研究報告

空間・視覚・演奏的アプローチから設計した電子音響音楽演奏システム
RENDITION SYSTEMS FOR ELECTROACOUSTIC MUSIC DESIGNED THROUGH SPATIAL, VISUAL, AND PERFORMING APPROACH

中間亮佑
Ryosuke Nakama
九州大学大学院芸術工学府
Graduate School of Design, Kyushu University

中村滋延
Sigenobu Nakamura
九州大学大学院芸術工学研究院
Faculty of Design, Kyushu University

概要

電子音響音楽における表現方法は, 多様化の一途を辿ってきた. その背景には, 空間というパラメータを他の音楽的なパラメータと同等に扱う手法, 視覚的要素を作品の 1 つの構成要素とする手法, 生演奏の要素を作品の中に取り入れる手法という 3 つの手法が貢献している. しかし, これら 3 つの手法を全て融合したアプローチによって制作された作品は, 未だ限定的な事例しか見られない. 本稿はこのアプローチから制作した 3 つの音楽演奏システムについて解説を行い, その可能性の一端を示すものである. その作品の 1 つである《Quadlith》は, 一定の到達点に達するものと位置づけた.

Representation in electroacoustic music has been diversifying. Three approaches that have contributed to diversification include dealing with space as well as other musical parameters, incorporating a visual element into a work, and integrating a live performance into a work. A multimethod approach fuses these approaches to create a musical work; however, is seen only one side of limited case. Here, we expound on three renditions created through this approach and show some of their capabilities. Finally, we focus on《Quadlith》, one of these systems with indicators to measure achievement of targeted goals.

1. はじめに

本稿は, 筆者の制作した電子音響音楽演奏システムについての作品解説である. これらのシステムは「空間的アプローチ」,「視覚的アプローチ」,「演奏的アプローチ」を全て融合させた手法によって制作されている.

「空間的アプローチ」とは, それまでの音楽家たちが扱ってきた, 旋律, 和声, リズム, 音色, 音量などのパラメータと同様に, 空間という次元を扱う方法のことである. 具体的には, 音像を自由に動かしたり, 音に精密な遠近感を与えたり, 没入感のある空間を演出したりという,2 チャンネルステレオ音響では獲得することのできなかった, 表現としての選択肢を獲得することができる.

「視覚的アプローチ」とは, 視覚的要素を作品の構成要素の 1 つとする手法である.. 映像や照明などの視覚的要素の助けを借りることで, 集中的な聴取体験を与えることができ, 音だけでは表現する事のできない世界を提示することが可能になる. ただしここでは「演奏姿を見せる」という手法は演奏的アプローチと区別するために除外する.

「演奏的アプローチ」とは, 生演奏の要素を加えることである. メディアに固定された音楽作品と比較した場合, その利点はいくつか考えられる. 次に何が起こるか分からない緊張感や演奏の微妙な変化を生み, 作品上演における予定調和感の解消と一回性の強調が可能になる.

これらのアプローチは, 電子音響音楽における表現の多様化に大きく貢献している.1 つのアプローチが選択されるだけではなく,2 つのアプローチを同時に選択し, 互いの要素を組み合せるといった事例も多い.

「空間的アプローチ」と「視覚的アプローチ」を組み合せたものとしては, カールハインツ・シュトックハウゼン Karlheinz Stockhausen の《コンタクテ　Kontakte》(1959-60) や《ミクストゥール Mixtur》(1964) , ピエール・ブーレーズ Pierre Boulez の《レポン Répon》(1980-84) といった例が挙げられる. これらはライヴ・エレクトロニック音楽が空間化された事例である. また,1974 年にフランソワ・ベイル François Bayle が考案したアクースモニウム Acousmonium もこの手法によるものであると考えられる. このシステムでは, ミキサー上のフェーダーを操作することによって, コンサート空間に自由に配置された複数のスピーカーから放出される音量・空

間的配置・密度・速度などといったパラメータを扱う. フェーダー操作をする人間は一人の演奏者として扱われ, この大規模な装置は一種の楽器であると捉えられている [1].

