

平成 24 年度 公立はこだて未来大学卒業論文

**Tumlight**  
音楽と同期した光の波紋を演出する LED 照明

佐藤 優大

情報アーキテクチャ学科 b1008154

指導教員 迎山 和司

提出日 2013 年 1 月 31 日

**Tumlight**  
A cup which makes ripple light with music

by

Yudai SATO

BA Thesis at Future University Hakodate, 2013

Advisor: Kazushi MUKAIYAMA

Department of Media Architecture

Future University Hakodate

January 31, 2013

**Abstract**– In this study, I made "Tumlight". It used a solenoid and LED. This is a cup which makes ripple light with music. Music live performance are music and lighting synchronize. It is a main factor of live performance and makes users fun. However we can't always go to a live event. Listening music is popular hobby. It came to listen to music by computer with visualizer. However It can be enjoyed only by computer. Therefore It is not makes users fun. As mentioned above, I made a cup which makes ripple light with music. It is purpose to use this work at a home and to make visionary space. It is makes users fun. After completing the prototype, exhibited with "Maker Faire Tokyo 2012" done in National Museum of Emerging Science and Innovation "Miraikan" on December 1, 2012 and the second. Again exhibited with "open lab" at Future University Hakodate on December 17, 2012. As a result, It was beautiful lighting ripples. And, it was discovered that important to makes a many kind of color light. On the basis of this result I made final work. After completion of the work, exhibited with " Information Design Course Graduation Exhibition Future University Hakodate" done in Hakodate Goryokaku Tower Atrium on January 9, 10 and 11, 2013. As a result , It was relaxed. This work was visionary. There was an opinion that he would like to use it for relax time. And, there was an opinion that he would like to use it by two or more persons. However a solenoid is noisy. It is necessary to solve a sound of a solenoid of operation.

**Keywords:** Music, Lighting , Light Emitting Diode ( LED )

概要: 本研究はソレノイドとLEDにより音楽と同期した光の波紋を天井に投影し、音楽鑑賞を楽しくする作品「Tumlight」を制作した。音楽のライブイベントでは音楽と同期した照明演出がなされ、ライブパフォーマンスの重要な要素として人々を楽しませているが、日常的にライブイベントで音楽を楽しむことは難しい。音楽鑑賞は私たちにとって身近な娯楽の一つであり、音楽鑑賞の方法はコンピュータの普及によってビジュアライザと呼ばれる映像演出と共に音楽を視聴するようになった。しかしビジュアライザはコンピュータの画面上でしか鑑賞できないため、音楽鑑賞を楽しませるための十分な役割を果たしていない。そこで本研究は自宅で音楽鑑賞をする際にも音楽と同期した照明を演出することで、音楽を聴くことをより楽しくできると考え、音楽と同期した照明を演出する装置を制作した。自宅で音楽鑑賞をする際に本作品を使用することで非日常的な空間を作り出し、音楽鑑賞を楽しくすることを目的とした。作品のプロトタイプ完成後は2012年12月1, 2日に日本科学未来館で行われたMaker Faire Tokyo 2012と2012年12月17日に公立はこだて未来大学で行われたオープンラボで本作品の展示を行った。体験者から感想を聞いた結果、演出される光の波紋がきれいという感想や、光の演出に工夫を持たせるなどの評価を得た。この観察結果を元に最終作品の制作を行った。最終作品完成後に2013年2月9, 10, 11日に函館市五稜郭タワーアトリウムで行われた平成24年度公立はこだて未来大学情報デザインコース卒業研究展示会で展示を行った。作品を体験した人からは癒されるという感想があった。本作品が演出する光の波紋が幻想的できれいだったため、休憩時間で本作品を使用したいという意見が見られた。また複数人で音楽鑑賞を共有する体験者もいた。しかしソレノイドの動作音が音楽鑑賞の際に雑音になってしまうため、ソレノイドの動作音の解決が今後の課題として挙げられる。

キーワード: 音楽, 照明, 発光ダイオード (LED)

