	PosiStageNet	Stretch
Audio Device In	Count	Hokuyo	Merge	Pulse	Stype
Audio Device Out	CPlusPlus	Hold	MIDI In	RealSense	Switch
Audio Dynamics	Cross	Import Select	MIDI In Map	Record	Sync In
Audio File In	Cycle	In	MIDI Out	Rename	Sync Out
Audio Filter	DAT to	Info	Mouse In	Render Pick	Tablet
Audio Movie	Delay	Interpolate	Mouse Out	Reorder	Time Slice
Audio NDI	Delete	Inverse Curve	NatNet In	Replace	Timeline
Audio Oscillator	DMX In	Inverse Kin	Noise	Resample	Timer
Audio Para EQ	DMX Out	Join	Null	S Curve	TOP to
Audio Play	Envelope	Joystick	Object	Script	Touch In
Audio Render	EtherDream	Keyboard In	Oculus Audio	Select	Touch Out
Audio Spectrum	Event	Keyframe	Oculus Rift	Sequencer	Trail
Audio Stream In	Expression	Kinect	OpenVR	Serial	Transform
Audio Stream Out	Extend	Lag	OSC In	Shared Mem In	Trigger
Beat	Fan	Laser	OSC Out	Shared Mem Out	Trim
BlackTrax	Feedback	Leap Motion	Out	Shift	Warp
Blend	File In	Leuze ROD4	Override	Shuffle	Wave
Bullet Solver	File Out	LFO	Panel	Slope	ZED
Clip	Filter	Limit	Parameter	SOP to	

図 3-3-6 CHOP オペレータ ウィンドウ



図 3-3-7 SOP オペレータ ウィンドウ

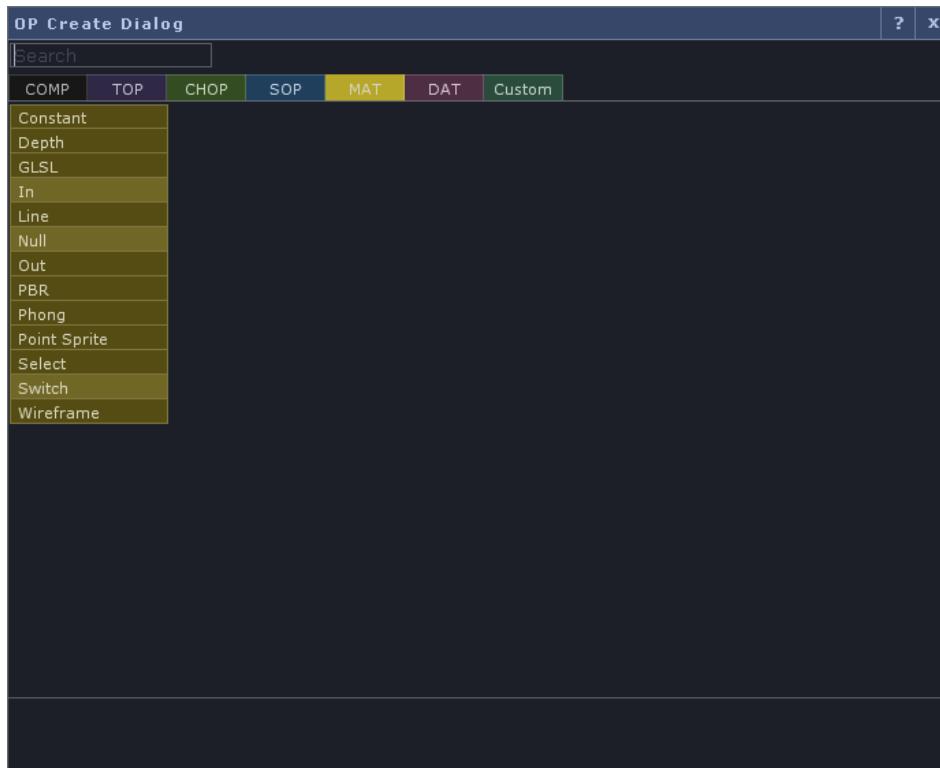


図 3-3-8 MAT オペレータ ウィンドウ

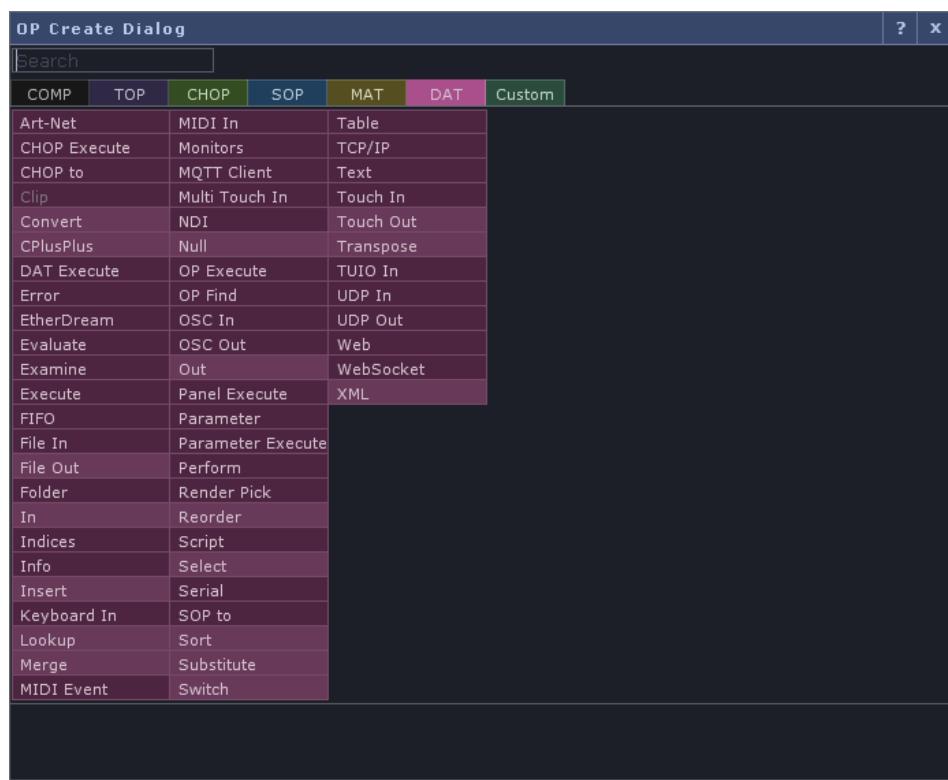


図 3-3-9 DAT オペレータ ウィンドウ

第4章 作品制作

4-1 コンセプトとテーマ

作品は北海道科学大学「キャンパス・イルミネーション」のイベント会期中に大学構内の雪面に建物内から投影することを想定した上で制作を行う。

作品としての最終的な出力映像は、音に合わせて波のような映像を生成し、人の足音のタイミングに合わせて一瞬止まったようなエフェクトがかかるようにする。

4-2 準備

イベント内で作品を投影するにあたり、作品発表のための企画書を作成し、地域連携・広報課の方々に提案を行ったところ、全面的な協力を得ることができた。

本学キャンパス内の最も適した投影位置を決定するため、同課の方々と一緒に学内を視察した。

2019年11月20日に提案を行った後に3回の会議を経て、A棟正面玄関付近、本学バス停付近、図書館前付近、E棟正面玄関横付近の4箇所ほどに投射面の候補を絞り込み、最終的にキャンパス・イルミネーションの主であるオブジェなどの飾りに影響がなく、ある程度の人通りがあるE棟正面玄関横付近を選定した。

更に、投射面に対しての投射位置をE棟3階マルチメディアスタジオ(E301)とし、この位置より的確に投射できるプロジェクターを同課より長期間貸与してもらえることとなった。

実際に使用した企画書は付録として添付する。

本番に向けて全3回のテストを行い、トライ＆エラーを繰り返しながら投射のためのシステムを設計した。

1回目は、プロジェクターからの投射方法を試した。プロジェクターの設定を、今回の環境に適したものに切り替えた。

2回目は、音の入力方法を試した。マイクとオーディオ・インターフェースをケーブルで繋ぐ場合に、扉などが障がいとなり、理想のシステムを設計できないことが判明した。そこで、ケーブルレスとなるBluetoothによるワイヤレス・システムにて接続を試みるも、出力範囲に限界があり、今回の環境には適していないことがわかつた。より出力範囲の広いワイヤレス・システムを採用することとした。

3回目は、マイクの代わりとなる音声入力も検討するために、弦楽器による演奏を試した。想像以上に、安定した音声を入力することができ、システムの反応度も良かつた。

システム設計を終えた後に、この環境に適したインタラクティブ・コンテンツとなるように、2週間ほどに渡りカスタマイズを繰り返した。

また、同課の協力により、概要を本学ホームページのトピックスに掲載して頂いた。

ENGLISH »

受験情報サイト 交通アクセス サイトマップ お問い合わせ

北海道科学大学
北海道科学大学短期大学部
+Professional

受験生の方 保護者の方 企業・一般の方 卒業生の方 在学生の方 教職員の方

大学総合案内 学部・学科 大学院 受験情報 キャンパスライフ 就職情報 図書館・情報施設 産学・地域連携 研究所

NEWS TOPICS

北海道科学大学の最新情報をお知らせ！

本学メディアデザイン学科の学生によるインタラクティブコンテンツを投影します

2019年12月23日

2019年12月24日(火)、本学メディアデザイン学科4年の村瀬 崑介さんが制作したインタラクティブコンテンツをE棟正面にあるイルミネーションツリー横の地面に投影します。



この企画は、「HUSキャンパスイルミネーション2019」を盛り上げようと企画提案があり、実現しました。

TouchDesignerというプログラムを使用し、ワイヤレスマイクから拾った音にあわせてプロジェクトターから投影される映像が変化する空間演出です。

投影された映像近くのマイ克に向かって、声や足音・拍手などの音を出すことで、投影されている映像が変化します。

また、E棟1階ホールでは、メディアデザイン学科の学生が制作したショートフィルムの上映も予定しております。

クリスマスイブを素敵に演出してくれるイベントとなっておりますので、是非この機会に本学学生が制作した作品をご覧ください。

<イベントスケジュール>

2019年12月24日(火)

16:30~19:00 インタラクティブコンテンツ(E棟正面イルミネーション横)

17:00~17:30 ショートフィルム(E棟1階ホール)

17:30~18:00 音楽プログラム(E棟正面イルミネーション横)

興味を持ったら…

CHECK!



