

Title	Dramagic : 机上遊びを拡張するサウンドアニメーションのデザイン
Sub Title	Dramagic : sound animation design for enchanted things
Author	山本, 滯(Yamamoto, Mio) 南澤, 孝太(Minamizawa, Kota)
Publisher	慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科
Publication year	2015
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	修士学位論文. 2015年度メディアデザイン学 第475号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40001001-00002015-0475">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40001001-00002015-0475</a>

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

修士論文 2015 年度（平成 27 年度）

Dramagic: 机上遊びを拡張する  
サウンドアニメーションのデザイン

慶應義塾大学大学院  
メディアデザイン研究科

山本 澪

本論文は慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科に  
修士(メディアデザイン学) 授与の要件として提出した修士論文である。

山本 澪

審査委員：

南澤 孝太 准教授 (主査)

稲蔭 正彦 教授 (副査)

砂原 秀樹 教授 (副査)

修士論文 2015年度（平成27年度）

## Dramagic: 机上遊びを拡張する サウンドアニメーションのデザイン

カテゴリー：デザイン

### 論文要旨

本研究では、ディズニーに見られる技術的基盤を隠して「魔法」と錯覚させる技法を用いて、日常生活において物に魔法をかけ、人々の能動的体験を引き出すサウンドアニメーション技術を確立する。その上で、子供達の想像力を高める机「Dramagic」を提案する。Sony Music Entertainment社と共同で二子玉川ライズで開催された子供向けのイベントをフィールドとして検証を行った。能動的体験を引き出すサウンドアニメーション技術とは、人が自ら物を触る、組み合わせて表現をするなどの身体的行動を起こしたくなる、現実世界の音をアニメーションの世界のように変容する技術と定義する。本研究では実際に市販されている机を用いることで、実際に子供達が使用できることを示し、2015年12月に開催された子供向けイベント「Challenge Fes 2015」にて「Dramagic」を子供達に使用してもらうことで、子供達の想像力が高まった様子を示した。

キーワード：

魔法, インタラクションデザイン, サウンドアニメーション, 想像力, 子供

慶應義塾大学大学院 メディアデザイン研究科

山本 澪

Abstract of Master's Thesis of Academic Year 2015

## Dramagic : Sound Animation Design for Enchanted Things

Category: Design

### Summary

This research proposes augmenting physical experience with unreal sonic effects to intrigue children's emotional experience and physical activities, and inspire their creativity. To explore the idea, we present Dramagic, a playful furniture that enhances authentic sounds occurring on the furniture with cartoon sonic effects. To validate the proposed design, we conducted a field test to observe children experiencing. The results indicated that augmenting sonic experience intrigued more physical actions, such as touching, scratching, and rubbing. Moreover, children became more creative and tend to make stories with the playful sound interactions.

### Keywords:

Enchanted Things, Interaction Design, Sound Animation, Imagination, Children

Graduate School of Media Design, Keio University

Mio Yamamoto

# 目 次

第1章 序論	1
1.1. はじめに	1
1.2. テクノロジーによる空間の演出	2
プロジェクションマッピング	2
生活空間における空間演出技術	4
1.3. 子供の想像力を育むテクノロジー	8
1.4. 本研究の目的	10
1.5. 本論文の構成	10
第2章 関連研究	11
2.1. 空間変容	11
IllumiRoom	11
Daylight Window	12
2.2. 12 principles of animation	13
2.3. 現実世界にキャラクター性を拡張する	17
でるキャラ	17
PINOKY	18
POPAPY	18
2.4. テクノロジーと子供の想像力	19
teamLab	19
TOPOBO	22
2.5. 音を用いて想像力を高めるもの	23
クラフトがっき	23

---

Write More . . . . .	24
CLIP DRUM KIT . . . . .	24
MoffBand . . . . .	25
Sound Candy . . . . .	25
2.6. サウンドレンダリング . . . . .	26
Animating Fire with Sound . . . . .	27
2.7. 本章のまとめ . . . . .	28
<b>第3章 コンセプト</b>	<b>30</b>
3.1. プロジェクト概要・目的 . . . . .	30
3.2. ワークショップ・試作 . . . . .	30
3.3. Mooditioner . . . . .	36
空間を変える . . . . .	36
光で空間を変える . . . . .	38
Mooditioner . . . . .	40
3.4. コンセプトメイキング . . . . .	44
Enchanted Things . . . . .	44
音を用いたアニメーションのデザイン . . . . .	45
物理現象との因果関係 . . . . .	47
3.5. コンセプト . . . . .	48
スケッチ・見た目 . . . . .	50
3.6. 本章のまとめ . . . . .	51
<b>第4章 実装</b>	<b>52</b>
4.1. サウンドアニメーションの設計 . . . . .	52
12 principles of animation の応用 . . . . .	52
立体感のある描画 . . . . .	63
食事のシーン . . . . .	67
ギターエフェクトの利用 . . . . .	69
プロトタイプの分類 . . . . .	70

---

4.2. 1st プロトタイプ	72
機材を用いて机に設置	72
サウンドアニメーションを試す	74
考察	75
4.3. 2nd プロトタイプ	76
子供のための机のデザイン	76
素材の選定	80
考察	80
4.4. 本章のまとめ	83
<b>第5章 ユーザーテスト</b>	<b>84</b>
5.1. Sony Music Entertainment との共同実験	84
経緯	84
Challenge Fes 2015	85
5.2. 考察	88
年齢別の反応の違い	88
音の変容を楽しんでいるかの証明	92
5.3. 本章のまとめ	93
<b>第6章 結論</b>	<b>95</b>
謝辞	97
参考文献	99



# 目次

1.1	ボンボヤージュ <sup>3</sup> . . . . .	2
1.2	東京ディズニーランドステーション <sup>3</sup> . . . . .	2
1.3	ナイトワンダーアクアリウム <sup>4</sup> . . . . .	3
1.4	魚たちはクリスマスの夢をみる <sup>5</sup> . . . . .	3
1.5	東京ディズニーランド「ワンス・アポン・ア・タイム」 <sup>3</sup> . . . . .	4
1.6	Panasonic 社の「Space Player」 <sup>6</sup> . . . . .	5
1.7	Space Player を用いた演出例 <sup>16</sup> . . . . .	5
1.8	Space Player を用いた演出例 <sup>26</sup> . . . . .	5
1.9	PHILIPS 社の製品「HUE」 <sup>7</sup> . . . . .	6
1.10	HUE を用いた演出例 <sup>7</sup> . . . . .	6
1.11	4K 超短焦点プロジェクター <sup>8</sup> . . . . .	7
1.12	シンフォニックライトスピーカー <sup>8</sup> . . . . .	7
1.13	えまきもん！びっくりたまご之巻 <sup>9</sup> . . . . .	9
1.14	My 雲龍図 <sup>9</sup> . . . . .	9
1.15	ワークショップの様子 <sup>10</sup> . . . . .	9
1.16	日本科学未来館「おや？っこひろば」 <sup>11</sup> . . . . .	9
2.1	Microsoft 社の IllumiRoom <sup>1</sup> . . . . .	12
2.2	PHILIPS 社の Daylight Window <sup>2</sup> . . . . .	12
2.3	12 principles of animation <sup>4</sup> . . . . .	16
2.4	苗村研究室「でるキャラ」 <sup>5</sup> . . . . .	17
2.5	PINOKY <sup>6</sup> . . . . .	18
2.6	POPAPY <sup>7</sup> . . . . .	18