# 目次

第1章	序論	1
1.1	背景	1
1.2	目的	2
第2章	関連研究	3
2.1	モノを見せる照明デザインの事例	3
2.2	金沢市の夜間都市景観照明の評価に関する研究	3
2.3	マルチメディアコンテンツにおける音楽と映像の調和度計算モデル	3
2.4	音楽噴水 AQUA FANTASY	3
第3章	Tumlight	5
3.1	作品概要	5
3.2	Arduino	6
3.3	Processing	7
3.4	シャーレ	7
3.5	ハイパワーフルカラー LED	7
3.6	ソレノイド	7
3.7	回路	9
3.8	外装	9
3.9	実装	9
第4章	観察と結果	11
4.1	展示方法	11
4.1.1	Maker Faire Tokyo 2012	11
4.1.2	公立はこだて未来大学オープンラボ	11
4.1.3	平成24年度公立はこだて未来大学情報デザインコース卒業研究展示会	12
4.2	観察結果	13
4.2.1	Maker Faire Tokyo 2012	13
4.2.2	公立はこだて未来大学オープンラボ	13
4.2.3	平成24年度公立はこだて未来大学情報デザインコース卒業研究展示会	13
第5章	考察	14
5.1	反応	14

5.2	波紋の演出方法 . . . . .	15
5.3	ソレノイド動作音の問題 . . . . .	15
<b>第 6 章</b>	<b>結論</b>	<b>16</b>
6.1	結論 . . . . .	16
6.2	今後の展望 . . . . .	16

# 第1章 序論

本章では、本研究の背景と目的について述べる。

## 1.1 背景

音楽のライブイベントでは音楽と同期した照明演出がなされ、ライブパフォーマンスの重要な要素として人々を楽しませている(図 1.1)。しかし音楽のライブイベントは常に行われるものではなく、チケットを入手することが困難な場合もあり、日常的にライブイベントで音楽を楽しむことは難しい。

音楽鑑賞は私たちにとって身近な娯楽の一つであり、音楽鑑賞の方法はコンピュータの普及によってインターネットから音楽データを購入手、コンピュータを用いて視聴する方法が主流になった。そしてコンピュータが音楽の再生機器として利用されるようになり、音楽鑑賞を楽しませる要素としてビジュアライザと呼ばれる映像演出と共に音楽鑑賞をするようになった(図 1.2)。しかしビジュアライザはコンピュータの画面上でしか鑑賞できないため、音楽鑑賞を楽しませるための十分な役割を果たしていない。

また、音楽と同期した照明を演出する装置としてシンクロエナジヤイザーというものがある(図 1.3)。電子音に合わせて明滅する照明の付いたゴーグルを装着し、人間の意識コントロールを目指した装置である[2]。シンクロエナジヤイザーは電子音と照明を利用して人をリラックスさせたりするプログラムがあるが、あらかじめ用意された照明と音楽の組み合わせでしか体験できず、自分が聴きたい音楽に使用することができない。また、シンクロエナジヤイザーは専用のゴーグルが必要なため一人でしか使用することができない。

そこで本研究は自宅で音楽鑑賞をする際にも音楽と同期した迫力のある照明を演出することで、音楽鑑賞をより楽しくできると考えた。



図 1.1: 音楽のライブイベントの照明 [1]



図 1.2: ビジュアライザ



図 1.3: シンクロエナジイザー [2]

## 1.2 目的

本研究は音楽と同期した LED 照明の制作を行い、音楽鑑賞を楽しくすることを目的とする。自宅でも音楽と同期した迫力のある照明を演出することによって、非日常的な空間を作り出し、自宅での音楽鑑賞が楽しくなる作品を目指す。

## 第2章 関連研究

本章では、本研究に関連のある研究，作品を挙げる。

### 2.1 モノを見せる照明デザインの事例

「モノを見せる照明デザインの事例」は美術品などのモノを美しく見せるための照明デザインの手法や効果などを紹介している。照明をどのように演出するかは建築やインテリアデザインにおいて重要な役割を果たしており，空間演出において照明は主体的な役割を果たしている [3]。

### 2.2 金沢市の夜間都市景観照明の評価に関する研究

「金沢市の夜間都市景観照明の評価に関する研究」は，金沢市の昼と夜の景観を比較した夜間照明の印象評価の研究である。結果としては，適切な夜間照明を行うことで，景観のイメージが向上し，印象評価が高まったとしている。場所などに応じて照明の輝度や照度を抑制したりすることで対象物をさらに際立たせたり，夜間の都市景観にメリハリを持たせることができると述べている [4]。

### 2.3 マルチメディアコンテンツにおける音楽と映像の調和度計算モデル

「マルチメディアコンテンツにおける音楽と映像の調和度計算モデル」は，アクセント構造及びムードの一致に基づいて音楽と映像の調和の度合いを計算する枠組みを提案する研究である。映像と音楽を組み合わせる際には，それらを適切に組み合わせる必要があると述べている。一般に音楽と映像の調和に関する要因としては，時間的なアクセントの一致による時間的調和と，ムードやシンボリックな意味の一致による意味的調和の2つが存在するとしており，音楽ベースの作品においてはアクセント構造に基づく調和が，音楽と映像の互いの印象を強めあうと述べている [5]。

### 2.4 音楽噴水 AQUA FANTASY

「音楽噴水 AQUA FANTASY」は，京都市駅前で行われているイルミネーション作品である（図 2.1）。音楽に合わせて様々な色に彩られた噴水が演出される。噴水や照明の



演出にはコンピュータを使用している．音楽に合わせて一律に足並みをそろえて噴水したり，照明の色が変化するなど，美しいパフォーマンスで人々を魅了している [6].