メディアデザイン学科 [HUSキャンパスイルミネーション2019](#)



[一覧へ戻る](#)

[印刷](#)

NEWS TOPICS

ニュース&トピックス

カテゴリ別

- 全記事
- お知らせ
- 地域・産学連携
- 学生関係
- 教員関係
- 旧北海道薬科大学
- 私立大学研究ブランディング事業
- 北海道科学大学図書館
- 機械工学科
- 情報工学科
- 電気電子工学科
- 建築学科
- 都市環境学科
- 薬学科
- 看護学科
- 理学療法学科
- 義肢装具学科
- 臨床工学科
- 診療放射線学科
- メディアデザイン学科
- 人間社会学科
- 自動車工学科

アーカイブ

- 2019年
- 2018年
- 2017年
- 2016年
- 2015年
- 2014年
- 2013年
- 2012年
- 2011年
- 2010年

図 4-2-1 本学ホームページに掲載されたニュース

4-3 制作フロー

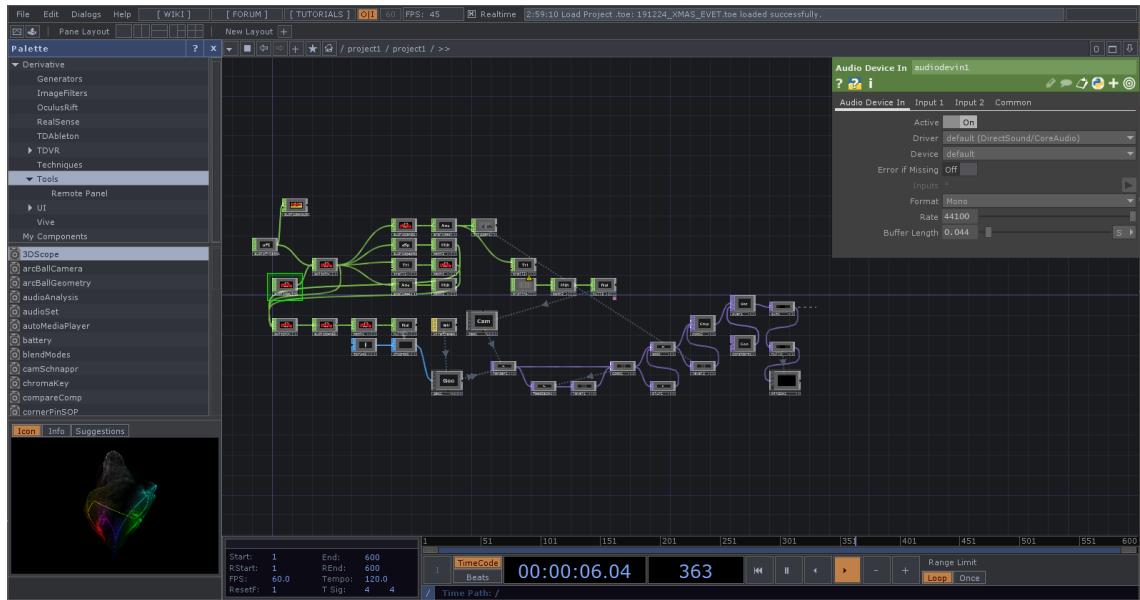


図 4-3-1 プログラムの全体図

オーディオビジュアライズのプログラムの全体は、音を解析するパート、音を 3DCG に変換してレンダリングするパート、レンダリングした波模様の映像にエフェクトを掛けていくパートの 3 つのセクション構成で組む。

「Audio Device In CHOP」を使ってサウンドデバイスから音の入力を得る。音楽プログラムの際は別のコンピュータから出力された音をマイクで集音し、波形を表示させる想定の構成だが、万が一不具合が発生し音が流れなくなってしまった予防策として、「Audio File In CHOP」を用意し、音楽プログラムで使用するファイルを読み込ませ、その場合に限り「Audio Device Out CHOP」で音声が出力されるようにした。

また、音声と映像の入出力にできるだけ遅延を生じさせないために、バッファーの長さを表す Buffer Length の値は安定して動作する最小値を取る。今回は 0.044(s)を使った。

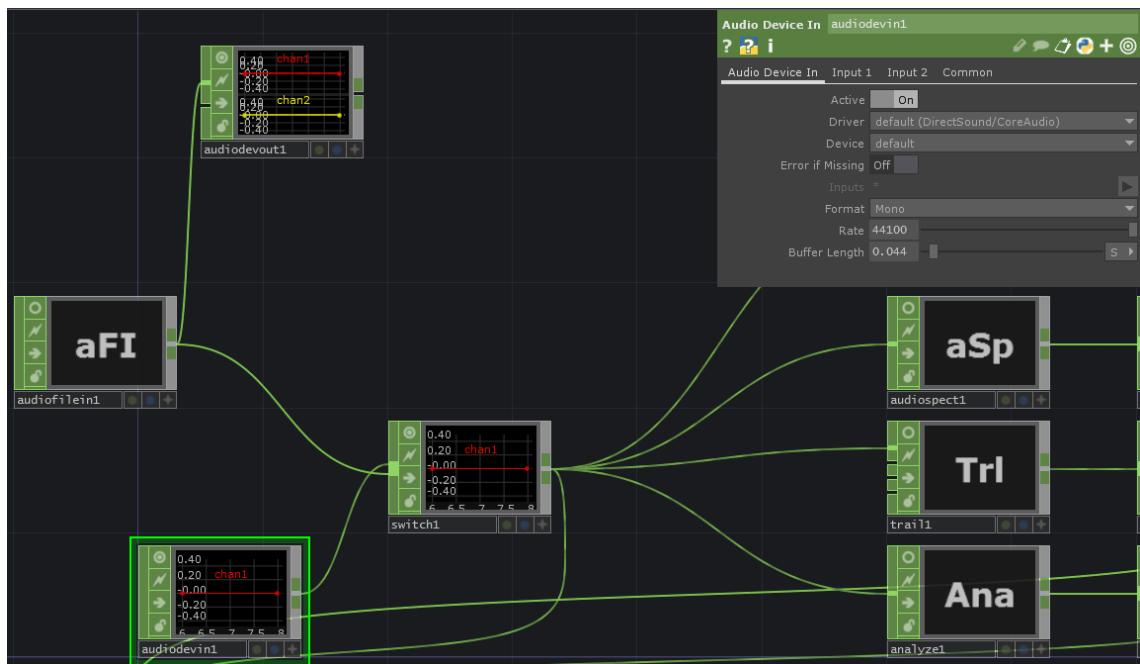


図 4-3-2 Audio Device In・Out/Audio File In/Switch の構成

次に音声を解析し可視化する。解析には主に「Trail CHOP」と「Analyze CHOP」を使う。

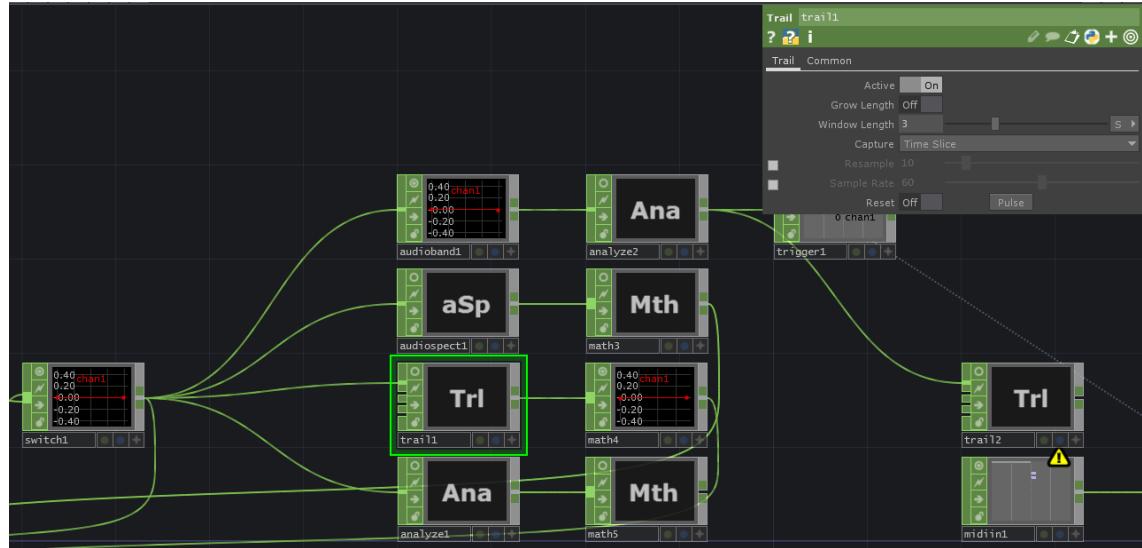


図 4-3-3 Switch 以降の構成

Analyze CHOP は、入力された CHOP データを解析し、別の値に変換してくれるオペレータである。また、Trail CHOP は、入力された CHOP データの時間変化を表現するオペレータである。1 フレーム毎に可視化されていくため、音声変形の特徴やボリューム全体をこのオペレータを用い把握する。ここで、音源を数値として扱えるようにする。

次に入力した音声波形を波模様にするプログラムを制作する。「Torus SOP」、「CHOP To SOP」、「Geometry COMP」の順で接続し、Geometry COMP をレンダリングしていく。



図 4-3-4 音声データを 3DCG に変換するパート

CHOP To SOP は、CHOP の値を使ってポイントの位置アトリビュートに変換し、SOP の持つ情報を操作できるオペレータである。入力の CHOP から得られる値を CHOP To SOP の channel につなげることで、3D モデルの頂点座標位置や色などを自由に操作できる。

Torus SOP の頂点の Y 座標 P(1)が CHOP To SOP で CHOP データに変換され、それを Null CHOP が chan1 の値で変化できる仕組みになる。

この仕組みにより、音の波形と同じ形の 3D モデルを作り出すことができる。

一般的にはここでは Grid SOP というグリッドジオメトリを生成することが多いが、円環面にすることにより予測不可能な結果が生成されることがわかり、採用に至った。

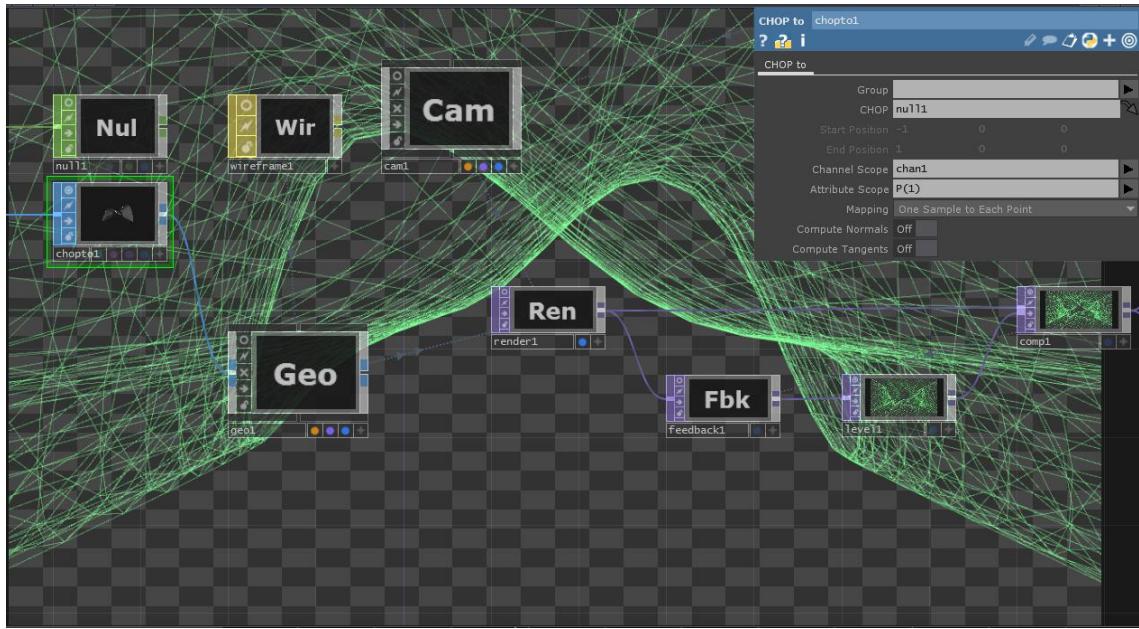


図 4-3-5 接続後の実行結果

次にフィードバックエフェクトを制作していく。「Feedback TOP」を用いてレンダリングした波の画像に全フレームの映像を薄く残していくエフェクトを加えていく。