2.7	お絵描き水族館 <sup>9</sup> . . . . .	20
2.8	スケッチピストン <sup>9</sup> . . . . .	20
2.9	小人が住まう黒板 <sup>9</sup> . . . . .	21
2.10	天才ケンケンパ <sup>9</sup> . . . . .	21
2.11	つながる！積み木列車 <sup>9</sup> . . . . .	22
2.12	MediaBlockChair <sup>9</sup> . . . . .	22
2.13	TOPOBO <sup>10</sup> . . . . .	22
2.14	クラフトがっき <sup>11</sup> . . . . .	24
2.15	Write More <sup>12</sup> . . . . .	25
2.16	CLIP DRUM KIT <sup>14</sup> . . . . .	25
2.17	MoffBand <sup>15</sup> . . . . .	26
2.18	Sound Candy <sup>16</sup> . . . . .	26
2.19	Animating Fire with Sound <sup>20</sup> . . . . .	27
3.1	スケジュール . . . . .	31
3.2	メンバー . . . . .	31
3.3	三つの方向性（第1フェーズ最終報告資料より） . . . . .	33
3.4	LivingLabTokyoでのワークショップの様子 . . . . .	34
3.5	プロトタイプ一覧（第2フェーズ最終報告資料より） . . . . .	35
3.6	様々なフィールドでのテスト（第2フェーズ最終報告資料より） . . . . .	35
3.7	コンテキストを与えてのテスト（第2フェーズ最終報告資料より） . . . . .	36
3.8	電化製品の普及率 <sup>2</sup> . . . . .	37
3.9	LUMINARAのLEDキャンドル <sup>3</sup> . . . . .	38
3.10	Dramatic Space . . . . .	39
3.11	Fake Windowのプロトタイプ一覧 . . . . .	40
3.12	Fake Windowによる演出例（第2フェーズ最終報告資料より） . . . . .	41
3.13	Mooditioner . . . . .	41
3.14	Mooditionerを用いて映画の空間を広げる . . . . .	42
3.15	MoodSalonイメージ図 . . . . .	43
3.16	Mooditionerから魔法的な経験を作り出す ”何か ”へ . . . . .	45

3.17	現実世界の物体に魔法をかけるという概念「Enchanted Things」	46
3.18	物体そのものの形状を変化させることは難しい	46
3.19	デバイスを装着するのではなく、テーブルに仕掛けをする	49
3.20	Dramagic のイメージ図	49
3.21	Dramagic のシステム図	50
3.22	Dramagic を子供部屋で使用したイメージ図	51
4.1	条件による分類図	56
4.2	ハイスピードカメラで撮影したスーパーボール <sup>1</sup>	58
4.3	「押し潰しと伸縮」のアニメーションでの描画	58
4.4	「押し潰しと伸縮」を音でデザインする	58
4.5	既存のエフェクター	60
4.6	パソコンのエフェクター	60
4.7	Max MSP を用いたパッチ「押し潰しと伸縮」	61
4.8	「スローインとスローアウト」のアニメーションでの描画	63
4.9	「スローインとスローアウト」を音でデザインする	64
4.10	Max MSP を用いたパッチ「スローインとスローアウト」	64
4.11	マイクの設置位置の真下にスピーカーを設置した	65
4.12	小人が走る」を音でデザインする	66
4.13	Max MSP を用いたパッチ「小人が走る」	66
4.14	Max MSP を用いたパッチ「ぐつぐつ」	68
4.15	Max MSP を用いたパッチ「氷」	68
4.16	Max MSP を用いたパッチ「ディストーション」	69
4.17	Max MSP を用いたパッチ「ワウ」	70
4.18	プロトタイプの種類	71
4.19	プロトタイプで使用した機材	73
4.20	1st プロトタイプ	73
4.21	ボールの弾力性を拡張	74
4.22	浮かせたケースでも反応	74
4.23	キャラクター性の拡張	75

4.24	箱の移動感を拡張 . . . . .	75
4.25	ehon naname table . . . . .	77
4.26	機材設置図 . . . . .	77
4.27	収納棚設計図 . . . . .	78
4.28	横から見た図 . . . . .	78
4.29	上から見た図 . . . . .	78
4.30	2nd プロトタイプで使した機材 . . . . .	79
4.31	スピーカー . . . . .	79
4.32	機材を収納した様子 . . . . .	79
4.33	素材 . . . . .	81
4.34	2nd プロトタイプ . . . . .	81
4.35	キリンの人形を用いて遊ぶ様子 . . . . .	82
4.36	スーパーボールで机を叩いて遊ぶ様子 . . . . .	83
5.1	Challenge Fes 2015 の会場 . . . . .	86
5.2	準備の様子 . . . . .	86
5.3	初めて体験した時の表情 . . . . .	86
5.4	音を聞くと、笑顔が生まれ、自分でも動かしはじめる . . . . .	87
5.5	体験した子供達の様子 . . . . .	87
5.6	傾斜を利用した遊び . . . . .	91
5.7	作品：テレビ . . . . .	91
5.8	作品：シーソー . . . . .	91
5.9	作品：階段 . . . . .	91
5.10	3名が同時に体験した様子 . . . . .	93

# 目 次

3.1	Sync-In の対象と具体例 . . . . .	32
4.1	1st プロトタイプ使用機材 . . . . .	72
4.2	2nd プロトタイプ使用機材 . . . . .	80
5.1	Challenge Fes 2015 でのユーザーテストの詳細 . . . . .	85

# 第1章 序

# 論

## 1.1. はじめに

「十分に発達した科学技術は，魔法と見分けが付かない」これは，SF作家アーサー・C・クラークが著書「未来のプロフィール」<sup>1</sup>で，クラークの三法則として定義したもののうちのひとつである．アニメーションやゲームにおけるファンタジー世界で何度も表現されてきた魔法は，その仕組みが現在の科学技術で再現し得ないからこそ魔法として定義される．一方で，仕組みが目に見えなければ，それは魔法だと錯覚させることもできる．

ディズニーのテーマパークでは，そういった見せ方が徹底されている．J・P・テロツテが著書の「ディズニーを支えた技術」<sup>2</sup>の冒頭で語っているように，パーク内では大半を目に触れない状態にすることで，技術的基盤が魔法で動いているかのように錯覚させている．東京ディズニーリゾート<sup>3</sup>内でも，飲食店や土産物屋，映画スタジオなどがすべてディズニーの魔法の世界の中で運営されており，その徹底ぶりが魔法の雰囲気さをさらに高めていると言えるだろう．さらに，その魔法はパークに入場した瞬間にかかるものではない．最寄駅である舞浜駅に降り立った瞬間から，少しずつディズニーの魔法のエッセンスは溶け出している．

駅を出てすぐ，坂を登っていく中で，すでに劇中劇のようなキャラクターの看板が立ち並び，微かにディズニーに関連した音楽が聞こえてくる．舞浜駅を進むとパークより先に土産物屋のひとつであるボンボヤージュ[図 1.1]が出迎え，一足

---

1 アーサー・C・クラーク『未来のプロフィール』(1980)