「視覚的アプローチ」と「演奏的アプローチ」を組み合せたものとしては, 作家が独自にソフトウェアを制作し, コンピュータを操作することで演奏を行うという事例がある.MIT メディアラボのゴラン・レヴィン Golan Levin によって開発された《Scribble》(2000) はその一例だ. これは, 視覚音響装置による色彩と音楽のライブ・パフォーマンスシステムである.5 種からなるシステムは, 分かりやすいインターフェースを備え, 興味深い結果を自由に生み出せる表現力に富んだものであり, 光の動きによるパフォーマンスの伝統の延長にあるものである [2] . また, 中村滋延が提唱する演奏ソフトウェアアートは, この枠組みに当てはまるものが多い. 演奏ソフトウェアアートとは, ソフトウェアアートの中で音・音楽を構成要素の中心に添え, 特に入力が演奏の側面をもつもののことを指す. 具体的な作品例としては, 藤岡定《cubie》(2006) , 的場寛の《Overbug》(2007) , 古田伸彦《Push action button》(2007) , などが挙げられる.[3].

「空間的アプローチ」と「視覚的アプローチ」を組み合せたものとしては, 空間化された電子音響音楽作品が, 映像・照明・建築といった視覚要素を含むものがある. エドガー・ヴァレーズ Edgar(d) Varèse による《ポエム・エレクトロニク》(1956-58) が初演されたフィリップス館では, 各トラック 12 の信号が含まれている 15 チャンネルの制御テープが存在しており, その 180 (12 × 15) の制御信号によって制御されていた. その制御信号の中には, 照明効果, 映画やスライドの映写機, スポットライト, 紫外線灯, 電球, 様々な色の蛍光灯から成る様々な光源を調節するための信号が含まれていた [4]. ヤニス・クセナキス Iannis Xenakis の《クリュニーのポリトープ》(1972) がパリにある ancient Cluny Museum で上演された際には, 光を投映しながら,12 チャネルの音響システムを用いて作品を再生するという試みを行った [5]. また, 近年では, サウンド・インスタレーション, ビデオ・インスタレーション作品の構成要素として電子音響音楽的な手法をとった楽曲や音響が使用されたものが多数発表されており, 空間と視覚の関係における表現は, ますます多様化の一途を辿るだろう.

以上のように,3 つのアプローチの内 2 つを選択し, 融合させた先行事例が数多く報告されている. しかし,3 つ全て組み合せたアプローチによって制作されているものは未だ限定的な事例しか見られない. そこで, その 3 つのアプローチを全て融合させた手法によって,《GURURI》, 《時計同士のいがみ合い》 ,《Quadlith》 の 3 つの演奏システムを制作した.

2. 《GURURI》

2.1. 作品概要

《GURURI》は 2012 年 12 月から制作を行ってきた演奏システムである. 演奏者は, リアルタイムに録音した音素材を反復再生させながら, 加工し, 音響の再構築を行う. 鑑賞者の周りを取り囲むように配置されたスピーカーからそれを出力し, 音像を制御する. そして, 演奏した音楽的構造を示す抽象的な図形を, 鑑賞者の前方に設置したスクリーンに投影する. ここでいう構造とは, 音量, 音の空間定位, 残響成分の量などである.

2.2. システム概要

システムは音響用と映像用のパーソナルコンピュータ (以下,PC と略記する) を一台ずつと,8 つのスピーカー, プロジェクター, マイクロフォン, そしてソフトウェアを制御するためのタブレット端末とフェーダーコントローラーから成り立つ (図 1) .