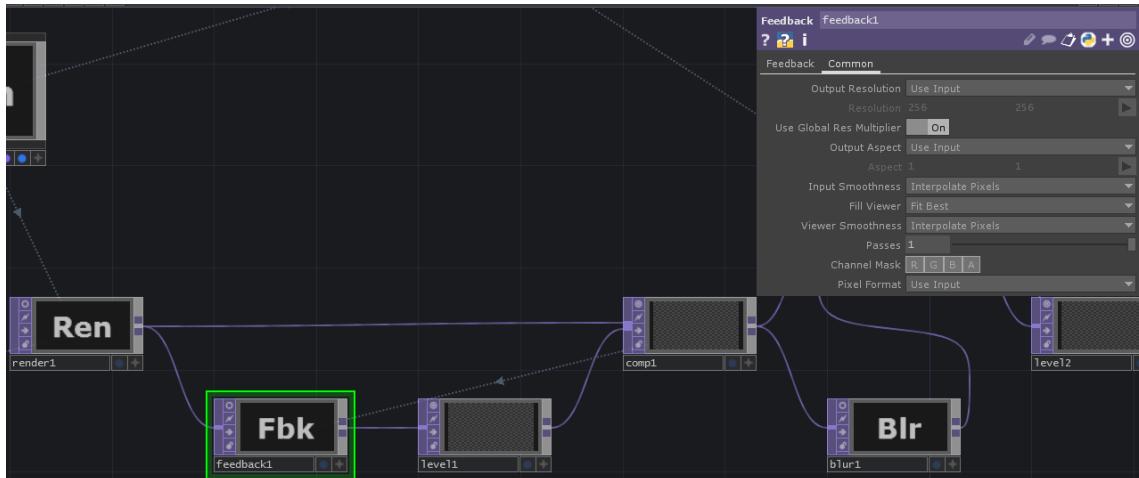


図 4-3-6 Feedback TOP を用いて Render TOP 以後にフィードバックをかける

フィードバックをかけるためには、オペレータをループして接続する必要がある。

まず Render TOP の次に Feedback TOP をつなぐ。次に複数のレイヤーを合成する Composite TOP を作成し、Render TOP と Feedback TOP をつなぐ。この際 Composite TOP のパラメータ Operation を Over に設定すると入力画像がレイヤーとして重なる。Render TOP と Feedback TOP はともにレンダリングされた波模様を上書きし、残像が出来上がる。

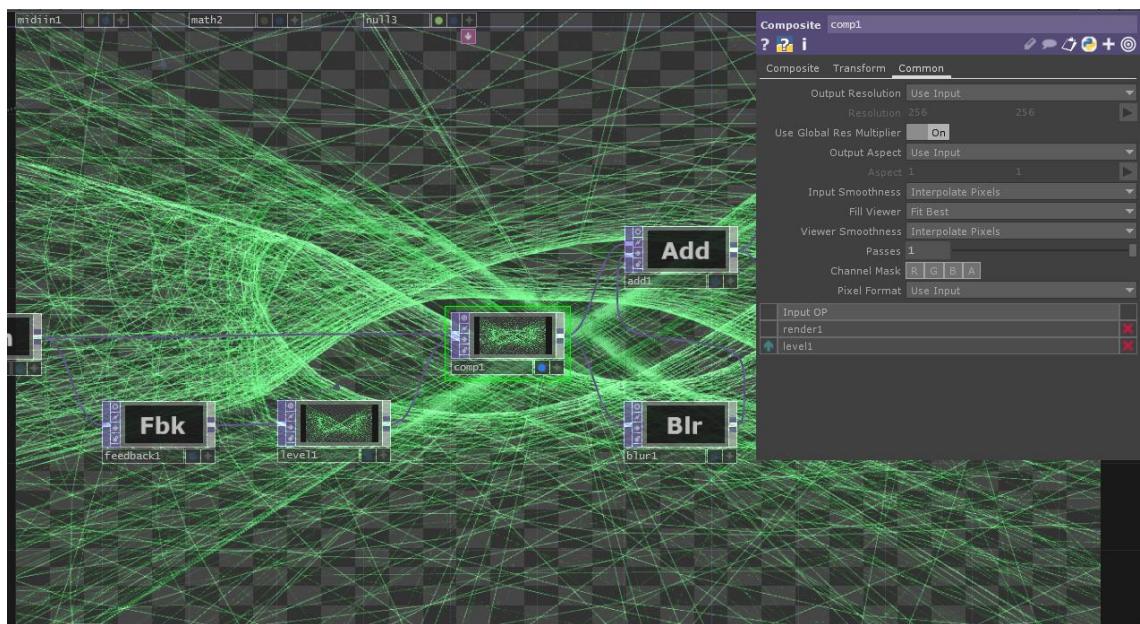


図 4-3-7 Composite TOP 後の実行結果

次に Feedback TOP と Composite TOP の間に「Level TOP」を追加する。Level TOP は入力画像の明るさやガンマなどのレベル調整が行えるオペレータである。Opacity で画像の透明度を操作することができる。

そして音を解析して足音のタイミングを取り出し、それを Level TOP の Opacity に動的に割り当てる。こうすることで、足音のタイミングで画面全体が変化しシンクロする。

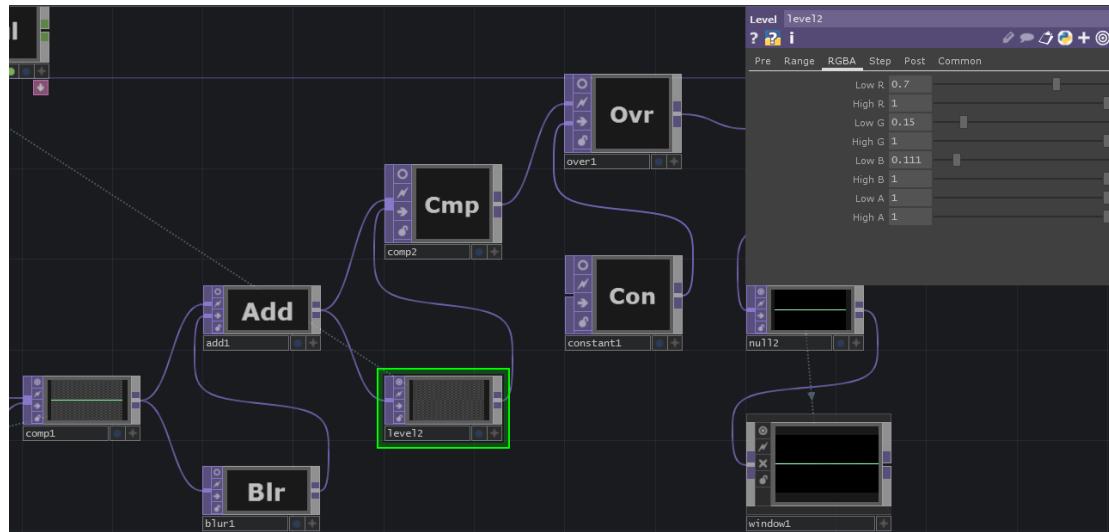


図 4-3-8 Level TOP の構成

「Audio Band EQ CHOP」は任意の領域のレベルを調整することができるオペレータである。ここでは足音のタイミングを取り出すため、高音域を削り、63Hz 付近を增幅させる。

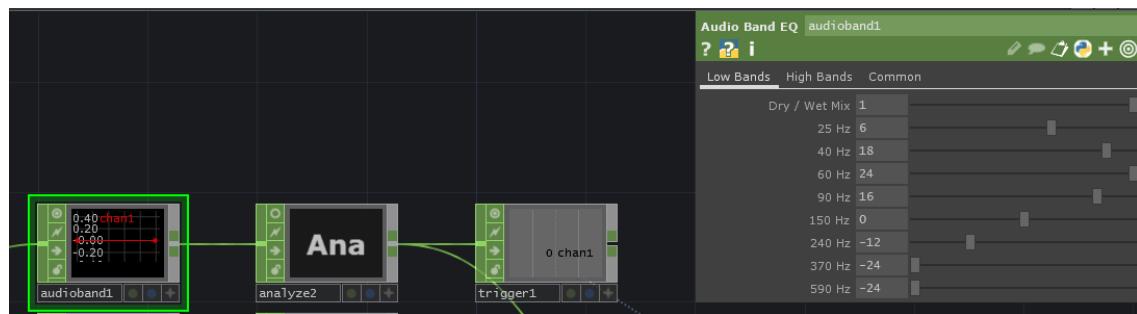


図 4-3-9 Audio Band EQ CHOP の構成

次に Analyze CHOP を接続し、Function パラメータを RMS Power にする。これによって入力波形を音圧のレベルに変更する。

RMS は信号の大きさの測り方の一つで、時間とともに変化する信号の実行的な大きさを示す値のことです。

更に「Trigger CHOP」を接続する。Trigger CHOP は、推定値を超えたトリガー発生時に「時間変化する値」を出力するオペレータである。

足音のタイミングでトリガーをさせるためには足音が一定以上の音圧になった際にトリガーするよう Trigger Threshold を設定すればよいが、Analyze CHOP の値は常に動いており、タイミングがどこかわからない問題が生じる。

これらを解消するために Trail CHOP を活用し、時間変化を見る。

Trail CHOP の値を見ながら音をモニターすると、足音のタイミングに合わせて数値のピークがあることがわかる。今回は 0.1あたりにピークがあると見られ、これを受けて Trigger CHOP の Trigger Threshold を 0.1 と設定する。