2 J・P・テロツテ『ディズニーを支えた技術』(2009)

3 『東京ディズニーリゾート』 <http://www.tokyodisneyresort.jp/top.html>

先にディズニーの雰囲気を楽しむことができる。ディズニーリゾート内を運行するモノレール「ディズニーリゾートライン」の駅である東京ディズニーランド・ステーション [図 1.2] はメインエントランスとディズニーランドホテルの間に位置し、そのデザインや立地からも現実世界とパーク内の魔法の世界をうまく融合させたものとなっている。すでに現実世界の建物はほとんど見えず、人々は電車を降りて改札を出たその瞬間から、すでに少しずつ滲み出た非日常へと溶け込んでいくのだ。

図 1.1: ボンパヤージュ<sup>3</sup>図 1.2: 東京ディズニーランドステーション<sup>3</sup>

このような日常と非日常の曖昧な境界線は、近年テクノロジーの発展によって少しずつ増えてきている。大きなイベントの一環として、キャンペーンとして期間限定で開催されるものも多く、それらに共通しているのは現実世界の建造物などを生かしてテクノロジーを用いて演出を行っている点だ。

## 1.2. テクノロジーによる空間の演出

テクノロジーを用いて空間を演出するものとして、近年いくつもの提案がされている。

### プロジェクションマッピング

プロジェクションマッピングは、現実世界にあるオブジェクトや建造物、壁などに映像を投影する技術である。2000年以降、高輝度なプロジェクターが用いら

れるようになり，屋外でのイベントなどでも多く使用されるようになった。

日本でも東京駅や姫路城，会津若松城，東京ディズニーランドにあるシンデレラ城など大きな建造物を用いたものや，新江ノ島水族館にて夏季限定で行われたチームラボとのコラボレーション企画，ナイトワンダーアクアリウム [図 1.3]<sup>4</sup>，クリスマスの時期に限定で公開されたカレッタ汐留の 3D マッピングショー [図 1.4]<sup>5</sup> など，観光地や商業施設など様々な場所で開催されている。

普段見慣れた場所に突如魔法がかかったかのように色とりどりの輝きで演出される世界は，大人から子供まで多くの人を魅了してやまない。東京ディズニーランドのシンデレラ城で開催されるワンス・アポン・ア・タイム [図 1.5] は，その演出の中でまるでシンデレラ城の中に明かりが灯っているように錯覚させるものや，城そのものが大きく歪んで変形しているように錯覚させるものもある。そういった現実世界ではあり得ない現象を錯覚させることで，より人々はその技術を魔法だと感じられるのだと考えられる。



図 1.3: ナイトワンダーアクアリウム<sup>4</sup>



図 1.4: 魚たちはクリスマスの夢をみる<sup>5</sup>

4 えのすい×チームラボ 『ナイトワンダーアクアリウム』

<http://www.enosui-wonderaquarium2015.com>

5 カレッタ汐留 『魚たちはクリスマスの夢をみる』

<http://www.caretta.jp/illumi2013/>





図 1.5: 東京ディズニーランド「ワンス・アポン・ア・タイム」<sup>3</sup>

## 生活空間における空間演出技術

大型の施設を用いてイベントとして行うプロジェクションマッピングがひとつの空間演出方法としてその技法を確立する一方で、より身近に生活空間にそうした技術を浸透させようという動きが出てきた。

Panasonic 社の Space Player<sup>[図 1.6]<sup>6</sup></sup> は、家庭や飲食店、商業施設などで使用できる照明とプロジェクターが一体化した製品である。様々なタイプの空間でも使いやすいスポットライト型のデザインであり、取り付けや取り外しなども容易にできるようになっている。レストランでメニューなどを効果的に表示したり、記念日などの特別な日にテーブルや皿に特別な演出を施すこともできる。博物館などで展示物の解説文を提示し、アパレルショップで製品を華やかに演出し、結婚式で光と映像を用いた演出を行うことなどもできる。

光と映像が一体化することで、より動的な情報提示が可能となった。大きく装飾を変えることなく雰囲気をはらりと変えることができ、工夫次第でより多くの人の目に止まるように製品や展示を演出することもできる。こうした製品を活用すれば、昼と夜で客層ごとに雰囲気を大きく変えるといった新しい集客方法も考えられるだろう。

商業施設でそうした演出技法が生まれてくる中で、家庭内や室内の空間を演出

---

6 Panasonic 『Space Player』 <http://www2.panasonic.biz/es/lighting/shop/spaceplayer/>

する技術も開発されてきた。



図 1.6: Panasonic 社の「Space Player」<sup>6</sup>



図 1.7: Space Player を用いた演出例 1<sup>6</sup>



図 1.8: Space Player を用いた演出例 2<sup>6</sup>

PHILIPS 社の製品 HUE[図 1.9]<sup>7</sup>は「明るいLED照明と直感的なテクノロジーを融合した電球」である。ワイヤレスLED電球を使用し、アプリでコントロールすることができるこの電球は、スペクトルすべての色を作ることができる。目覚

7 PHILIPS 『HUE』 <http://www2.meethue.com/ja-jp/>

まし時計の代わりとして、家のセキュリティとして、天気を知らせ、ムードを高め、様々な用途に合わせて使用可能である [図 1.10]。光量を抑え、点滅させ、パルス点灯させることもできる。スマートフォンのアプリケーションで個人が手軽に操作することができ、従来の電球とは異なり色合いをも変えることができるため、より雰囲気演出しやすい間接照明といえる。色合いの組み合わせに名前をつけることもでき、自分のお気に入りの組み合わせをすぐに選択することが可能だ。

スマートフォンで簡単に操作できるという手軽さや、普段使っている部屋を自分好みに演出するという自由さから家庭内に導入する人も多く現れた。従来家庭は生活する場所であり、生活空間は便利であるべきで、そこに快適さや心地よさというものは存在していなかった。近代に入り、少しずつ家具や照明、おしゃれなインテリアで家という空間を心地よく住みやすくするという文化が浸透し始め、若い人を中心に自室で個性を強く表現するといったことが流行り始めると、使いやすさや収納だけでなくデザイン性を重視した家具やおしゃれさを追求した照明などが出回るようになる。



図 1.9: PHILIPS 社の製品「HUE」<sup>7</sup>



図 1.10: HUE を用いた演出例<sup>7</sup>

SONY 社は新しい商品群のコンセプトとして「Life Space UX」<sup>8</sup>を掲げている。それぞれが心地よく過ごせる居住空間をより快適にするため、空間そのものを見つめ直したというこのコンセプトは、商品を空間に足すのではなく空間を最大限

<sup>8</sup> SONY 『Life Space UX』 <http://www.sony.co.jp/Products/products-for-life-space/>

に生かして新しい体験を生み出すことを目指している。提案されている商品として、「壁の横に置くだけで空間をあらゆる世界に変えられる」4K 超短焦点プロジェクター [図 1.11] やポータブル超短焦点プロジェクター、現在使用している電球を交換するだけで使用できる LED 電球スピーカー、「インテリアに調和し音と光で部屋を満たす」シンフォニックライトスピーカー [図 1.12]、天井やテーブルに直接使用できるスクリーンなどがあげられる。これらは 2016 年春に発売を予定している。このように従来の電化製品とは異なり、人々と生活空間は寄り添い合う関係に近づいてきていると言える。ボタンを押して起動し調節するのではなく、人々の感情や行動に伴って照明が切り替わり、体感温度によってエアコンが自動で調節されるといった形から、さらに空間そのものが人々と融合するようになると考えられる。