図 2.1: 音楽噴水 AQUA FANTASY[6]

## 第3章 Tumlight

本章では、制作した Tumlight の作品概要と仕様について述べる。

### 3.1 作品概要

本作品はLED、ソレノイド、水を使用して音楽と同期した光の波紋を天井に投影することで、音楽鑑賞を楽しくする作品である。ソレノイドとは電流を流すことによって鉄心が上下運動する電子部品のことである。シャーレと呼ばれる透明の容器に水を入れ、その容器の下から輝度の高いLEDの照明を当てることで光の波紋を天井に投影する。シャーレとは微生物の培養実験で用いられるプラスチックの平皿のことである。水を作品に使用した理由は水は反射、拡散効果があり、LEDから放たれる光の色を滑らかに変化させ、演出することが可能なためである。波紋の演出にはバネとソレノイドを使用した。バネの上に水の入ったシャーレを置き、その下からLEDの照明を当てる。ソレノイドの鉄心の可動により、バネに振動を与えることで水の入ったシャーレに振動が伝わり、光の波紋が演出されるという仕組みである。これらを実装するために Arduino UNO（以降、Arduino と呼ぶ）を使用した。音楽の再生に関してはコンピュータを使用した。天井に光を投影した理由は自宅でLED照明を投影する際に壁や床では家具などが設置されている場合が多いため、天井であれば光の波紋を美しく演出できるためである。想定する天井の高さは一般的な部屋の天井の高さである、2000mm から 2400mm とした。作品の外装は持ち運びがしやすいようにタンブラーの形状にした。作品名の Tumlight（タムライト）は作品の本体がタンブラーの形状をしているため、Tumbler と照明、Light を合わせて Tumlight とした。タンブラーとは飲み物を入れるためのコップである。



図 3.1: Tumlight



図 3.2: Tumlight 動作時



図 3.3: 使用状況

## 3.2 Arduino

Arduino とは統合開発環境 (Arduino IDE) を備え, AVR マイコンを搭載したマイコンボードである (図 3.4). Arduino のマイコンボードには大きさや入出力ポートの数の違い等により様々なバージョンが存在する. 本作品では現在最も標準的に使用されている Arduino UNO を使用した. Arduino UNO は 6 個のアナログ入力と 11 個のデジタル入出力を備えている. また, 5 V 電源で動作し, 給電方法は USB 給電と外部アダプタの 2 種類がある.

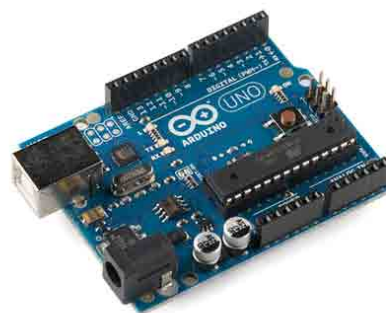


図 3.4: Arudino UNO[7]

### 3.3 Processing

Processing は Java をベースにしたデザイナー、アーティスト向けの開発環境である。Processing に内蔵されているエディタでプログラムを書き、実行するだけで、Windows、Mac、Linux で動作するグラフィカルなソフトウェアを作成できる [8]。

### 3.4 シャーレ

シャーレとは微生物の培養実験で用いられるプラスチックの平皿のことである (図 3.5)。本作品では外形 90mm、高さ 20mm のシャーレを使用した。光の波紋を演出するためにシャーレの中に水を入れて使用した。その際水がこぼれないように透明のビニールテープで容器本体と蓋を接着した。



図 3.5: シャーレ

### 3.5 ハイパワーフルカラー LED

本作品の照明として使用した LED は 3 W 級 RGB 大容量発光ダイオード (秋月電子 OSTCXBC 1 C 1 S) を使用した (図 3.6) [9]。ハイパワーフルカラー LED は輝度が高いため天井に光を投影することが可能であり、光の 3 原色である Red, Green, Blue (以降それぞれ R, G, B と呼ぶ) を組み合わせることで様々な色の発光ができるものである。