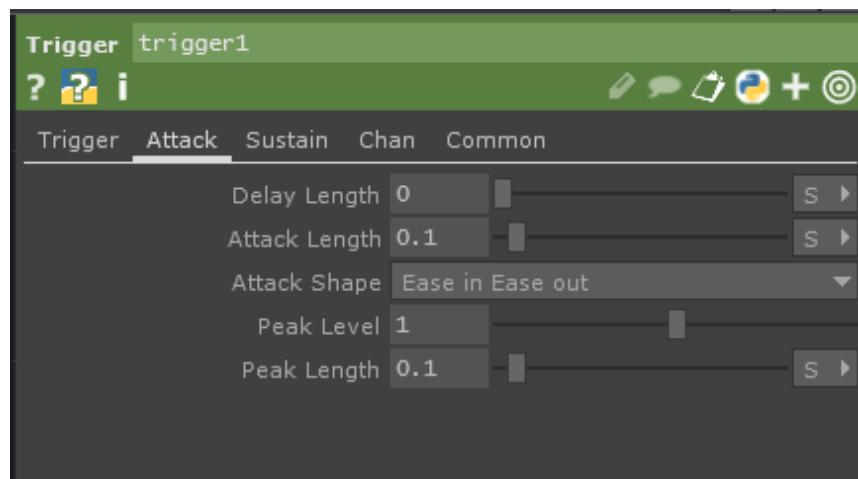


図 4-3-10 Trigger CHOP の Attack の設定

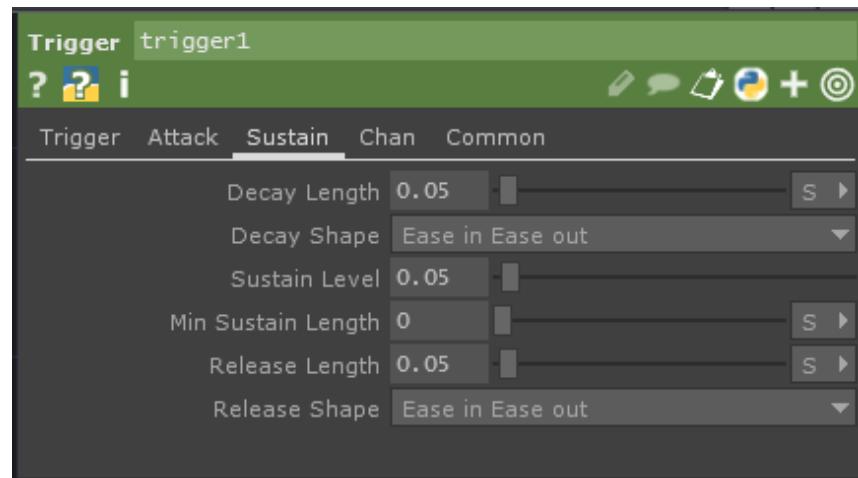


図 4-3-11 Trigger CHOP の Sustain の設定

次に Trigger CHOP のチャンネルを Level TOP の Opacity にエクスポートする。これで足音のタイミングにシンクロし、画面全体が赤く変化し、フィードバックしていくというエフェクトが実装される。

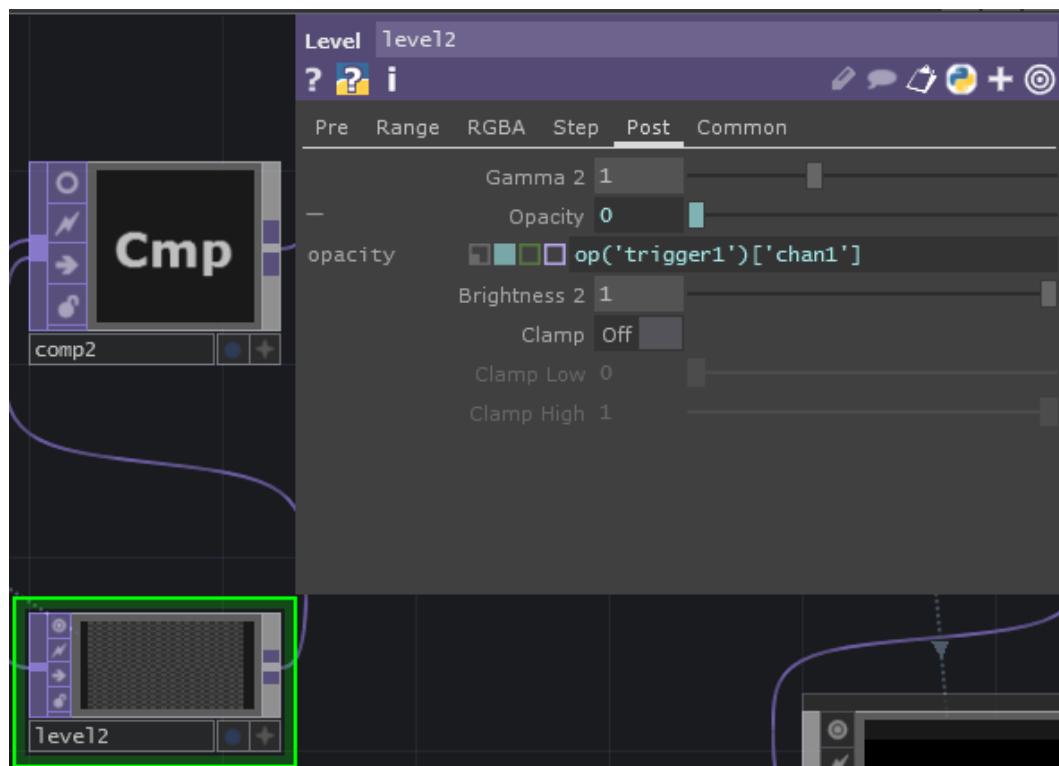


図 4-3-12 Level TOP の Opacity に Trigger CHOP を入力

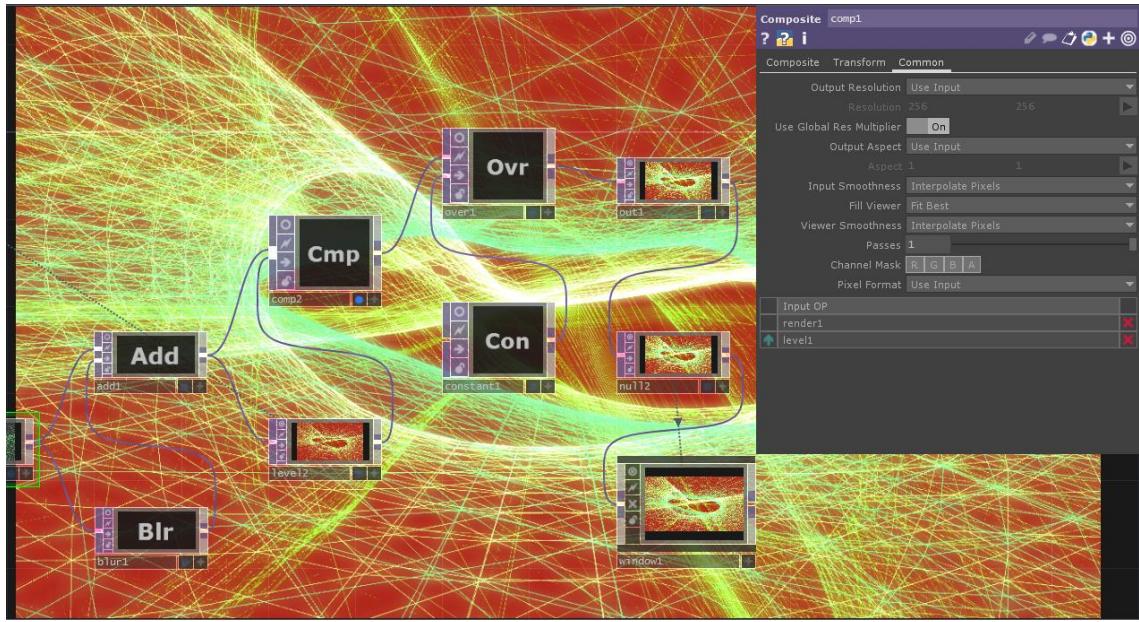


図 4-3-13 足音のタイミングにシンクロしている実行結果

次にグローエフェクトを実装する。「Add TOP」と「Blur TOP」を使用する。

Add TOP は 2 つの入力映像を足し合わせ、Blur TOP は入力映像をぼやけさせるオペレータである。Add TOP を使い元の画像を足し合わせ、Blur TOP のパラメータを操作する。