図 1.11: 4K 超短焦点プロジェクター<sup>8</sup>図 1.12: シンフォニックライトスピーカー<sup>8</sup>

空間変容という軸の中で、イベントなどで見られるまったく別の世界にいるかのように錯覚させるものと、家庭用商品として広まっていくであろう癒しや心地よさを感じられるものの役割は異なる。しかしいずれの場合も、技術的基盤を極力目につかないようにし、人々の生活に溶け込むようにデザインされているという点において、その目指すところは、ディズニー社の言うところの「魔法」なのではないだろうか。

### 1.3. 子供の想像力を育むテクノロジー

このように空間を変容させる技術が進んで行く中で、子供達の生活も変わってきた。幼稚園でもパソコンの教育を行うようになり、子供達にとってはテクノロジーはその生活の中で当たり前のものになってきている。スマートフォンやタブレットなどが家庭に普及するにつれ、子供にそれを持たせ教育用のアプリやゲームをやらせたり、移動時間中に幼児向けのアニメを見せる親も増えてきた。

こうしたことから、テクノロジーを用いた教育に注目が集まっている。デジタルえほん株式会社<sup>9</sup>は、「21世紀を生きる子供たちのために、今までにない表現様式やコミュニケーションを生み出す「道具」を作りたい」という思いで設立された。タブレット端末を用いた動くえほんアプリの開発、開発支援やアワードの実施、子供達が実際に動く「デジタルえほん」を作るワークショップの運営 [図 1.15]<sup>10</sup> など、子供達が身近にテクノロジーに触れることができる機会を多く作っている。「えまきもん！びっくりたまご之巻」 [図 1.13] は画面を傾けながら読むことができる言葉のないデジタルえほんである。自由に話を作ったり遊びのルールを決めることもできる。「My 雲龍図」 [図 1.14] は 2012 年に開催された「ボストン美術館 日本美術の至宝」展にて公開された「雲龍図」を鑑賞でき、福笑いのようにパーツを動かしてオリジナルの「雲龍図」を作ることができるアプリである。このように、さまざまなコンテンツが制作されている。

また、科学的な物の見方を親子で一緒に体験するスペースとして、日本科学未来館は常設展示「おや？っこひろば」<sup>11</sup> を設けている。素材の違うものを転がしながら「どうしてこの動きになるのか？」「ボールがたくさんつながっていたらどうなるのか？」など身近な疑問を生み出したり、日本科学未来館に併設されている研究施設で実際に開発されている最先端技術を用いたワークショップなどを開催する中で、テクノロジーに触れる機会を作っている。

このように、子供達の想像力を育む試みの中で、先端テクノロジーが多く用い

9 『デジタルえほん株式会社』 <http://digitalehon.net>

10 『デジタルえほんミュージアム』 <http://plaza.dnp/floor/digital.html>

11 日本科学未来館 常設展時『おや？っこひろば』 <https://www.miraikan.jst.go.jp/exhibition/kids/>



図 1.13: えまきもん!びっくりたまご之巻<sup>9</sup>



図 1.14: My 雲龍図<sup>9</sup>



図 1.15: ワークショップの様子<sup>10</sup>



図 1.16: 日本科学未来館「おや?っこひろば」<sup>11</sup>

られているという背景がある。しかし、決められた遊び方や指定されたデバイス、アプリケーションを使用する必要性があったり、技術的基盤が目に見える形になっているといった現状がある。こうした技術系基盤を隠して「魔法」と錯覚させることで、より子供達の想像力を高めることができるのではないだろうか。

## 1.4. 本研究の目的

本研究は、テクノロジーを、技術的基盤を隠して「魔法」のように取り入れることで、子供達の生活において、より想像力を高める機会を増やすことを目指している。そして、子供達はその想像力を用いて自らの手で遊び方を広げる、クリエイションの場を形成することを目的としている。クリエイションの場として、子供達が自らの想像力で遊びを生み出し、共有することで周りの人間とコミュニケーションをとりながらその想像力を広げていくことを目指す。決められた遊び方や指定されたデバイス、アプリケーションにとらわれることなく、発想力を高めて自由に遊ぶことができる「場」を実装し、提案する。

## 1.5. 本論文の構成

本章では序論として研究の背景と目的を述べた。第2章では本研究における関連研究として、空間変容を行うテクノロジー、ディズニー社の「魔法」の原点となっているアニメーション技法、子供達にとってわくわくする体験となりうる現実世界そのものを変容させる技術、音を用いて現実世界を拡張する手法について述べる。第3章では本研究を進めるきっかけとなったSONY社との共同プロジェクト「SONY Enchanted Media Project」での成果とコンセプトについて述べ、第4章ではコンセプトを元に実装を行い、第5章ではSony Music Entertainment社との共同プロジェクトとして12月に開催されたイベント「Challenge Fes 2015」<sup>12</sup>での実証実験について述べる。第6章では本論文での結論を述べる。

---

12 KIDSTONE 『Challenge Fes 2015』 <http://www.challengefes.com>

## 第2章

# 関連研究

本章では，関連研究について述べる．

### 2.1. 空間変容

テクノロジーによって光を用いて空間に広がりを持たせ，空間自体を変容させる研究は過去に行われてきている．序論でも述べたように，プロジェクションマッピングなどの大型のイベントなどは多くの人々が訪れ，日常世界が光や映像で別世界に変容する様子を楽しんでいる．一方で，ゲームとの連携，人とのインタラクションなど，映像を投影する以外の手法での空間変容も研究が進んでいる．

#### IllumiRoom

Microsoft 社の研究部門である Microsoft Research が 2013 年に提案した IllumiRoom[図 4.2]<sup>1</sup> は，プロジェクターと Kinect を用いてゲームの中の世界をモニターの外に広げ，よりプレイヤーの没入感を高め，ゲームの中の世界があたりに広がっているように変容させることを可能にした．

---

1 Jones, Brett R., et al. "IllumiRoom: peripheral projected illusions for interactive experiences." Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, 2013.



## Daylight Window

PHILIPS 社が Simplicity Event 2007 にて発表した未来の生活におけるデザインコンセプトのうちの一つである Daylight Window[図 4.3]<sup>2</sup> は、人の動きや生活によって窓に映る光や影が変動する。例えば淡い紫色の光を写していた窓も、風呂上りになるとリラックスできるように草木が生え窓を覆い、部屋全体を暗くする。朝になると覆っていた草木が少しずつ消え、柔らかな朝の光によって目覚めることができる。

このように、部屋全体を変容させる研究やコンセプトはすでに提案されている。しかしまだ実用化に至っているものは少なく、序論で述べたように、HUE や「Life Space UX」の商品群のように間接照明が進化したものやプロジェクターが小型になったものなどがようやく世に出始めた段階だ。光やプロジェクターを用いるものは機材も大きくなりがちで、空間そのものを変容させるためには高価な機材が必要である場合が多いため、各家庭に広まりにくいのではと考えられる。



図 2.1: Microsoft 社の IllumiRoom <sup>1</sup>

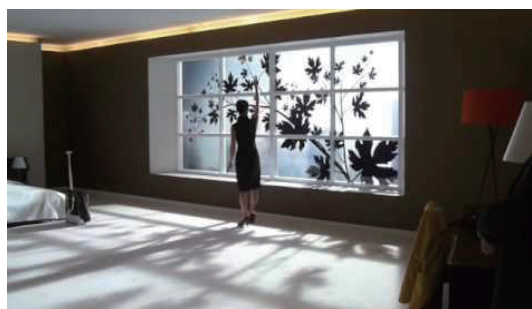


図 2.2: PHILIPS 社の Daylight Window <sup>2</sup>

---

2 『Philips Daylight Window Concept Presentation』  
<https://www.youtube.com/watch?v=4lRlp61jMpY>