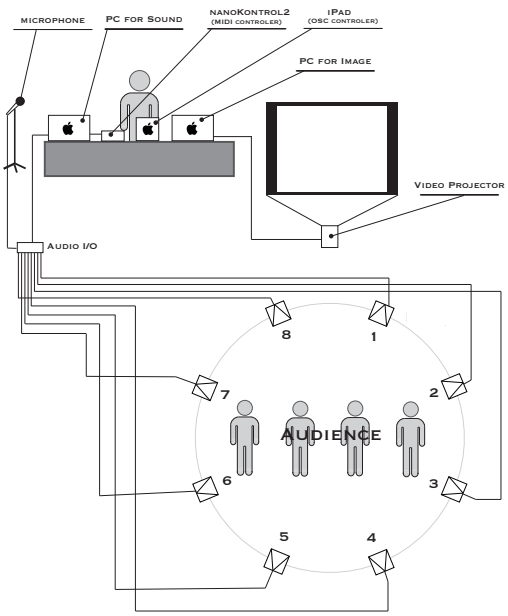


図 1. 《GURURI》システム全体図

スピーカーは全て同じ型番のものを使い, スピーカーの種類や特性による差別化は行わないものとした. またその円の半径は一定的ではなく, 上演の空間に合わせてなるべく広く配置した. そして, スクリーンは鑑賞者の前方に設置する.

2.3. 音響処理

音響処理を行うソフトウェアは Max（図 2）によって制作した. ここでの過程は以下のように行われる. まずマイクから取り込んだ信号を,PC のバッファーに格納し, 合計 8 トラック分の音の素材をソフトウェア上に確保することができる. 各トラックを再生するタイミングはソフトウェア上のリズム・シーケンサーによって制御され, 再生された音はディレイ, 再生速度変化, イコライジングなどのエフェクトが通され, 各トラックの定位が制御される. この時, 各トラックの音像を自動的に移動させることが可能である. そして各トラックの音量バランス, 残響音の付加量, そして全体の音量の制御を行い, 信号を音響システムの末端へと送る.



図 2. 《GURURI》Max パッチ

2.4. 映像処理

生成される音楽と連動して, 音の定位や強弱などを視覚的に表現する映像出力用のプログラムを,Processing を用いて制作した.Processing と Max の間には,OSC によってデータ通信が行われ, 音響処理過程で生み出されたデータをもとに描画される仕組みとなっている. 各トラックの音は円運動する図形として描かれ, 図形の大きさは音量, そして図形が表示される位置は音像の位置に対応する. また, 残響音を付加していくと背景色が反転し, 図形の運動に残像が残るようになる. 残響音を深くかけていくと図形の残像は消えずに残り, 残響音と共に幻想的な空間を演出することが可能になる（図 3）.

以上のような音と映像に対応関係を持たせることで, 空間を視覚化させることをねらいとした. 鑑賞者はこの対応関係をもとに, 音の空間性を強く意識しながら耳を傾けることができる.

2.5. コントロール

演奏性の向上のために,MIDI コントローラーとして KORG の nanoKontrol2 を,OSC コントローラーとして

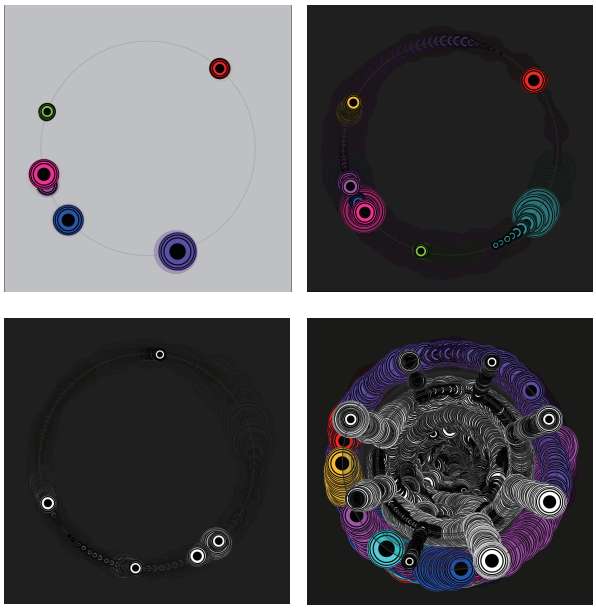


図 3. 《GURURI》映像

Apple の iPad を使用することとした.nanoKontrol2 は, 各チャンネルの音量を調整するために導入し,iPad は, 全体の音量・残響音の付加量・全体にかかるローパスフィルタのカットオフ周波数と Q 値などを制御するために導入した.