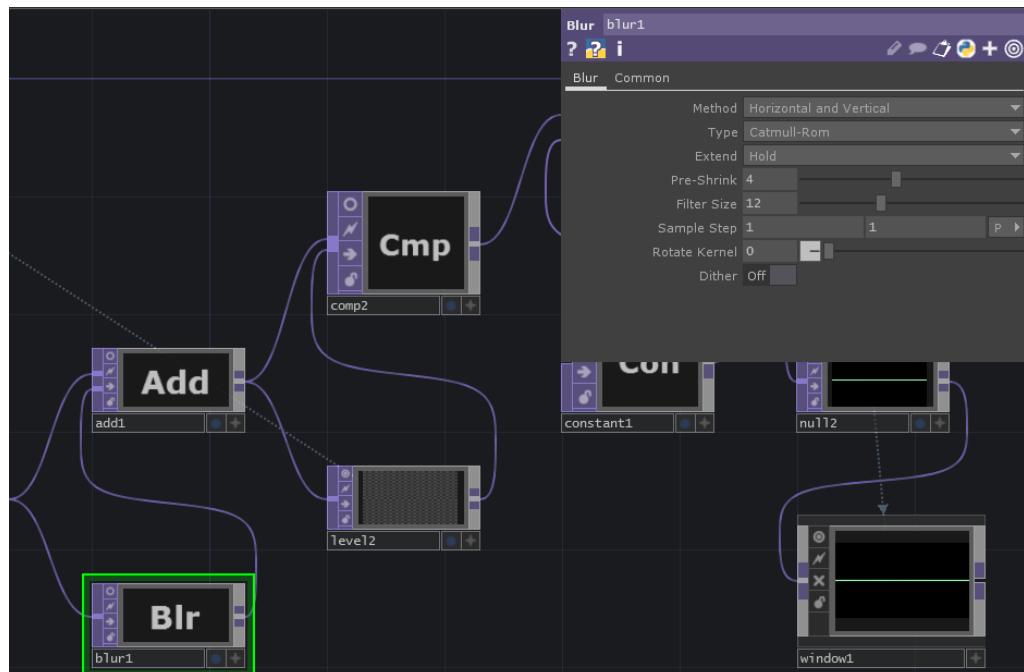


図 4-3-14 Blur TOP / Add TOP の構成

最後に完成したプログラムをプロジェクトに入力させるため、Window COMP を活用する。

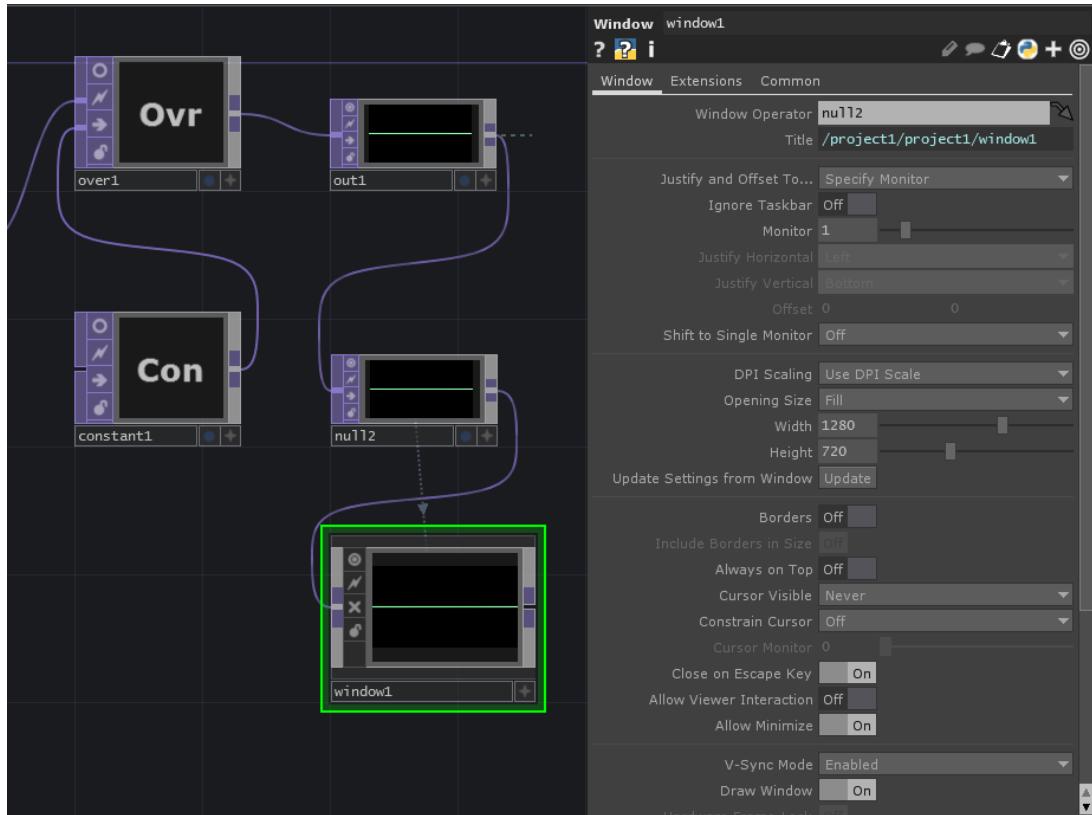


図 4-3-15 Window COMP の構成

Justify and Offset To...の項目は Specify Monitor を選択、Monitor 番号は 1 番を選択する。これにより、接続しているプロジェクターで作品を投影することが可能となる。

Open as Perform window で Perform を選択することで、プログラムが実行可能な状態となる。

完成した作品は以下のようになつた。

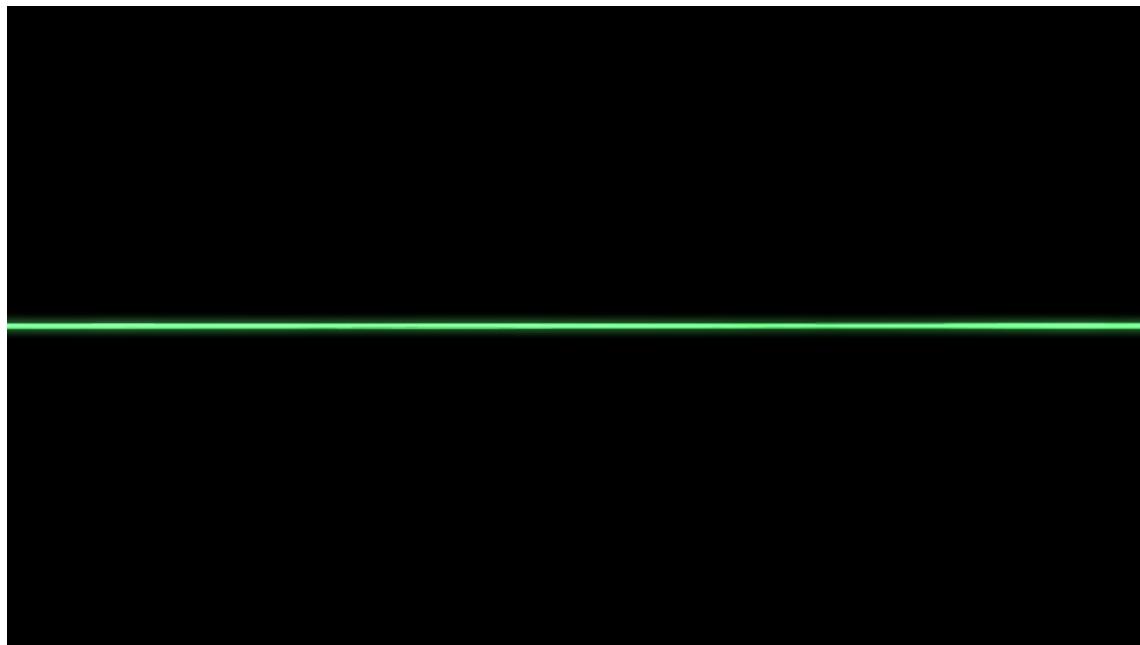


図 4-3-16 無音の状態の実行結果

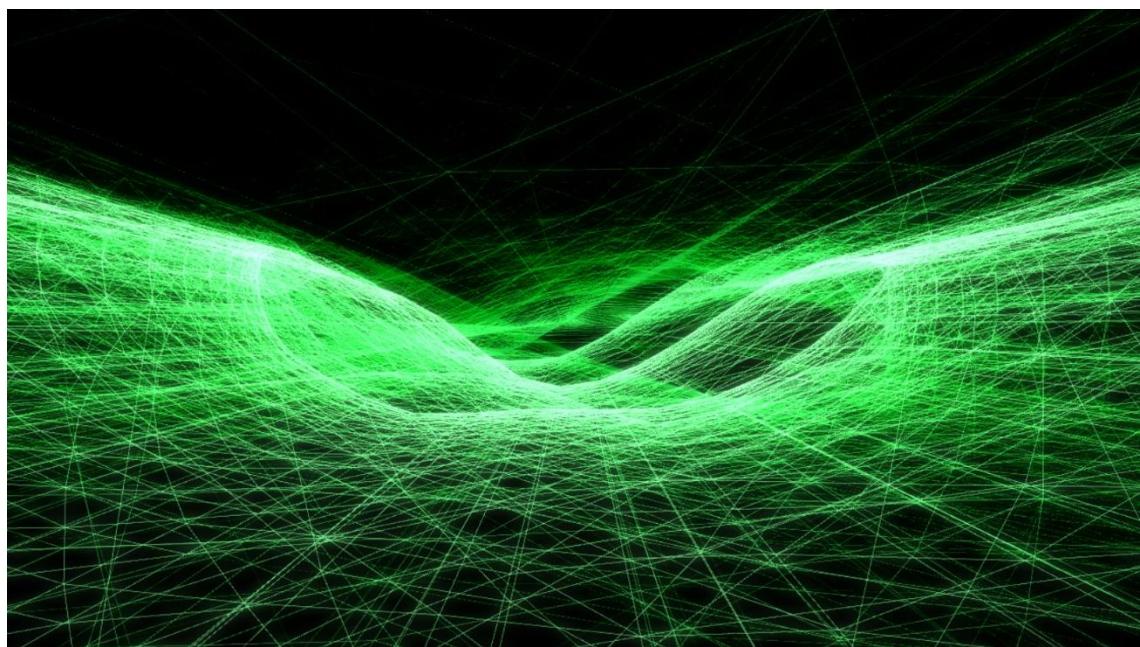


図 4-3-17 声を出している状態の実行結果

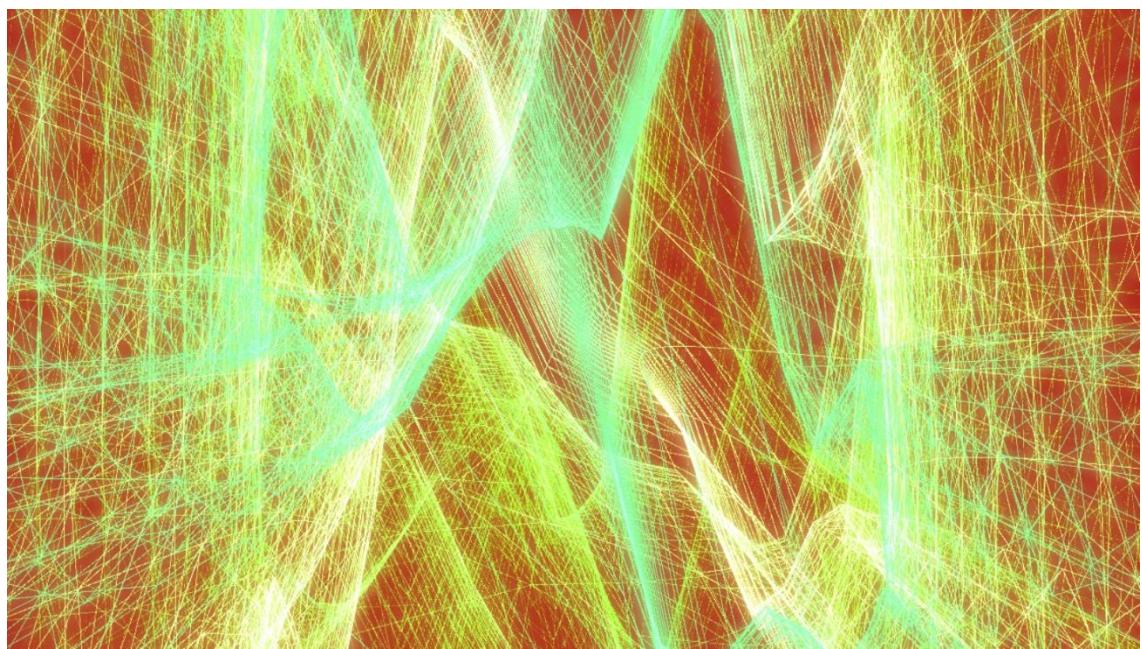


図 4-3-18 足音のタイミングにシンクロしている状態の実行結果

4-4 発表

<投影概要>

会期：2019年12月24日（火）16:30-19:00

会場：北海道科学大学メインプロムナード広場（特設ツリー横投影位置）

<企画効果>

短期間に多くの集客を獲得し、展示内容が拡大し大学のブランドとして認識されることである。

実行環境は以下の通りである。

<実行環境>

- ・ノートパソコン

Lenovo ThinkPad T450

OS : Windows 10 Home 64bit (1909)

RAM : 12.0 GB

CPU プロセッサ : Intel® Core™ i7-5500U

GPU : NVIDIA GeForce 940M (441.66)



図 4-4-1 Lenovo ThinkPad T450

- ・オーディオ・インターフェース

Steinberg UR22



図 4-4-2 Steinberg UR22

- ・ワイヤレスレシーバー・トランスミッター

SONY URX-P2・UTX-B2



図 4-4-3 SONY URX-P2



図 4-4-4 SONY UTX-B2

・スピーカー

Bose SoundLink Revolve+



図 4-4-5 Bose SoundLink Revolve+

・マイク

AZDEN SMX-10



図 4-4-6 AZDEN SMX-10

・プロジェクター

Panasonic PT-D6000



図 4-4-7 Panasonic PT-D6000

・デスクトップ

Apple iMac (27-inch, Mid 2010)