### 3.6 ソレノイド

ソレノイドはプッシュソレノイド (タカハ機工 CB0730) を使用した (図 3.7)。ソレノイドとは、コイルに電流を流した際に発生する磁束により、固定鉄心に作用する吸引力で可動鉄心が動作する電子部品である。今回使用したプッシュソレノイドとは可動鉄心プッシュバーを装着することで、吸引動作と突出動作を同時に行うものである [10]。



図 3.6: ハイパワーフルカラー LED[9]



図 3.7: ソレノイド

### 3.7 回路

本作品の主な使用部品はハイパワーフルカラー LED とソレノイドである。ハイパワーフルカラー LED は R には 150  $\Omega$  を G, B には 100  $\Omega$  の抵抗を使用し, R には 16.6mA, G, B には 17.0mA の電流を流し, 5 V の電源を供給した。ソレノイドにはトランジスタアレイ (東芝トランジスタ TD62083APG) を使用し, 逆起動電力の防止や電流の負荷を軽減している。ソレノイドは 12V の電源を供給する必要があるため, Arduino に 12V の AC アダプタを接続した。

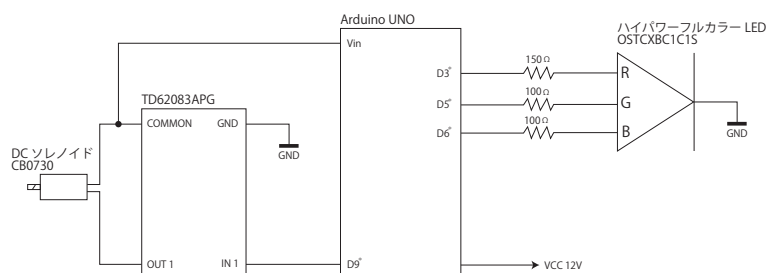


図 3.8: 回路図

### 3.8 外装

外装は自宅で持ち運びすることを想定し, タンブラーの形にした。自宅で音楽鑑賞をする際にテーブルの上で使用することを想定するため, 他の家具などと一緒に設置しても違和感のないようにタンブラー型のデザインにした。設計はシャーレ, パネ, Arduino を含めた基板, 12V の AC アダプタ, Arduino とコンピュータを接続するための USB ケーブルを組み込むようにした (図 3.9)。パネの上に水を入れたシャーレを置き, その下から LED の照明を当て, パネにソレノイドで振動を与えて光の波紋を演出する。制作は Rhinoceros という 3 D モデリングソフトでデザインを行い 3 D プリンタで出力を行った。AC アダプタと USB ケーブルは一度切断し外装の中で結線を行うことで, ケーブルを通す穴を小さくした。寸法は高さが 190mm, 上面の直径が 100mm, 底面の直径が 60mm, USB ケーブルと AC アダプタの配線の穴は 5 mm で制作した。作品本体は USB ケーブルでコンピュータ, AC アダプタで 12V の電源と接続している。

### 3.9 実装

ハイパワーフルカラー LED とソレノイドの制御は Arduino IDE と Processing を用いてシリアル通信を利用している。シリアル通信とは Arduino がコンピュータとデータ交換するための通信手段のことである。Arduino は Serial という名前で参照される 1 組のシリアルポートを持っている [11]。音楽の再生はコンピュータを使用した (図 3.10)。Processing の音声処理ライブラリの Minim を用いて周波数解析を行った。Minim とは Processing 1.0 以降のバージョンで標準のサウンドライブラリである [12]。ソレノイドは音楽の低音域の

周波数に合わせて鉄心を動作させている．今回判定に使用した閾値は 80 ~ 170Hz の周波数の値を使用した．これは音楽の低音域の周波数になっており，主に音楽のリズムを刻んでいるベースなどの音域に当たる．低音域の周波数を判定に使用することで音楽のリズムに合わせてソレノイドを動作させることができると考えた．