3. 《時計同士のいがみ合い》

3.1. 作品概要

2013 年 2 月から制作を開始した《時計同士のいがみ合い》は, アナログ時計とマネキンを組み合わせて作ったオブジェを使用する作品である. 本作品を創作する上で,「演奏者を機械や彫刻といった人間ではない何かに置き換えて音楽演奏を行う」という構想があり, 演奏者として「頭部が時計になっているマネキン」というキメラ的なオブジェを設定した（図 4）.

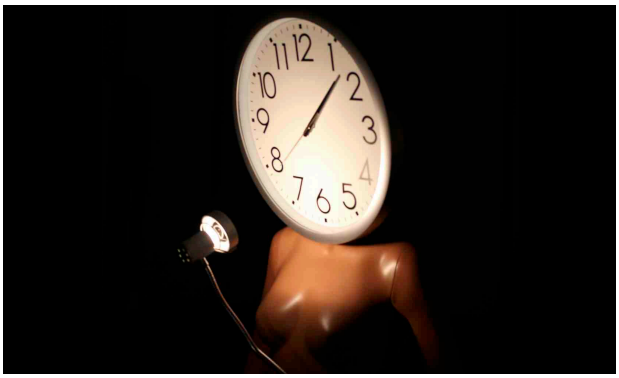


図 4. 《時計同士のいがみ合い》のオブジェ

オブジェとスピーカーを 1 つのペアにし, 鑑賞者から見て奥行きを持たせるように空間上に 5 つのペアを配置する. それぞれのアナログ時計の針は, ペアとなった各スピーカーから発せられる音とシンクロするように動作する. 音の素材と演奏シーンは, あらかじめコンピュータ上に用意されており, それをリアルタイムで選択することでパフォーマンスを行う（図 5）.

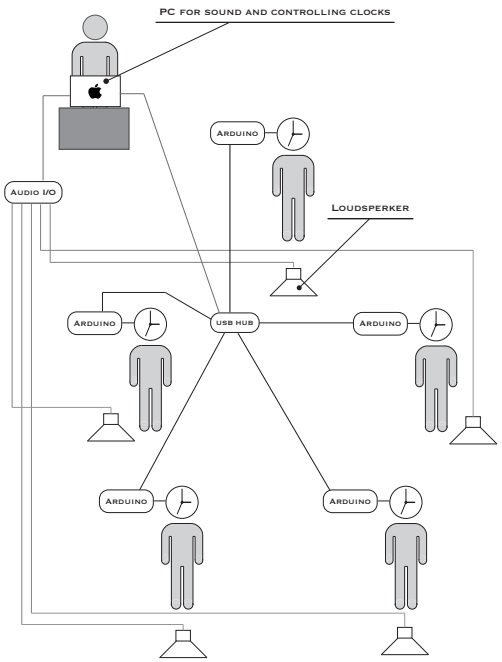


図 5. 《時計同士のいがみ合い》システム全体図

3.2. 制作環境

コンピュータ上で生成したパルス信号によって, 時計の秒針の動きとオーディオファイルの再生をトリガーし, 時計の針の動きと音が同期する. 使用したアナログ時計の構造は全てクオーツ時計を選択しているのだが, そのクオーツ時計には, ステッピングモーターと呼ばれる小さなモーターが組み込まれている. このステッピングモーターの構造に含まれるコイルに, 交互に正負が反転するようなパルス信号を送ると, パルス信号 1 つ分につき秒針を 1 秒だけ進ませることができる.

パルス信号の生成を Max, 信号の電気的変換を Aruduino[6] , そしてパルス信号のリズム制御と音響の制御を Ableton Live[7] によって実現した. Ableton Live 内の各スピーカーの発する音を担当する MIDI トラックのノートオン情報を,Max によって電圧パルスに変換し, それぞれの時計に送る. つまり, 各 MIDI トラックが 1 つノートオン情報を受け取ると,1 秒だけ針を進めることができる. 例えばこれによって,「カチッ」という音を発するサンプラーをトラックにインサートして,MIDI 情報を入力していけば, タイムライン上で時計の秒針の動きと「カチッ」というサンプラーの音を同時に制御することができる.