OS : Windows 7 Professional 64bit (SP1)

RAM : 4.0 GB

CPU プロセッサ : Intel® Core™ i5-760

GPU : ATI Radeon HD 5750



図 4-4-8 Apple iMac (27-inch, Mid 2010)

・PCDJ コントローラー

Pioneer DDJ-400



図 4-4-9 Pioneer DDJ-400

<ソフトウェア>

- Derivative TouchDesigner (2019.20140)
使用言語に C++、Python、GLSL を用いる。



図 4-4-10 Derivative TouchDesigner (2019.20140)

- Pioneer rekordbox (5.8.1)



図 4-4-11 Pioneer rekordbox (5.8.1)

当日の機材の配置は以下の通りである。

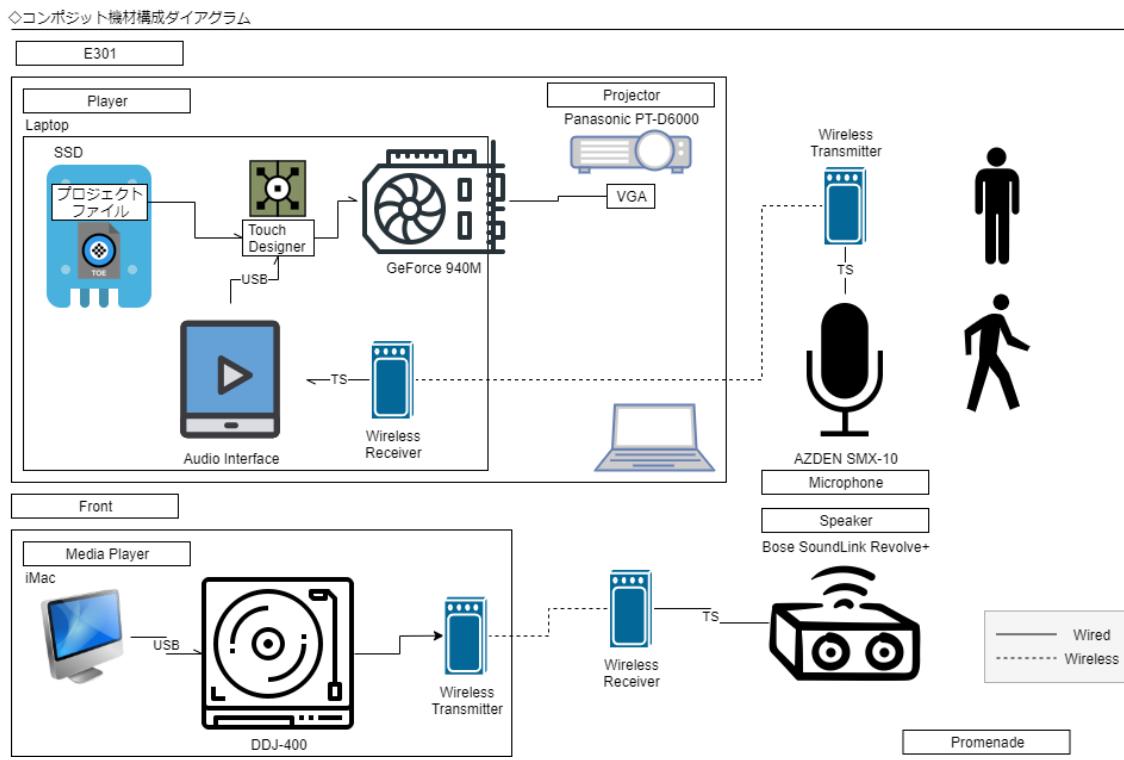


図 4-4-12 コンポジット機材構成ダイアグラム

当初、1台のコンピュータで映像の投影からDJまでを構成してみようとしたが、試行錯誤してみたが、TouchDesignerの処理が非常に高負荷であり、今回使用できたコンピュータでは、TouchDesignerとrekordboxの両方のソフトウェアを同時に立ち上げた場合、出力される映像のFPSが30以下に低下してしまい、作品に影響が出てしまい、満足いく結果が出ないと判断し、2台のコンピュータを用いる構成にした。

また、マイクとスピーカーは人に合わせて高さを自由自在に変えられる、移動を容易にするために三脚に固定し、屋外に出す機材は天候を考慮しビニール袋で覆う加工を施した。



図 4-4-13 三脚に設置したスピーカー



図 4-4-14 ビニール袋で覆う加工を施したマイク

E301 に設置されたプロジェクターは、直接ガラス面に設置しないよう、クッションを間にはさみ安定するようにした。また下向きになるよう、ベニヤ板を用いて角度を調整している。それに伴い、プロジェクターの設定も環境に合わせて台形補正をかけた。



図 4-4-15 プロジェクターの固定



図 4-4-16 作品投影位置

作品は E 棟と G 棟の間の通路に照射する。この作品を投影した 2019 年は暖冬傾向で、深刻な雪不足が各地で報告されており、札幌も例外ではなく、投影する 1 週間前の投影場所は地表が見えている状態であった。

プロジェクターを用いてスクリーンに投影する際にはスクリーンの色によって映像の映り方が異なってくる。スクリーンが白に近いほど、明るい環境でも映像が見えやすく、明るい色をメインとした映像の投影に向いており、スクリーンが黒に近いほど、濃い色や黒い色の再現性が良く、暗い映像やコントラストが高い映像に向いている、といった特徴がそれぞれにある。

今回は屋外での投影であるので、イルミネーションや天候など、他の外的要因によって明るさが左右されると予想され、雪面に投影することを希望した。

投影する 2 日前に雪が降ったことにより、想定していた通りの効果を得ることができたが、可能であるならば天候に左右されない、映りやすい壁などに投影することも視野に入れて設計する必要があると感じた。



図 4-4-17 機材の準備・調整の様子

投影に先立ち、設営を当日の 10 時 40 分より行った。E301 にプロジェクターを設置、この時間にはまだ映像の確認は外が明るすぎるため視認できず、電源などの確保などをこの時間で済ませ、投影直前には微調整で済む程度に作業した。

今回は大型なプロジェクターであること、機器を置く場所が 3 階と離れた場所であったため仕込みの時間を必要としたが、投影位置の近くにおいても効果が得られる場合についてはより簡易的に行うことが可能であると思われる。



図 4-4-18 DJ ブース

DJ ブースは一般的に人に見える位置にあり、今回の音楽プログラムでも例外ではなく作品の投影される位置から視認できる場所に設営を希望し、E 棟の入口部にある自動ドアの片方を、地域連携・広報課協力の下、封鎖し設営した。

実際には内側と外側で温度の乖離が激しく、窓一面が結露してしまい、外から DJ プレイの様子を窺うことは不可能に近かった。

もし同じ場所で再度行う場合には結露を防止するシートを施す、または定期的な拭き取りが必要であると感じた。



図 4-4-19 結露するガラス面奥の DJ ブース

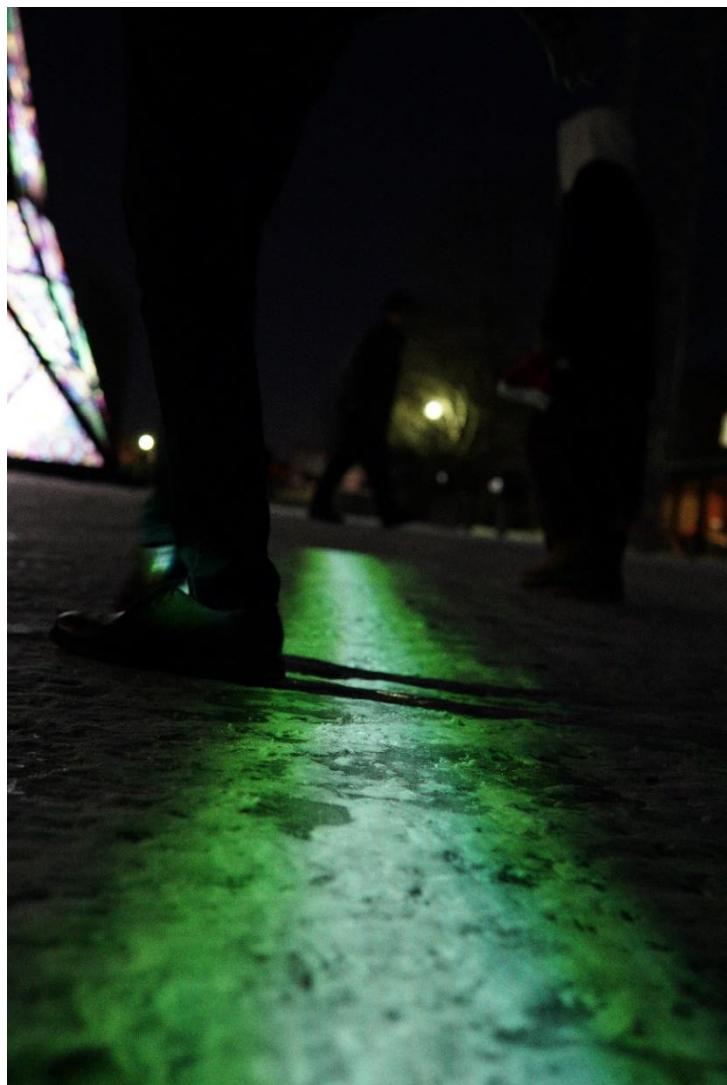


図 4-4-20 マイク入力を接続する前の投影の様子

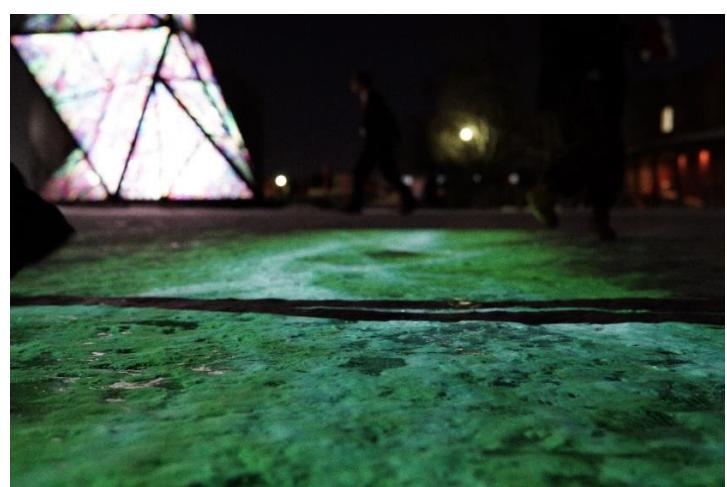


図 4-4-21 プロジェクションの様子 1

マイクの入力感度は、当日使用するマイク、ワイヤレス・システム、また風の音などの要因により激しく変動することが予想された。そのため、TouchDesigner のプログラム内にいつでも可変をすることのできる「Math CHOP」のオペレータを Audio Device In CHOP 以後に挟み込んである。