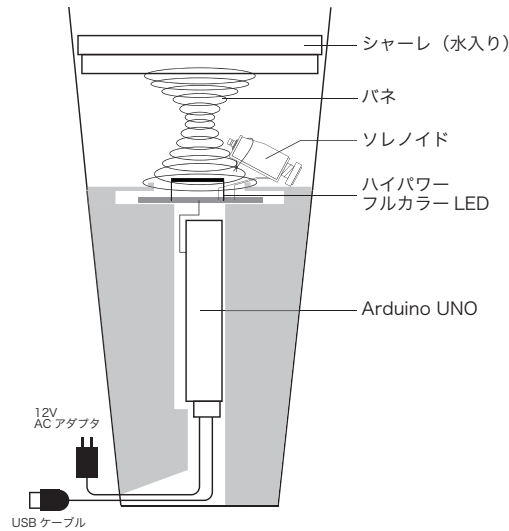


図 3.9: 外装設計図

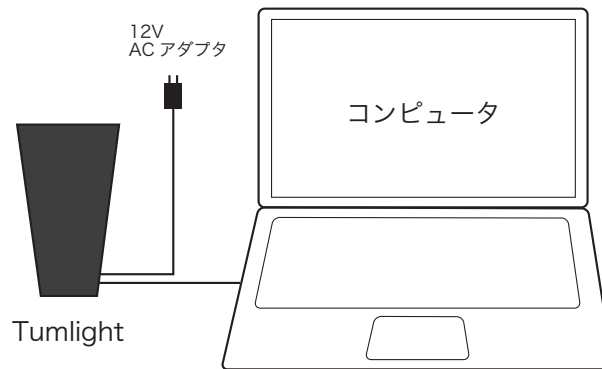


図 3.10: 接続図

## 第4章 観察と結果

本章では、本作品の体験者の観察を行った結果について述べる。

### 4.1 展示方法

展示会のそれぞれの展示方法について述べる。

#### 4.1.1 Maker Faire Tokyo 2012

2012年12月1日、2日に日本科学未来館で開催された Maker Faire Tokyo 2012 で外装をコート紙で制作したプロトタイプを展示し、体験者の感想や作品の問題点を得た。本作品を幅 350mm、高さ 400mm の小さな暗室に入れヘッドホンを使用して音楽を聴いてもらい、作品を体験させた。暗室にもぐってもらい、暗室の天井部分を見るように体験者に促した。Maker Faire Tokyo 2012 は大規模なイベントで、男女問わず 10 才未満の子供から 50 代の大人まであらゆる人が訪れた。



図 4.1: 展示風景



図 4.2: 暗室の中の様子

#### 4.1.2 公立はこだて未来大学オープンラボ

2012年12月17日に公立はこだて未来大学で行われたオープンラボで外装をプラスチックダンボール板で制作した作品のプロトタイプを展示し、体験者の感想や作品の問題点を得た。Maker Faire Tokyo 2012 と同様に本作品を幅 350mm、高さ 400mm の小さな暗室に入れヘッドホンを使用して音楽を聴いてもらい、作品を体験させた。暗室にもぐっても



らい，暗室の天井部分を見るように体験者に促した．公立はこだて未来大学オープンラボでは主に 20 代の大学生が訪れた．



図 4.3: 展示風景

#### 4.1.3 平成 24 年度公立はこだて未来大学情報デザインコース卒業研究展示会

2013 年 2 月 9 日，10 日，11 日に函館市五稜郭タワー 1 階アトリウムで行われた平成 24 年度公立はこだて未来大学情報デザインコース卒業研究展示会（以下卒展と呼ぶ）で本作品の展示し，体験者の感想などを得た．卒展ではエアードームという直径 6000mm，高さ 5000mm ほどのドーム型の暗室の中で展示を行った．卒展ではコンピュータのスピーカーから音楽を視聴してもらい，作品を体験させた．卒展では男女問わず 10 才未満の子供から 50 代の大人まであらゆる人が訪れた．

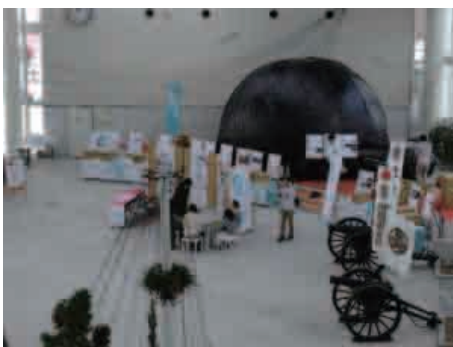


図 4.4: 卒展の風景



図 4.5: 展示風景

## 4.2 観察結果

展示会のそれぞれの観察結果について述べる。

### 4.2.1 Maker Faire Tokyo 2012

本作品を体験した人で一番多かった感想は演出される光の波紋が音楽と同期しているため、きれいという感想だった。1人当たりの体験時間はおよそ1分程度で、およそ15人ほどに体験してもらった。本物の部屋で使用することを伝えると、実際に自宅で試してみたいという意見もあった。いつ使用したいかと体験者に質問した結果、家で寝る前など落ち着いてリラックスした時に使用したいという意見を得た。また光の演出方法では色のパリエーションを増やすとよいなどの意見を得た。