具体的に使用した音素材としては, 持続時間の短いパルス的な音（時計の針の音, 正弦波パルスの音）, 持続時間の長いシンセサイザーの音を,2 種類の音が出力できるようにした. なお, 時計の針の動きは, パルス音が 1 回再生されるたび 1 秒分針を刻み, 長い持続音が再生された場合は,20msec 程度に 1 つのパルス信号を連続で送り続けることによって, 時計の針が高速に回り続けるという効果を取り入れた.

4. 《QUADLITH》

4.1. 作品概要

2014 年 12 月から制作を開始した《Quadlith》は, リズム・シーケンサー制御による自動音楽演奏と, 音像が自動的に移動する空間音響, そして音楽の構造を視覚化する映像の組み合わせによるシステムである. 音響は 4 台の特殊なモノリス型のスピーカーユニットから出力され, そこに光の明滅をモチーフとした映像などが投影される. 非人間的な 4 台のモノリスが, 互いにシンクロし, 呼応し合うという人間的な様子を, 音響と映像の同期を利用することによって表現した作品である.

4.2. スピーカーユニットについて

使用したスピーカーユニットは,3 つのスピーカーを縦列に固定して,1 ユニットとするものであり, スピーカーは全て GENELEC の 8020CPM が使われている. ユニット 1 つ当たりの寸法は縦 1800mm ×横 600mm ×奥行き 600mm で, フレームはパンチングメタル, 前面には吸音材が取り付けられており, ポリウールを使用している. 《Quadlith》では, これを 4 ユニット使用し, 映像の投映がおこなわれやすいように白布で前面を覆った.

4.3. 音響処理

音響処理は, この演奏システムのために制作された Max パッチ（図 6）によって実現した. 本システムは, 様々なオーディオ・ファイルを素材として使用したり, リアルタイムに録音した音を使用可能であったりといったような選択的なシステムというよりかはむしろ, 使用できる音響的な素材は既に決められており, 固定的なも

のである. このことは, 生成される音響の多様性が失われてしまう代わりに, 生成する音響と映像との関係性を固定しやすいということを意味する. 具体的には, (a) サイン波から合成したクリップ・ノイズ, (b) 音声のサンプリング音源, (c) ホワイト・ノイズ, (d) FM シンセサイザー音源, (e) スネアの音のサンプリング音源, (f) サイン波から合成したバスドラムの音, を使用した. これらのリズムは, それぞれ独立したリズム・シーケンサーによって制御される.

また, 各スピーカーユニットにおける垂直的な音像移動が行えるように設計しており, 演奏者は, そのタイミングをリズム・シーケンサーによって制御する. 音像移動に費やされる時間は固定されているが, その速度と振れ幅はその都度ランダムに決定する.