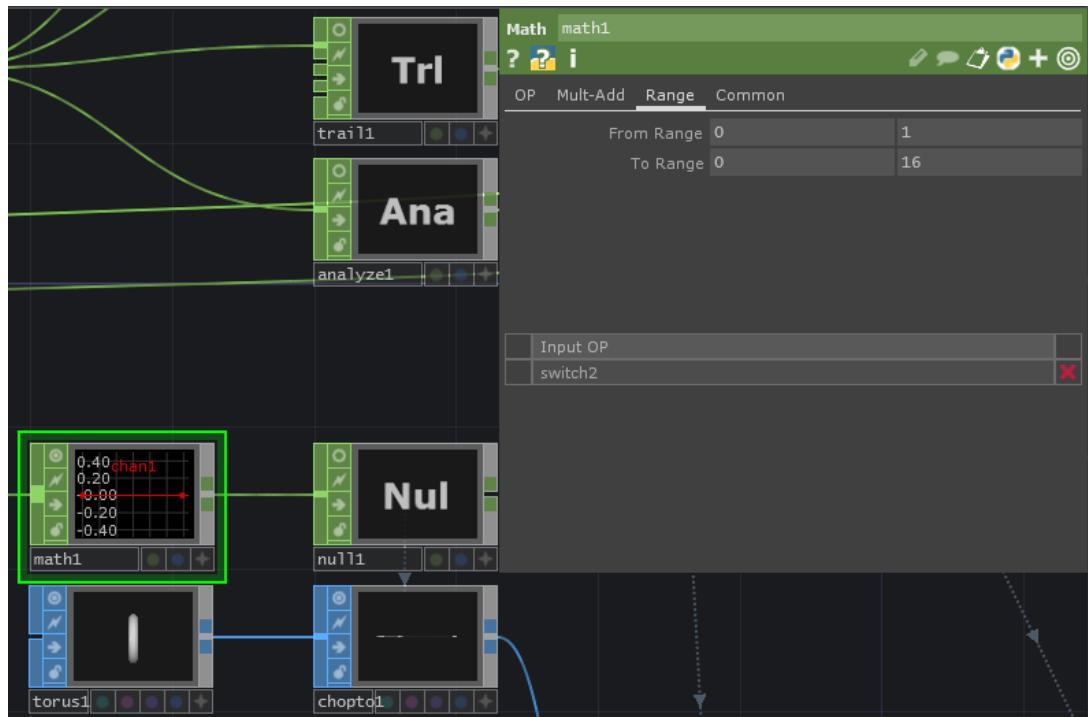


図 4-4-22 Math の設定

To Range の値を 1 以上に設定することで、実効値から簡易的に感度を増幅させることが可能である。ただし、これはあくまでも実効値が 1 に満たない場合に限り、出力が大きい機器を接続した場合は再度調整が必要である。

今回は長時間の計測と試行を重ね、16 が適正値だと判断し確定した。



図 4-4-23 プロジェクションの様子 2



図 4-4-24 プロジェクションの様子 3



図 4-4-25 マイクの位置調整 1

本編投影中の石狩の風速は、気象庁発表のデータによると 8.8(m/s)であり、同庁が定める風力階級では疾風である。疾風は水面にさざなみが立つ程度の風ではあるが、実際の体感は非常に強く、また風音もよく聞こえた。

雪は降っていなかったが、いかなる要因でマイクが破損するかわからなかつたため、ビニール袋による加工はそのまま引き続いた。それにより風音とビニール袋のこする音がノイズとして生まれてしまい、声や足音よりも大きく反応してしまった。

対策としては、風音自体は風防を用いることで十分な対策ができると考えられるため、ビニール袋の方針を取りやめ、ダンボール等の箱などで囲うなどの対策が適切だと考えられる。

しかし、親切な設計をしていない箱で囲うと一見するだけでは内容物を確認できないため、いたずらや視認のしにくさから生まれる誤解など、新たな問題が生じてしまう。

対策のために、マイク付近にガイドとなる人物が常駐している必要や、箱自体のデザインにも凝る必要があると思われる。



図 4-4-26 マイクの位置調整 2

また、気温も-5.9(°C)と低く、外に常時いるのは難しい状況下だった。使用している三脚やスピーカーの機材も本体筐体にアルミニウムなどの金属を使用しているため、非常に冷めやすく、手袋をしている状態でないと移動することすらままならなかつた。

風の問題も含め、冬の北海道の照射ができる時間帯の屋外でインсталレーション作品を発表するのは、困難に近い問題が多々あることが判明した。

常設で作品を投影するためには、建物の内部と外部の連携をより高次的なものにするために、作品のための建造物づくり、空間デザインが必要になる場合もあると推察した。



図 4-4-27 作品を楽しむ子ども

しかしながら、偶然通りがかった近隣住民の方々は、作品を家族一体で楽しんでくれた。

特に「音に反応する」というシンプルな設計思想が受け手にはわかりやすく、別のアクションを起こすことでどう変化するか、まで探る余地があったように思えた。

ただ、「何をしているか、仕組みがわからない」といった意見もあったため、どこまでインсталレーション作品がユーザビリティを持つかは今後のインタラクティブ作品を作る上でコンセプト面から考えていく必要があると感じた。

今回はそのコンセプトも楽しんでもらえ、この作品の目的は達成することができた。

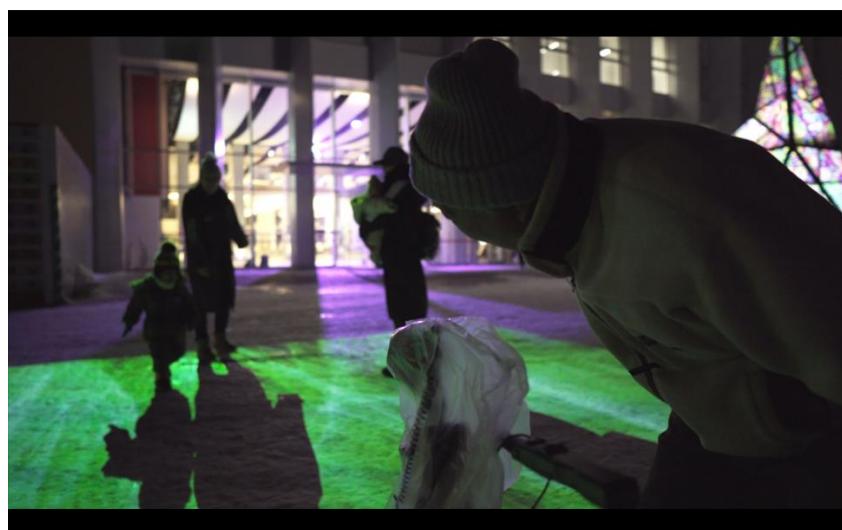


図 4-4-28 作品を楽しむ家族

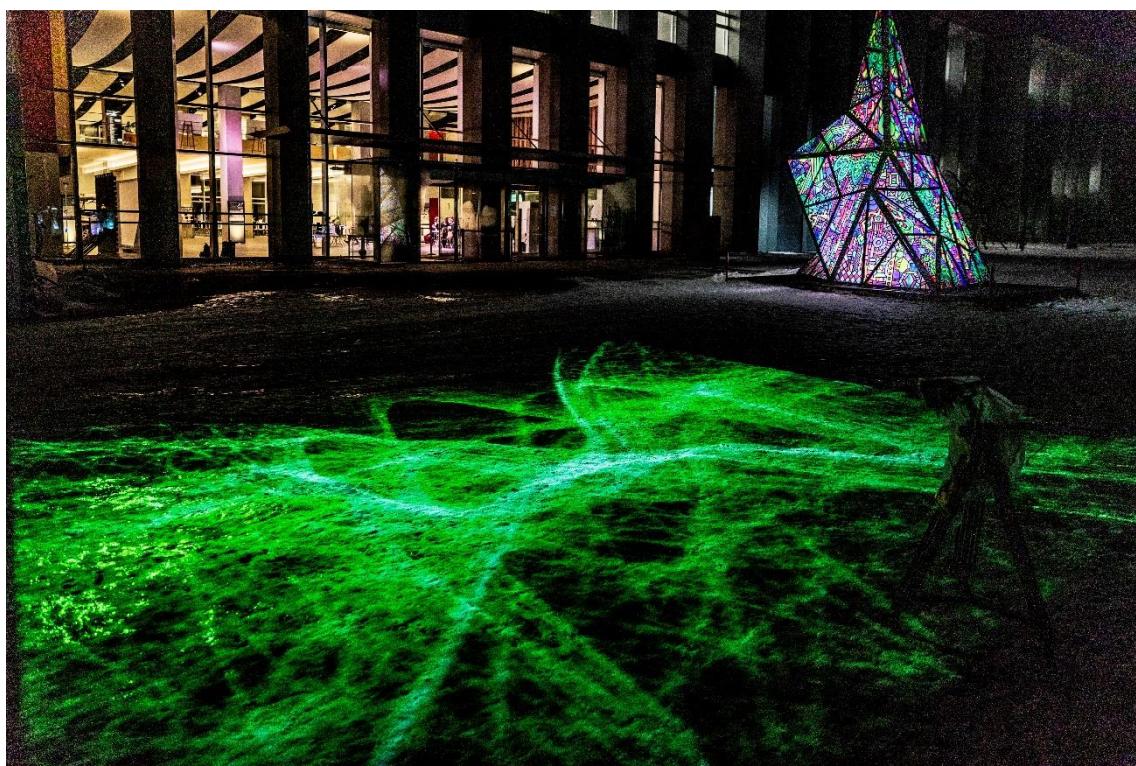


図 4-4-29 プロジェクションの様子 4

第5章 おわりに

5-1まとめ

本研究では、音をリアルタイムに視覚化し、それを作品という形で昇華することができた。

作品制作をする上で、TouchDesigner というソフトウェアの持つポテンシャルの高さから、メディア・アートのさらなる可能性に期待が高まった。

また発表などを通じて、学生クリエイターの活躍、発表をする場を設けるとともに、新たな学生クリエイターの育成や発掘のきっかけに資することに期待したい。

以下に現状の技術で発展が見込めるものを紹介する。

5-1-1 モーションコントローラー

TouchDesigner はよく使われるようなプロトコルデバイスとの連携が容易という特徴があり、発展性に期待ができる。例に Kinect や Leap Motion が挙げられる。

Kinect はマイクロソフトから発売された、身体の動きによってコンピュータの操作ができるデバイスであり、また Leap Motion は 2012 年に Leap Motion 社から発売された、手のジェスチャーによってコンピュータの操作ができるデバイスである。

これらのデバイスを用いることにより、音や映像をより複雑に、理想的に操作することが可能になると考えられる。



図 5-1-1 Kinect



図 5-1-2 Leap Motion

5-1-2 風音

今回の発表は、冬の北海道の屋外という、非常に天候によって影響されやすい作品となった。本来得たかった効果を想定通りに得ることは難しかったが、トリガーである音の対象を「風音」などにすることにより、気象的な観点からも常設が可能になるなど、新たな作品が生まれる発展性が見込める。