外装をコート紙で制作したため、ソレノイドの動作によって本作品が倒れやすいという問題点が見つかった。本作品は水を使用するため倒れないように、外装の底の方に重心をおく必要があることがわかった。

### 4.2.2 公立はこだて未来大学オープンラボ

本作品を体験した人で一番多かった感想は Maker Faire Tokyo 2012 と同様に、演出される光の波紋が音楽と同期しているため、きれいという感想だった。1人当たりの体験時間は3分程度で、およそ15人ほどに体験してもらった。Maker Faire Tokyo 2012 と比べ作品の感想だけでなく作品自体の仕組みを聞いてくる人が多かった。どのように光の波紋を演出しているのか、音楽と照明演出をどのように同期させているのかななどの質問があった。Maker Faire Tokyo 2012 と同様にいつ使用したいかと体験者に質問した結果、ベッドに寝ながら見たい、友人と一緒に音楽を聴くときに使用したいなどの意見を得た。また同じ光の色で波紋の強弱だけを楽しみたいという意見もあった。

外装をプラスチックダンボール板で制作し倒れないようにした。基板を外装の下の方に設置し安定させることができ、体験者に本作品の基板を見せる際も容易に行えた。

### 4.2.3 平成24年度公立はこだて未来大学情報デザインコース卒業研究展示会

本作品を体験した人で一番多かった感想は癒されるという感想だった。Maker Faire Tokyo 2012 と公立はこだて未来大学オープンラボの時と比べ、曲を最後まで聴く体験者が多く見られた。音楽の波紋の演出方法に水を用いていることに驚く体験者が多かった。使用状況としては本作品を使用してリラックスしたいや、寝る前などにくつろぎながら使用したいという意見を得た。また、コンピュータのスピーカーで音楽を視聴してもらったため、複数人で会話をしながら本作品を鑑賞する状況が見られた。

卒展では外装は3Dプリンタで出力した後だったため、シャーレを自由に取り外しすることができた。パネとソレノイドと水による波紋の演出方法を体験者に説明することも容易に行うことができた。

## 第5章 考察

本章では、展示会で得られた評価を元に行った考察について述べる。

### 5.1 反応

本作品を体験した人が「きれい」という印象を受けた理由として、演出する光の波紋が音楽に合わせて変化したためだと考えられる。音楽が盛り上がる部分と静かな部分で演出される波紋に変化があり、音楽と同期的な演出をすることができた。音楽が静かなときは波紋が止まるなど波紋の変化が様々だったため、体験者を飽きさせない演出ができたといえる。自宅で使用したいという意見が多かった理由としては、波紋を天井に投影したことによって寝転がって使用することを体験者が想定したと考えられる。本作品の使用法として、リラックスして音楽を聴くという使用法が考えられる。特に卒展では多くの体験者が本作品の感想として癒されると評価した。卒展ではエアードームの中で展示したため、体験者に本作品を自宅の天井で使用する状況と近い状況で展示を行うことができた。演出する波紋も巨大なものを体験者に見せることができた。またエアードーム内では座って本作品を鑑賞することができた。座って本作品を鑑賞することで自宅を使用するということが体験者がイメージしやすかったため、癒されるという評価につながったと考えられる。他の使用法としては複数人で使用することが挙げられる。本作品はシンクロエナジヤザーのように専用のゴーグルは不用なため、演出される光の波紋を複数人で同時に鑑賞することができる。また音楽もスピーカーから聴くことができるので、音楽鑑賞を他人と共有する際に本作品を使用することができる。卒展ではコンピュータのスピーカーから音楽を視聴してもらった。本作品を鑑賞しながら「きれい、癒される」の会話があったことから、本作品は複数人で使用する場合音楽鑑賞において会話などを呼び起こすことがわかった。

Maker Faire Tokyo 2012 と公立はこだて未来大学オープンラボで体験時間に差が生じたことは、公立はこだて未来大学が情報系の大学で、モータの制御やプログラミングを勉強している学生が多いことが考えられる。公立はこだて未来大学の学生が本作品の制御方法を知ろうとして、長い間作品を体験したと考えられる。

卒展で体験者が本作品の波紋の演出の仕組みに驚いていた理由として、本作品の外装が完成していたことが要因として挙げられる。外装が完成した後だったため、水入りのシャーレに体験者が気づきやすかった。シャーレに入った水をどのように揺らしているのかを明らかにするために体験者が作品本体を見る動作が多く見られた。