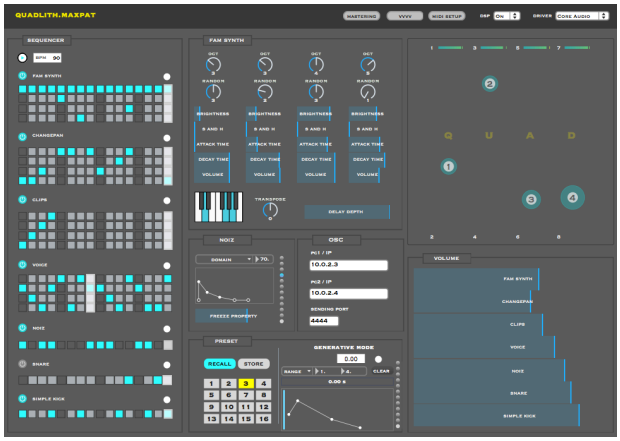


図 6. 《Quadlith》Max パッチ

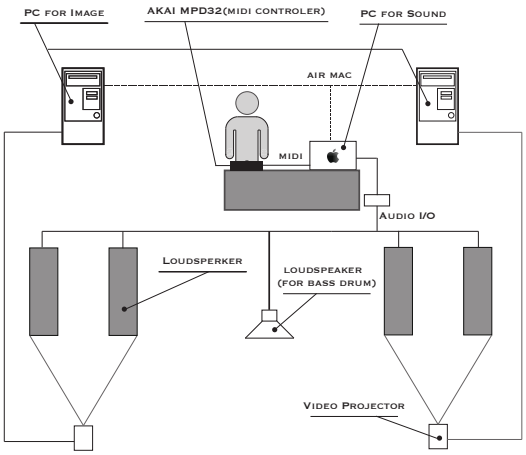


図 7. 《Quadlith》システム全体図

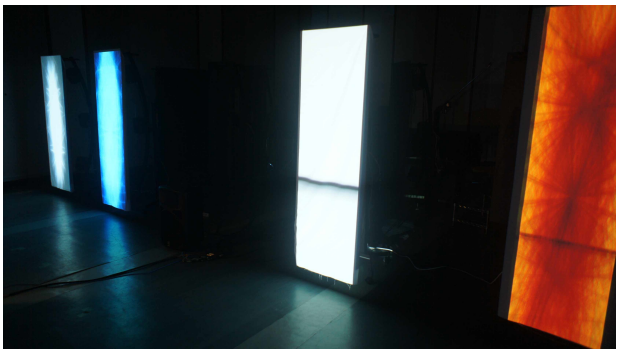


図 8. 《Quadlith》映像投影の様子

4.4. 映像処理

映像の出力は 2 台の映像用の PC と 2 台のプロジェクターを用いて, スピーカーユニットの前面に投映を行う (図 7) . 映像用の PC には vvvv[8] を用いて作成されたパッチが立ち上げられ, 演奏に合わせてリアルタイムに映像 (図 8) を生成する.

また, 音響的なパラメータと映像的なパラメータ (図 9) を, 以下のように関連付けて設計している.

- 映像素材は, その音が出力されるスピーカーユニットに投映される. ただし, 映像素材 (B) だけは例外である.
- 音素材 (a) の音量は, 映像素材 (A) の図形の大きさに対応する.
- 音素材 (a) の投影位置は, その音像の位置と対応する.
- 音素材 (b) が再生されると, 映像素材 (B) が全てのスピーカーユニットに投影される.
- 音素材 (c) の音量は, 映像素材 (C) の発生頻度と関連する.
- 音素材 (d) の音量がある一定の値にまで達すると, 映像素材 (D) が描かれる.
- 音素材 (d) の音色を変更すると, 映像素材 (D) の色が変化する.
- 音素材 (e) が再生されると, 全てのスピーカーユニットに投影される色が反転する.
- 音素材 (f) が再生されると, 全てのスピーカーユニットに投影される図形の縦幅が縮小・拡大する.
- 垂直の音像移動が実行されると, 音像移動を行うスピーカーユニットに投影される図形の横幅が縮小・拡大する.

4.5. コントロール

以上の音響と映像の処理を制御するためのインターフェースとして,AKAI の MPD32 を取り入れた. この MIDI コントローラーはパッド, スライダー, ノブ, トグルスイッチといった操作子が取り付けられている. スライダーは各トラックの音量を変化させるために使用し,

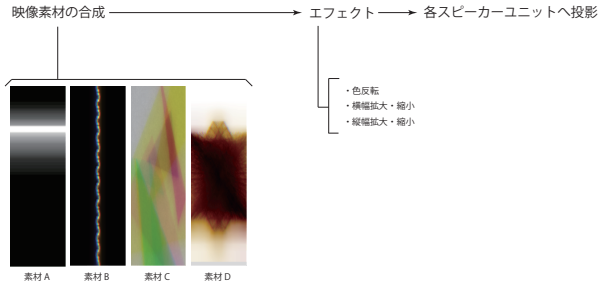


図 9.《Quadlith》映像素材とエフェクト

パッドは音の素材を再生するために, またはプリセットを切り替えたりするために使用した. トグルスイッチは各トラックのオン／オフを切り替えるために使用した.