また、ソニーは風切り音を増幅させるマイクを埋め込んだブレスレットタイプのデバイス創出プロジェクト「Motion Sonic Project」を立ち上げている。今後、音楽は受け身で聴くパッシブな存在から、アクティブな存在になっていく期待が高まる。



図 5-1-3 SONY – Motion Sonic Project

5-2 今後の課題

今回制作した作品は今後、KORG nanoKONTROL2などのフィジカルコントローラーに対応させ、作品をより自分の思うままに変化させられる仕様に変更するなどの、新たなデバイスを用いることにより増える可能性に挑戦していきたい。

またシステム設計としては、入力機器ごとで異なる複数の入力系統を用い、音楽ライブに転用し新たな表現が生まれるよう目指したい。

参考文献

- [1] 伊東実・星卓哉(2014)『vvvvook – プロトタイピングのためのビジュアルプログラミング入門』ビー・エヌ・エヌ新社.
- [2] 久保田晃弘・畠中実(2018)『メディア・アート原論 – あなたは、いったい何を探し求めているのか?』フィルムアート社.
- [3] 白井雅人・森公一・砥綿正之・泊博雅(2008)『メディアアートの教科書』フィルムアート社.
- [4] 田所淳(2017)『Processing クリエイティブ・コーディング入門 – コードが生み出す創造表現』技術評論社.
- [5] 田原淳一郎(2010)『Processing プログラミング入門 – Javaベースのオープンソース統合開発環境』カットシステム.
- [6] 馬定延(2014)『日本メディアアート史』アルテスパブリッシング.
- [7] 松山周平・松波直秀(2017)『Visual Thinking with TouchDesigner – プロが選ぶリアルタイムレンダリング&プロトタイピングの極意』ビー・エヌ・エヌ新社.
- [8] 合志一仁・佐々木和郎(2016)「音の時間経過による映像表現の研究 – 音楽の時系列的变化を考慮した映像表現システム」pp.265, 東京工科大学大学院.
- [9] 神野聰・若林尚樹・竹本正壽(2016)「音楽と調和する映像のデザイン – 音楽を効果的に見せる映像表現の研究」pp.400, 東京工科大学.
- [10] 永井大介・長谷川賢一(1986)「聴覚・視覚刺激反応時間に関する研究」pp.28-32, 昭和大学.
- [11] 春口巖(1994)「音と映像に関する考察 – サウンドビジュアライザー」pp.26, 東京造形大学.

- [12] 尹智博(2009)「ダニエル・リベスキンドによる設計手法に関する考察 – トータル・セリエリズムについて」神戸芸術工科大学.
- [13] 斎藤あきこ(2019)「NHK 紅白歌合戦 | Made with Unity」,
<<https://madewithunity.jp/info/stu/>> 2020 年 1 月 5 日アクセス.
- [14] さのかずや(2019)「No Maps 2019 Sapporo “Media Arts” Party 『15 分でわかる！メディア・アーツって何？』」,
<<https://www.slideshare.net/KazuyaSano2/no-maps-2019-sapporo-media-arts-party-15-184410261>> 2020 年 1 月 2 日アクセス.
- [15] 藤田千彩(2015)「メディアアートって、何？」,
<<https://allabout.co.jp/gm/gc/451338/all/>> 2020 年 1 月 2 日アクセス.
- [16] 永松歩 (2019)「Processing x Generative Art」,
<<https://docs.google.com/presentation/d/1TUS0dGFVZMYBdh29fKvzNbbvSSxBJiWncqAEs3YqsCM/edit?usp=sharing>> 2020 年 1 月 3 日アクセス.
- [17] 早川篤(1995)「床衝撃音の測定 – 日本音響エンジニアリング」,
<<https://www.noe.co.jp/technology/12/12inv1.html>> 2020 年 1 月 6 日アクセス.
- [18] 福田素子(2015)「Bluetooth ってどんなもの？初心者にもよくわかる、便利な機能をご紹介！」,
<<https://jp.yamaha.com/sp/myujin/6029.html>> 2020 年 1 月 6 日アクセス.
- [19] 松山周平 (2015)「TouchDesigner とは？何ができるのか？」,
<<https://www.shuhei-matsuyama.com/single-post/2015/12/17/TouchDesigner-%E3%81%A8%E3%81%AF%EF%BC%9F%E3%80%80%E4%BD%95%E3%81%8C%E3%81%A7%E3%81%8D%E3%82%8B%E3%81%AE%E3%81%8B%EF%BC%9F>> 2020 年 1 月 7 日アクセス.
- [20] 三浦慎平(2018)「ゼロからはじめる TouchDesigner | Audio Visualization」,
<<http://shimpeimiura.tokyo/2018/07/23/touchdesigner-tutorial-audio-visualization>> 2020 年 1 月 7 日アクセス.

- [21] 城一裕「メディア・アート－現代美術用語辞典 ver.2.0」，
<<https://artscape.jp/artword/index.php/%E3%83%A1%E3%83%87%E3%82%A3%E3%82%A2%E3%83%BB%E3%82%A2%E3%83%BC%E3%83%88>> 2020年1月2日アクセス。
- [22] (2004)「オシロスコープ - Wikipedia」，
<<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%AA%E3%82%B7%E3%83%AD%E3%82%B9%E3%82%B3%E3%83%BC%E3%83%97>> 2020年1月4日アクセス。
- [23] (2017)「Sony Japan | Motion Sonic Project」，
<<https://www.sony.co.jp/SonyInfo/design/stories/motionsonic/>> 2020年1月8日アクセス。
- [24] (2004)「ビデオジョッキー - Wikipedia」，
<<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%93%E3%83%87%E3%82%AA%E3%82%B8%E3%83%A7%E3%83%83%E3%82%AD%E3%83%BC>> 2020年1月4日アクセス。
- [25] (2002)「BEATINK.COM / Gantz Graf」，
<https://www.beatink.com/products/detail.php?product_id=3083> 2020年1月3日アクセス。
- [26] (2003)「ファンタジア (映画) - Wikipedia」，
<[https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%95%E3%82%A1%E3%83%83%B3%E3%82%BF%E3%82%82%B8%E3%82%A2_\(%E6%98%A0%E7%94%BB\)](https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%95%E3%82%A1%E3%83%83%B3%E3%82%BF%E3%82%82%B8%E3%82%A2_(%E6%98%A0%E7%94%BB))> 2020年1月2日アクセス。
- [27] (2005)「メディアアート - Wikipedia」，
<<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%A1%E3%83%83%87%E3%82%A3%E3%82%A2%E3%82%A2%E3%83%BC%E3%83%88>> 2020年1月2日アクセス。
- [28] (2004)「Made with Love in TouchDesigner V99 C:¥Users¥deadmau5」，
<<https://derivative.ca/community-post/made-love-touchdesigner-v99-cusersdeadmau5>> 2020年1月5日アクセス。

- [29] 「インタラクティブ・ライブとは | Susumu Hirasawa Interactive Live」 ,
<https://susumuhirasawa.com/interactive-live/2015_world-cell-2015/about-IL.html> 2020 年 1 月 3 日アクセス.
- [30] 「音とは・音エネルギーと遮音特性・界壁の遮音特性」 ,
<<http://www.chiyoda-ute.co.jp/data/syaon.html>> 2020 年 1 月 6 日アクセス.
- [31] 「Ganz Graf – 斬新なビジュアルを Max for Live で | Ableton」 ,
<<https://www.ableton.com/ja/blog/ganz-graf-futuristic-visuals-max-live/>> 2020 年 1 月 3 日アクセス.
- [32] 「気象庁 | 過去の気象データ検索」 ,
<<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>> 2020 年 1 月 7 日アクセス.
- [33] 「クリエイティブコーディングサミット札幌 2019」 ,
<<https://no-maps.jp/program/conference/ccss2019>> 2020 年 1 月 8 日アクセス.
- [34] 「辞典・百科事典の検索サービス – Weblio 辞書」 ,
<<https://www.weblio.jp/>> 2020 年 1 月 8 日アクセス.
- [35] 「Scratchについて」 ,
<<https://scratch.mit.edu/about>> 2020 年 1 月 5 日アクセス.
- [36] 「乳白色タイプとブラックタイプの映像比較」 ,
<https://theaterhouse.co.jp/rear_film_whiteandblack.html> 2020 年 1 月 7 日アクセス.
- [37] 「ビジュアライザー (visualizar) - デジタル大辞泉」 ,
<<https://kotobank.jp/word/%E3%83%93%E3%82%B8%E3%83%A5%E3%82%A2%E3%83%A9%E3%82%A4%E3%82%B6%E3%83%BC-679665>> 2020 年 1 月 4 日アクセス.
- [38] 「Max for Live | Ableton」 ,
<<https://www.ableton.com/ja/live/max-for-live/>> 2020 年 1 月 3 日アクセス.

- [39] 「ライブエンターテイメントにおける Unity」 ,
<<https://learning.unity3d.jp/3328/>> 2020 年 1 月 6 日アクセス.
- [40] 「ワイヤレス・システムの周波数って？」 ,
<<https://info.shimamura.co.jp/digital/special2013089039p3-2>> 2020 年 1 月 6 日
アクセス.
- [41] 「draw.io – Online Diagramming」 ,
<<https://www.draw.io/>> 2020 年 1 月 7 日アクセス.
- [42] 「Resolume VJ Software & Media Server」 ,
<<https://resolume.com/>> 2020 年 1 月 4 日アクセス.
- [43] 「VDMX5 - VIDVOX」 ,
<<https://vidvox.net/>> 2020 年 1 月 4 日アクセス.
- [44] 「vvvv – a multipurpose toolkit」 ,
<<https://vvvv.org/>> 2020 年 1 月 5 日アクセス.
- [45] <<https://cubev3.com/>> 2020 年 1 月 5 日アクセス.
- [46] <<http://huez.shibucity.com/>> 2020 年 1 月 8 日アクセス.
- [47] <<https://tdsw.co/>> 2020 年 1 月 8 日アクセス.

謝辞

最後に、本研究をすすめるに当たり、指導教員の倉本浩平准教授と三田村保教授からは多大な助言を賜りました。厚く感謝を申し上げます。

研究室のメンバーには常に献身的なサポートを頂き、制作から発表まで支えられました。ありがとうございます。

発表にあたり、北海道科学大学地域連携・広報課の南波秀幸氏、西一郎氏、石川翔氏、当日に撮影をして頂いた長濱周作氏には一方ならぬお世話になりました。ありがとうございました。

札幌市立大学デザイン学部田島悠史助教、TDSW の皆様には、ハッカソンを通じてプログラムを作るきっかけを頂きました。心より感謝致します。

そして、作品発表時に来ていただいた学生の皆様、地域の住民の皆様に心から感謝します。本当にありがとうございました。

付録

- ・プログラムの全体図
- ・プロジェクト・マッピング投影の企画提案