## 2.2. 12 principles of animation

序論で述べたように、ディズニー社は魔法的な体験を多く作り上げてきた。その原点となっているのはアニメーションの技術であり、現在もそうしたアニメーションの要素がディズニーの魔法に多く関わっていると考えられる。

12 principles of animation は、ディズニーのクリエイターであるフランク・トーマスとオーリー・ジョンストンが 1981 年に発売した著書『The Illusion of Life』<sup>3</sup> の第 3 章「アニメーションの原則」にて提示したアニメーションの世界をより魅力的にする要素である。作画の方法や動きに関する約束事、キャラクターの個性についてなどをわかりやすくまとめてあり、現在もアニメーターはこれを参照して作品作りをしている。12 の要素は以下の通りである。なお、『The Illusion of Life』の第 3 章「アニメーションの原則」にまとめられている内容を要約したもの、また図は Cento Lodigiani による『THE ILLUSION OF LIFE』<sup>4</sup> より引用した。

### Squash and Stretch 「押し潰しと伸縮」

これは最も重要な発見であるとされている。現実中存在する物体は、よほど硬い物でない限り柔軟性を持っている。このような押し潰しと伸縮を繰り返し描くことで物体の柔らかさを提示し、その物のリアリティを高める。

### Anticipation 「予備動作」

あらゆる動作はいきなりはじまらない。例えばキャラクターが走り出す時、いきなり走り出すのではなく、勢いをつけるために少し後ろに上半身が下がってから走り出す。そうした予備動作を描くことで、キャラクターの動きを見る者に予想させ、集中して視聴させる。

---

3 フランク・トーマス、オーリー・ジョンストン 『The Illusion of Life』(1981)

4 Cento Lodigiani 『THE ILLUSION OF LIFE』<http://the12principles.tumblr.com>

### Staging 「演出」

キャラクターが誰か見分けがつくように、表情を見てわかるようにするものが「演出」である。物語の中の重要なポイントである「ストーリー・ポイント」において、キャラクターの特徴がどのように表現されていれば面白いのか、伝わるかという点に注力する。例えば不気味さを表現したいときは、町などの背景においても明るい花壇などは描かず、すべてを不気味に演出することが大切である。

### Straight-Ahead Action and Pose-to-Pose 「逐次描きと原画による設計」

逐次描きはカットの頭の一枚目から順に描いていくもので、この手法を用いると、絵もアクションも新鮮でおどけた雰囲気になる。原画による設計は、まずアクションの計画を立て、その演技内容をアニメートするにはどんな絵が必要かを考え、サイズやアクションにつながりをもたせながら描いていく。この手法を用いると、まとまりがよくわかりやすいものになる。

### Follow Through and Overlapping Action 「継続する動きと後追いの動き」

キャラクターが次のアクションに映るとき、突然動きを止めてしまうのは不自然である。ある部分が初めに止まり、そこから他の部分が止まっていく。例えば耳の長いうさぎであれば、顔が止まった後、耳は後から少しずつ止まっていく方が自然である。

### Slow In and Slow Out 「スローインとスローアウト」

キャラクターが移動する際、現実世界と同じように初めと終わりの速度を調節して描く。現実世界でははじめ、途中、止まる時の速度がぴったり同じことはほぼない。そのように、アニメーション世界でもものを動かすときにはきちんと速度感を意識して描くことが大切である。

### Arc 「運動曲線」

生き物は機械のようにまっすぐ前後，上下へ体を動かさない．ほとんどの動きがある種の曲線を描いており，アニメーションにおいてもキャラクターの動作を描く際はその軌道が弧を描くようにすることで，「押し潰しと伸縮」や「継続する動きと後追いの動き」も効果的に使用できるようになる．

### Secondary Action 「副次アクション」

様々なアクションは，副次的なアクションで強調される．例えばキャラクターが悲しんで涙を流す場合，涙を流す動きだけでなく顔をそむけつつ涙を拭う，という二つの動きが描かれるべきである．このように別々ではあるが関連している体の動きを描き，まとまった一つの表現を行うことで，キャラクターの動きが自然になり，性格にも深みが出る．

### Timing 「タイミング」

アニメーションの作画において，あるアクションにかかる時間は使われる絵の枚数で決まる．キャラクターが無気力なのか興奮しているのか，それともそわそわしているのかはその動きの早さで決まるので，枚数に注意を払うことでキャラクターの演技や態度をより効果的に描写することができる．

### Exaggeration 「誇張」

ウォルト・ディズニーは，物事の核心に迫り，そこにあるエッセンスを発展させることでリアリズムが生まれると考えていた．例えば喜んでいるキャラクターは一段と嬉しそうに「誇張」して描くことが大切であり，その表情や動作のエッセンスを誇張して描くことで説得力のあるものになる．

### SolidDrawig 「立体感のある描画」

あらゆる角度からキャラクターを描けるようにならなければ、それができないために別の角度から演出しなければならないといった制限をしなくてすむ。重さと奥行きがありバランスの取れている作画を目指すべきであり、実質感のある立体的な描画をすることが大切である。

### Apeal 「アピール」

人を惹きつける性質があり、観客に訴える力のある描画が大切である。ヒロイックなキャラクターだけでなく、悪役や醜いキャラクターでもアピールのある存在にしなければ、キャラクター像を深めることもキャラクターを状況に結びつけることもできない。

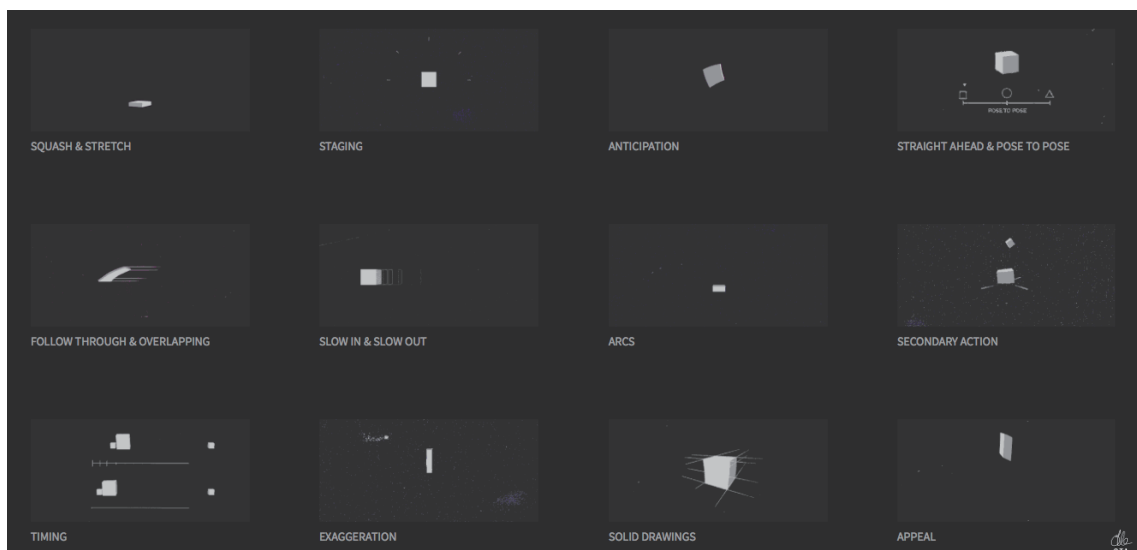


図 2.3: 12 principles of animation<sup>4</sup>

## 2.3. 現実世界にキャラクター性を拡張する

子供達にとってわくわくする体験となる研究として、現実世界にキャラクター性を拡張するものがいくつかあげられる。実際に目の前にアニメーションのキャラクターが飛び出してくる、お気に入りのおもちゃがロボットのように動くといったインタラクションは、仕組みなどを理解せずとも小さな子供も楽しむことができる。実際に目で見て触り、存在を感じることができると、キャラクターへの愛着も生まれてくる。実際にキャラクターとのインタラクションを可能にする研究はこれまでもなされている。