5. 考察

本章では, まとめに代えて各作品について,「空間的アプローチ」,「視覚的アプローチ」,「演奏的アプローチ」の 3 つアプローチによる長所や魅力を引き出せたかということに焦点を当て, 考察を述べていく.

まず《GURURI》についての考察を述べる. その空間性について, その音像移動は視覚効果も相まって, その効果が分かりやすく, 聴き手がその空間性を強く意識して耳を傾けるように促すものであった. しかし, スクリーンに描き出される映像は固定的なものであるのに対し, 素材となる音源はその場で取り入れられる録音素材という流動的なものであったことから, 映像と音響の関係に固定的な関係を築くことは困難になってしまった. また, 音響の急激な場面変化などつけにくいことや, 録音した音が出力されるまでタイムラグがあるといったように, 時間的な制御が難しいということも問題点として挙げられる.

次に《時計同士のいがみ合い》についての考察を述べる. この作品については大きく課題が残る結果となってしまった. まず, 空間的な問題について, 鑑賞者からの音源の特定が困難であった. これには, 上演の際に, 各チャンネルに音色の差がほとんどなかったことや, 音楽を視覚化するはずのオブジェの動きについて視認性が極めて低いことが繋がったと考えられる. そして, 演奏的な要素を極端に単純化したことから, 演奏の実感が薄い操作性となってしまった.

最後に《Quadlith》について考察する. 垂直的な音像移動に関しては, 聴き手がスピーカーユニットから距離をとればとるほど, その効果薄れてしまうという問題点が見られた. しかし, 壁面状に並べられた各スピーカーユニットがそれぞれ独立した音を出力するという特徴から, 演奏方法によっては, 垂直的な空間移動だけでなく, 水平的な空間性を十分に発揮できるシステムだということがわかった. また視覚的な効果も, 音響的なパラメータと映像的なパラメータを徹底的に関連づけてプログラムを組んだことによって, その同期性は極めて高く, より集中的な聴取をうながせるシステムとなった.

以上の考察から,《Quadlith》において一定の到達点に達したと考える.

6. 参考文献

[1] 檜垣智也, フランソワ・ベイルのアクースモニウムの構想―電子音響音楽の空間化手法に着目して, 音楽表現学会, Vol11, 2013,pp.43-45.
[2] 白井雅人, メディアアートの教科書 フィルムアート社, 2008.
[3] 中村滋延, 演奏ツールとしてのソフトウェアアート―その創造特性と可能性, 芸術工学研究九州大学大学院芸術工学研究院紀要, Ver13, pp.9-30.
[4] C. デイヴィット（石田一志ほか訳）, 現代音楽キーワード事典, 春秋社, 2011, pp.247-294.
[5] R. カーティス（青柳龍也ほか訳）, コンピュータ音楽―歴史・テクノロジー・アート, 東京電機大学出版局, 2008, p.138.
[6] Arduino, http://www.arduino.cc/
[7] Ableton Live, https://www.ableton.com/ja/
[8] vvvv, http://vvvv.org/

7. 著者プロフィール

中間亮佑 (Ryosuke NAKAMA)

1988 年生まれ, 九州大学芸術工学部音響設計学科にて音響学を学ぶ. 現在九州大学大学院芸術工学府在学し, 音楽演奏システムの制作・上演を中心に活動を行う.

中村滋延 (Sigenobu NAKAMURA)

1950 年生まれ. 作曲家, メディアアーティスト, 音楽評論家, 映画研究者. 交響曲 5 曲を含む 100 曲以上のクラシック系現代音楽を作曲. また「音楽系メディアアート」という領域を創成し, 視覚要素を含むコンピュータ音楽やサウンド重視の映像アートを多数制作, 現在, 九州大学大学院教授（芸術工学府コミュニケーションデザイン科学コース, 芸術工学部音響設計学科）