## 5.2 波紋の演出方法

現状はソレノイドを低音に合わせて動作させ、光の波紋を演出している。本作品が音楽と同期的で見ていて飽きないなどの意見があったことから、低音に合わせて波紋を演出することによって音楽のリズムに合わせた演出をできたといえる。水を使用して波紋に変化を持たせたことや、ハイパワーフルカラーLEDを使用して様々な色の発光をし、輝度の高い光を天井に投影できたことが演出に迫力を与えることができた。

## 5.3 ソレノイド動作音の問題

本作品を使用する際にソレノイドの動作音が発生してしまうため、ヘッドホンを使用して音楽を視聴するようにした。しかし自宅で本作品を使用する際にスピーカーで音楽を聴くことが予想されるため、ソレノイドの動作音が雑音となってしまう。外装でソレノイドを覆ってしまうなど、ソレノイドの動作音を軽減する必要があることがわかった。

## 第6章 結論

本章では、本研究の成果と今後の展望について述べる。

### 6.1 結論

本研究では音楽鑑賞を楽しくすることを目的に、音楽と同期した光の波紋を演出するLED照明「Tumlight」を制作をした。観察結果から本作品は音楽と同期した演出をすることができたといえる。音楽の周波数に合わせてLEDの光の色を変化させ、低音に合わせてソレノイドを動作させた結果、音楽の盛り上がる部分と静かな部分で波紋の迫力を変化させることができ、体験者を飽きさせることなく音楽鑑賞をしてもらうことができた。また本作品は「癒し」という効果もあることがわかった。演出する波紋が大きくきれいだった点と、寝ながら波紋を見ることができるといった点が自宅でのリラックスタイムで使用するということを体験者に連想させたといえる。3回の観察結果より本作品が音楽と同期的な照明の演出ができ、音楽鑑賞を楽しくすることができたと言える。

### 6.2 今後の展望

今後の展望として本作品の使用状況に合わせた演出を変えることが挙げられる。観察によって本作品を自宅で使用する状況は様々あることがわかった。友人と音楽を楽しむことを共有することに使いたい人や、寝る前にリラックスする際に使いたい人などがいた。このような様々な使用状況に合わせてLEDの色の変化や点滅方法に変化を考える必要がある。また、ソレノイドの動作音を軽減するために、外装でソレノイドを覆ってしまうなど、工夫する必要がある。

## 謝辞

本研究の機会を与えてくださり、数々の貴重なご指導を頂いた迎山和司准教授（公立はこだて未来大学システム情報科学部情報アーキテクチャ学科）に深く感謝いたします。また、多くの助言を頂いた迎山研究室の相内祥平さん、井上慶彦さん、大木笙平さん、北山史朗さん、成田桃子さん、八城朋仁さんに感謝致します。最後になりましたが、Maker Faire Tokyo 2012、公立はこだて未来大学オープンラボ、平成 24 年度公立はこだて未来大学デザインコース卒業研究展示会にて、多くの貴重な意見を頂いた皆様に感謝致します。

## 参考文献

- [1] サカナクション 「SAKANAQUARIUM 2011 DocumentaLy」 ,  
<http://www.newaudiogram.com/editors/livereview/319112150.php>
- [2] photo memo Monologue , <http://blog.goo.ne.jp/photo-meme/e/55f78fb424eb882d0e9704ba40972839>
- [3] 小山亜紀, モノや場を見せる照明デザインの事例, 照明学会誌第 91 巻第 6 号 pp313-325, 2007
- [4] 長山信一, 金沢市の夜間都市景観照明の評価に関する研究, 社団法人映像情報メディア学会, 2002
- [5] 西山正紘, マルチメディアコンテンツにおける音楽と映像の調和度計算モデル, 社団法人情報処理学会, 2007
- [6] 京都市産業観光局, 音楽噴水 AQUA FANTASY ,  
<http://kanko.city.kyoto.lg.jp/aquafantasy/>
- [7] ロボショップ, <http://www.vstone.co.jp/robotshop/>
- [8] 田中孝太郎, Built with Processing デザイン/アートのためのプログラミング入門 ver.1.x 対応版, 2010
- [9] 秋月電子通商, <http://akizukidenshi.com/catalog/g/gI-03745/>
- [10] 小林茂, Prototyping Lab 「作りながら考える」ための Arduino 実践レシピ, 株式会社オライリー・ジャパン, 2010
- [11] Massimo Banzi, Arduinoをはじめよう, 株式会社オライリー・ジャパン, 2012
- [12] Yasushi Noguchi, サウンドの基本, <http://r-dimension.xsrv.jp/>