### でるキャラ

金ハンヨウル，苗村健らによる「でるキャラ」<sup>5</sup>は3D映像技術を用いて現実の世界にバーチャルなキャラクターを表示する空中ディスプレイである。Kinectとプロジェクターを組み合わせることで影を投影し，まるでそこに存在するかのように感じさせることができ，アニメの世界のキャラクターとのインタラクションを可能にした。

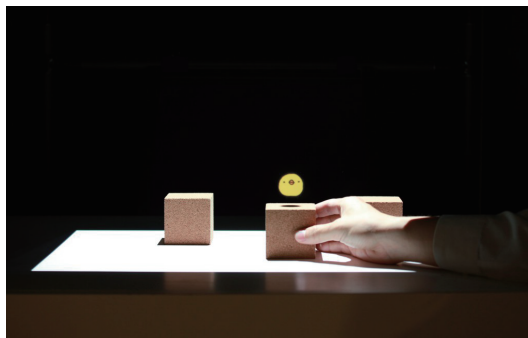


図 2.4: 苗村研究室「でるキャラ」<sup>5</sup>

5 Kim, Hanyuool, et al. "MARIO: Mid-Air Augmented Reality Interaction with Objects." Advances in Computer Entertainment. Springer International Publishing, 2013. 560-563.

## PINOKY

杉浦裕太らによる PINOKY<sup>6</sup> は、実際に家にあるぬいぐるみの手足や尻尾などを動かすことができるリング型のデバイスである。ユーザーはぬいぐるみを切り裂いて埋め込むといった加工をすることなく、アクセサリ感覚でデバイスを取り付けることで、そのぬいぐるみをロボット化することが可能である。ユーザーはお気に入りのぬいぐるみを自由に操作することができる。

## POPAPY

安健太郎らによる POPAPY<sup>7</sup> はペーパーフィギュアで、電子レンジに入れると、平面だったものが立体へと変形することができる。ユーザーは普段使っているような紙のポストカードが電子レンジの中で自動的にカードが組み上がっていくのを楽しむことができる。また、カード状のものだけでなく、複雑な形も組み上げることができる。

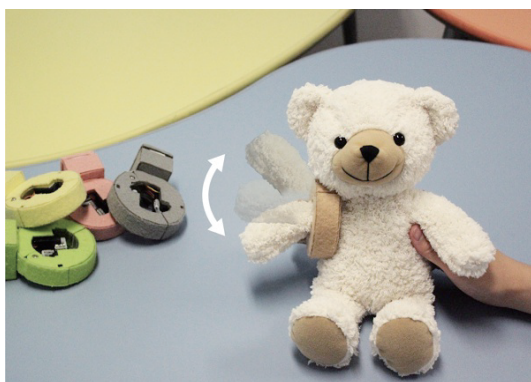


図 2.5: PINOKY<sup>6</sup>



図 2.6: POPAPY<sup>7</sup>

---

6 Sugiura, Yuta, et al. "PINOKY: a ring that animates your plush toys." Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, 2012.

7 Yasu, Kentaro, and Masahiko Inami. "Popapy: instant paper craft made up in a microwave oven." Advances in Computer Entertainment. Springer Berlin Heidelberg, 2012. 406-420.

## 2.4. テクノロジーと子供の想像力

テクノロジーを用いて子供の想像力を育むプロダクトが近年話題になっている。NPO 法人 CANVAS 理事長であり株式会社デジタルえほんの代表取り締まりである石戸奈々子は、著作「子どもの創造力スイッチ！」<sup>8</sup>の中で昔の学校と現在の学校の違いについて触れ、昔の学校は最先端の場であり、「村で初めにモノが入る場所が学校だった」と述べている。しかし現在は、最先端のモノはまず各家庭に入るようになってしまった。コンピュータやテレビゲームなど、学校よりはるかに良いものを子供たちは家で目にするようになってしまったという事実に、石戸は「それでよいのでしょうか？」と疑問を投げかけている。今の子供達はテクノロジーに触れる機会が多い。石戸らはワークショップやデジタルえほんを通じてテクノロジーを用いた教育について多くの活動を行っているが、このように新しい環境や技術を構築することで子供達の学びをより広げるといった研究はいくつもなされてきている。

### teamLab

teamLab<sup>9</sup>は、「プログラマ、エンジニア、CG アニメーター、絵師、数学者、建築家、ウェブデザイナー、グラフィックデザイナー、編集者など、デジタル社会の様々な分野のスペシャリストから構成されているウルトラテクノロジスト集団」である。アート・サイエンス・テクノロジー・クリエイティビティの境界を曖昧にしながら活動し、様々な子供向けのプロダクトを発表している。

### お絵描き水族館

子供が自分で色塗りをした魚が水族館を模した世界に実際に入り込み、泳ぎだすプロダクト。同じ形の魚は群れを作ることもあり、子供達自身が水族館に近づくことで餌を与えるインタラクションも行うことができる。

8 石戸奈々子『子どもの想像力スイッチ！』（2011）

9 『teamLab』 <http://www.team-lab.com>



### スケッチピストン

指でなぞって線を描いたり，タッチしてボールを出すことで，音楽を奏でる楽器．描いた線は，キャンパスの世界に影響し，ボールやキャラクターが跳ねて音を奏でる．線が描かれた場所の高さで奏でる音階が変化するため，複数人で触ると音楽を奏でることができる．



図 2.7: お絵描き水族館<sup>9</sup>



図 2.8: スケッチピストン<sup>9</sup>

### 小人が住まう黒板

小人をタッチしたり，浮遊するシャボン玉をタッチすることで，黒板の中の世界が変化するプロダクト．あらかじめ黒板には小人の映像が投影されており，その小人たちの世界にちょっかいをかけるようなインタラクションになっている．

### 天才ケンケンパ

投影された映像の上で行うケンケンパ．  
 に乗ることで音や映像による演出が行われる．関連性のある  
 が連続するとさらに演出が加わる．子供達自身が体を動かしながら遊ぶことができ，空間に関連性を見つけ出す訓練にもなる．

図 2.9: 小人が住まう黒板<sup>9</sup>図 2.10: 天才ケンケンパ<sup>9</sup>

### つながる！積み木列車

街の映像が投影された机の上に積み木を置くと、積み木と積み木の中に線路や道路が出来、列車や車が走り出すプロダクト。様々な積み木を置くことで街が発展していき、同じ色の積み木がつながることから遊んでいる子供達皆で街を創っていく体験ができる。

### MediaBlockChair

凸の面が3面、凹の面が3面からなるキューブ型のブロックであり、照明器具であり、椅子である。自由に組み合わせることでベンチやディスプレイや壁など様々な形に変形することができ、色の情報を伝達し色を変化させることも可能である。子供達は空間の機能を変えるために空間を変化させる行為、その空間を変化させる行為そのものを楽しむことができる。



図 2.11: つながる！積み木列車<sup>9</sup>



図 2.12: MediaBlockChair<sup>9</sup>

## TOPOBO

MIT Media Lab が開発した「TOPOBO」<sup>10</sup> はブロックをつなげて動かす可変的なロボットである。動くモジュールと動かないモジュールを自由につなげて組み上げ、実際にロボットのように動かすこともできる。子供達は実際に自分たちで自由に組み上げたブロック動かしながら楽しむことができる。

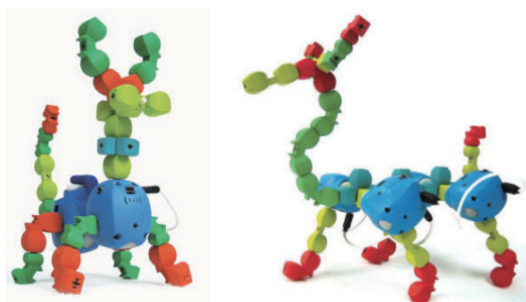


図 2.13: TOPOBO<sup>10</sup>

10 Raffle, Hayes Solos, Amanda J. Parkes, and Hiroshi Ishii. "Topobo: a constructive assembly system with kinetic memory." Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. ACM, 2004.

## 2.5. 音を用いて想像力を高めるもの

キャラクター性を拡張する以外にも、音を拡張することでインタラクションを生み出す研究も存在する。音は光や映像と異なり、その背景に技術的基盤を意識しにくい。目の前に大きなスピーカーがあれば別だが、物体に隠してしまえば物体そのものが音を鳴らしているかのように錯覚させることも可能だ。とするならば、光や映像で表現するほどの劇的な変化を人に感じさせることは難しくとも、より自然に技術的基盤を隠し「魔法」のように見せることができると考えられる。東京ディズニーランドのアトラクションである「ミッキーのフィルハーマジック」は、冒頭でキャラクターの移動感を音のみで表現している。実際に目にせずとも、まるでキャラクターが後ろを走り去っているかのように錯覚できるのだ。このように音は様々な用いられているが、現実世界の音そのものを拡張することで、体験しているユーザー自身が「魔法」を使っていると感じられる研究や商品も存在する。

### クラフトがっき

Sony Music Entertainment 社が 2015 年 7 月に設立したキッズ専門ブランド「KIDSTONE」<sup>11</sup> は、音や音楽などをキーワードとしたフィジカルな体験と、テクノロジーを融合したプロダクトの開発を目指す「フィジカルプロジェクト」を立ち上げた。そのプロジェクトのプロトタイプの一つが「クラフトがっき」である。導電性インクのペンで絵を描き、それを専用デバイスに挟んでアプリと接続すると、描いたイラストを楽器にすることができる。

---

11 『KIDSTONE』 <http://kidstone.net>

## Write More

Write More<sup>12</sup> は金ジョンヒョン, 苗村健らによる筆記音の強調フィードバックが筆記作業に与える効果に関する研究<sup>13</sup> をプロダクトに応用・展開したものである。カリカリ, ガリガリ, サラサラといった書く時に出る筆記音を大きくすることができる。このことで書くことがより楽しくなり, 美しい線や文字を早く書くことができるため, 子供達はこれを用いて楽しみながら文字書きを学ぶことができる。

## CLIP DRUM KIT

KORG 社が提案した CLIP DRUM KIT<sup>14</sup> は, センサー内蔵クリップによるドラムキットである。クリップは雑誌, 机, ダンボール等に取り付けるだけでリアルなドラム・サウンドを演奏することができる。叩く強さで音量が変化し, 様々なジャンルに対応する 11 種類のドラム・キットを搭載している。



図 2.14: クラフトがっき<sup>11</sup>

12 『Write More』 <http://issueplusdesign.jp/writemore/>

13 金ジョンヒョン, 橋田朋子, and 苗村健. ”アニメーション制作現場における筆記音の強調フィードバックの有用性に関する実践的研究 (特集: アート and エンタテインメント 3).” 日本パッチャリリティ学会論文誌 18.3 (2013): 393-399.

14 『CLIP DRUM KIT』 <http://www.korg.com/jp/products/drums/cliphit/features.php>



図 2.15: Write More<sup>12</sup>



図 2.16: CLIP DRUM KIT<sup>14</sup>

## MoffBand

株式会社 Moff による「MoffBand」<sup>15</sup> は、あらゆる動きにを遊びに変える玩具である。手首につけることでアプリが反応し、動きと音を連動させた新しい遊びを楽しむことができる。ちゃんばらやスポーツなどの動きと共にアニメーションの効果音のような音が聞こえ、杖を振って魔法使いになったような体験もすることができることから、子供たちは想像力を広げ体を動かすことを楽しむことができる。

## Sound Candy

石橋秀一らによる「Sound Candy」<sup>16</sup> は身の回りの音と動作を利用し、創造的に遊びを作り出すデバイスである。自分自身や身の回りのものに取り付けて動かすことで、録音した音や声を動きに合わせて変化させて遊ぶことができる。ブランコの揺れる速さに合わせて自分の声を変化させる、公園の机に取り付けることで好きな音で作った太鼓にする、というように、子供たちが想像力を生かして遊び方を広げることができる。

15 『MoffBand』 <http://jp.moff.mobi>

16 『Sound Candy』 <http://www.sound-candy.com>



図 2.17: MoffBand<sup>15</sup>



図 2.18: Sound Candy<sup>16</sup>

このように、子供達の想像力を高める研究は多くなされ、技術も開発されてきている。北イタリアの小さな都市「レッジョ・エミリア」の幼児教育が開拓した子供の学びの可能性について書かれた本「驚くべき学びの世界 レッジョ・エミリアの幼児教育」<sup>17</sup>「子どもたちの100の言葉 レッジョ・エミリアの幼児教育実践記録」<sup>18</sup>では、様々な活動を通じて子供達の驚くべき創造性が示されている。

## 2.6. サウンドレンダリング

映像技術が発展すると共に、映像に音を付随する効果音の技術も発展してきている。かつて、演劇においては楽器を駆使したり、身近にあるおわんや道具を打ち付けることで音をデザインし、「より本物らしく」工夫して音を出していた。映像を記録できるようになると、現実の音をそのまま録音することもあったが、それでも演劇と同じように後から効果音のみを別に作り、映像に合わせるといった手法も多くなされてきている。アニメーションに関しても同じことが言える。近年、CG 技術が発展し、物理シミュレーションが組み込まれることで現実世界と

17 ワタリウム美術館，佐藤学『驚くべき学びの世界 レッジョ・エミリアの幼児教育』（2011）

18 レッジョ・チルドレン，ワタリウム美術館『子どもたちの100の言葉 レッジョ・エミリアの幼児教育実践記録』（2012）

同じ物理現象を描くことができるようになった。実際にはあり得ないSF世界やファンタジー世界，過去や未来などの映像も「より本物らしく」描くことができる。それに合わせて，効果音も物理現象に即した「より本物らしい」ものを作ることができるようになった。