## 付録その1

### Tumlight に使用した部品一覧

- ハイパワーフルカラー LED 3 W 級 RGB 大容量発光ダイオード OSTCXBC 1 C 1 S (秋月電子) 1 個
- カーボン抵抗 (炭素皮膜抵抗) 1 / 4 W150 (秋月電子) 1 個
- カーボン抵抗 (炭素皮膜抵抗) 1 / 4 W100 (秋月電子) 2 個
- プッシュソレノイド CB0730 (タカハ機工) 1 個
- トランジスタアレイ ( 8 ch ダーリントンシンクドライバ) TD62083APG (秋月電子) 1 個
- IC ソケット 18P (秋月電子) 1 個
- Arduino UNO ( SWITCH SCIENCE ) 1 個
- ピンヘッダオス (秋月電子) 28 ピン
- 超小型スイッチング AC アダプタ 12V 0.4A100 ~ 240V GP05-US1204 1 個
- USB2.0 ケーブル A-B タイプ 1 個



## 付録その2

### Arudino IDE のプログラム

```
String txtMsg = "";
int lastStringLength = txtMsg.length();

void setup() {

  Serial.begin(9600);
  pinMode(3, OUTPUT);
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(6, OUTPUT);
  pinMode(9, OUTPUT);
}

void loop() {

  while (Serial.available() > 0) {
    char inChar = Serial.read();
    txtMsg += inChar;
  }

  if (txtMsg == "1") {
    digitalWrite(9, HIGH);
  }
  if (txtMsg == "0") {
    digitalWrite(9, LOW);
  }

  if (txtMsg == "3") {
    digitalWrite(3, HIGH);
  }

  if (txtMsg == "5") {
    digitalWrite(3, LOW);
  }
}
```

*Tumlight*

```
    }

    if (txtMsg == "5") {
        digitalWrite(5, HIGH);
    }
    if (txtMsg == "6") {
        digitalWrite(5, LOW);
    }

    if (txtMsg == "6") {
        digitalWrite(6, HIGH);
    }
    if (txtMsg == "3") {
        digitalWrite(6, LOW);
    }

    lastStringLength = txtMsg.length();
    txtMsg = "";
}
```

## 付録その3

### Processing のプログラム

```
import processing.serial.*;
import ddf.minim.analysis.*;
import ddf.minim.*;
Serial myPort;

float S_a1;
float S_a3;
float S_a5;
float S_a6;

Minim minim;
AudioPlayer player;
FFT fft;
String windowName;

void setup()
{
  size(512, 512);
  stroke(0);
  myPort=new Serial(this,"/dev/tty.usbmodemfd111",9600);
  minim = new Minim(this);
  S_a1 = 90;
  S_a3 = 100;
  S_a5 = 110;
  S_a6 = 120;

  player = minim.loadFile("bahha.mp3", 512);//音楽の選択 mp3 ファイル
  player.loop();

  fft = new FFT(player.bufferSize(), player.sampleRate());
  println("sampling rate is " +player.sampleRate());
  println("spec size is " +fft.specSize());
  println("bandwidth is: " +fft.getBandWidth());
}
```

*Twilight*

```
}

void draw()
{
  background(0);
  fft.forward(player.mix);
  if (fft.getBand(1) > S_a1){
    myPort.write("1");
  }
  else{
    myPort.write("0");
  }

  if (fft.getBand(1) > S_a3){
    myPort.write("3");
  }

  if (fft.getBand(1) > S_a5){
    myPort.write("5");
  }

  if (fft.getBand(1) > S_a6){
    myPort.write("6");
  }

  stroke(0);
  line(0,height-S_a1*4,width,height-S_a1*4);

  for(int i = 0; i < fft.specSize(); i++)
  {
    line(i, height, i, height - fft.getBand(i));
    if(i==1){
      stroke(255,0,0);
    }
    else{
      stroke(0,0,255);
    }
  }
}

void stop()
```

*Twilight*

```
{  
  player.close();  
  minim.stop();  
  super.stop();  
}
```

## 目 次

1.1	音楽のライブイベントの照明 [1]	1
1.2	ビジュアライザ	1
1.3	シンクロエナジャイザー [2]	2
2.1	音楽噴水 AQUA FANTASY[6]	4
3.1	Tumlight	5
3.2	Tumlight 動作時	5
3.3	使用状況	6
3.4	Arudino UNO[7]	6
3.5	シャーレ	7
3.6	ハイパワーフルカラー LED[9]	8
3.7	ソレノイド	8
3.8	回路図	9
3.9	外装設計図	10
3.10	接続図	10
4.1	展示風景	11
4.2	暗室の中の様子	11
4.3	展示風景	12
4.4	卒展の風景	12
4.5	展示風景	12