## Animating Fire with Sound

SIGGRAPH2011 で発表された「Animating Fire with Sound」<sup>19</sup> は，炎のCGシミュレーションをもとに物理的に正確な発火音を生成することができる手法である【SIGGRAPHにおける注目論文】<sup>20</sup> として取り上げた InterBEEonline によれば「発火を伴う炎のシミュレーションはCG流体シミュレーションの中でもひときわ難易度が高いうえ異なったタイプのアルゴリズムが複数存在するのだが，ここではそれらすべてのアルゴリズムに対応できるようにCGシミュレーションの結果から発火音の源となる境界面（気体燃料とこれが酸素結合して発生する高温ガスとの境界）の動きをうまく抽出している」と評されている。

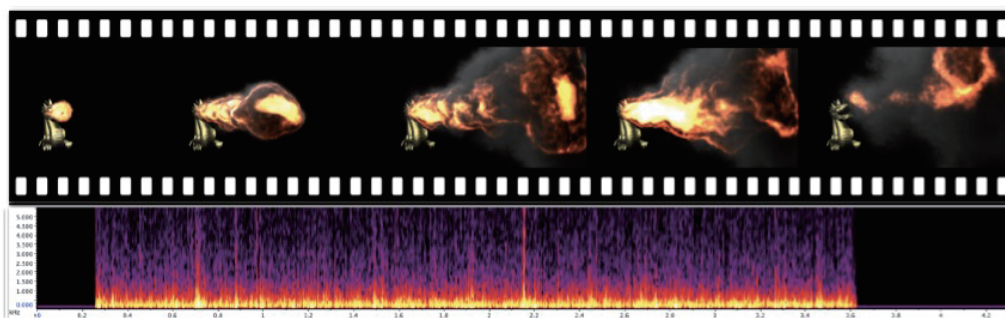


図 2.19: Animating Fire with Sound<sup>20</sup>

このように「魔法」のように感じられる空間変容技術や，子供向けのプロダクト，音を用いて想像力を高める技術や音作りに関しては，多く研究されてきてい

19 『Animating Fire with Sound』 <http://www.cs.cornell.edu/projects/Sound/fire/>

20 InterBEEonline 『SIGGRAPHにおける注目論文』  
<http://www.inter-bee.com/2011/ja/magazine>



る。一方で、アニメーションの世界における「魔法」は、目に見えない。呪文を唱える、手を振るといったことはあっても、なんらかのデバイスを装着する、アプリケーションを使うということはない。もし現実世界において、そのような魔法的な体験をすることができれば、子供たちはより楽しくその想像力を広げることができるのではないだろうか。CANVASの石戸は、著作<sup>21</sup>の中で「ものづくりの大切さということに関しては（中略）手足を動かして考えることにより、思考が身体化することです」と述べ、頭で考えるだけでなく必ず形にすることが大切だと主張している。子供達が実際に手を動かして「魔法」を用いて物作りをしたり、体を動かして遊び方を工夫することで、彼らが自分たちの世界を形づくり、想像力をさらに高めることができると考える。

## 2.7. 本章のまとめ

本章では、本研究に関連すると考えられるいくつかの研究について述べた。テクノロジーを用いて光と映像で空間を変容するものは近年広まっているが、実際の家庭環境に取り入れるには高価で使用する機材も多く、また既存のテクノロジーでは居住空間そのものの特性による部分が大きく、すべての環境に適応できるようなものは少ない。実際にプロジェクターを用いて家を投影する実験やLEDテープを使用する実験をしたところ、高さのある棚がなければ設置できない、三脚がなければプロジェクターを理想的に吊るすことができないといった問題もあり、実際の生活の中で使用するにはハードルが多く存在することを実感した。また、これらの技術は従来の照明演出と同じくスイッチで切り替えるものが多く、人々の能動的な行動に基づくものは少ない

ディズニーの魔法の原点となったアニメーション技法は現在も参考にされ、HTMLで再現したもの<sup>22</sup>も作られている。また現実世界にキャラクター性や音を拡張する技法は、技術的基盤を隠した「魔法」感が高いことがわかった。音を用いたプロ

---

21 石戸奈々『子どもの創造力スイッチ！』（2011）

22 『ディズニー社に学ぶ！HTML/CSSで12個のアニメーション基本原則を完全再現！』  
<https://cssanimation.rocks/jp/principles/>

ダクトの多くは大きな機材やセットアップを必要とせず、空間や物体が変化したように感じることができる。音を用いることで、空間を変えるためのハードルは低くなり、またプロダクトとして小さなものでも空間の変容を効果的に演出できる可能性を見出した。このような技術を応用することで、より子供達がわくわくする体験を作ることができると考えられる。テクノロジーで子供達の創造性を拡張する研究はいくつもされてきているが、実際に子供達が目で見て手で触り、耳で聞くといった身体性を伴う行動を促すことが大切だということがわかった。

以上のことを踏まえ、第3章ではソニー社との共同プロジェクト「SONY Enchanted Media Project」での成果を元に、子供達の創造性を育み、家という日常生活においてわくわくする体験ができる「場」のコンセプトについて述べる。

## 第3章

# コンセプト

### 3.1. プロジェクト概要・目的

SONY Enchanted Media Project は、ソニー株式会社と慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科リアリティメディアプロジェクトが共同で、2014年5月から2015年4月まで行ったプロジェクトである。序章で述べたように、ソニー株式会社は新しいコンセプトとして「Life Space UX」をかけた、生活空間をより豊かに演出する商品提案を試みてきた。その中で、高解像度、ハイレゾといった高価な技術を用いたものではなく、安価でより効果的な演出を行うことができるプロダクトを開発することが求められている。リアリティメディアプロジェクトは「先端テクノロジーを用いて新しい未来の体験をデザインする」という価値を提供し、その二つの考え方でコラボレーションを行うことで、未来の生活空間における新しい体験をデザインすることを目指した。

### 3.2. ワークショップ・試作

#### スケジュール・メンバー

プロジェクトは三つのフェーズに分けて進められた [図 3.1]。2014年5月から8月までの第一フェーズでは新価値を創出することを目標に、作って試すワークショップを中心に行われた。8月から12月までの第2フェーズでは具体的な商品イメージの提案を目標に、三つのチームに分かれて第1フェーズで発見した価値

を元に開発が進められた。この期間中に、泊まれる小学校さる小<sup>1</sup>にて一泊二日の開発合宿を行った。12月から翌年4月までは第2フェーズで提案した商品のモックアップ作成を目標に、各チームで開発、ビジネスとしてどのような形にするかの議論が展開された。デザイナー、エンジニア、マネージャーなど専門や役職、部署の違うメンバー [図 3.2] が集まって共同開発を行うことで、多岐にわたるアイデアが生み出された。



図 3.1: スケジュール

慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科				SONY 株式会社			
	稲見昌彦	教授		廣瀬雅治	修士課程		
	南澤孝太	准教授		山本滯	修士課程		
	杉浦裕太	特任助教		家倉マリステファニー	修士課程		
	水品友佑	研究補助員					

図 3.2: メンバー

1 『泊まれる学校 さる小』 <http://www.sarusho.com>

### LivingLabTokyo でのワークショップ

共同研究は、未来の生活空間を想定するために、日本科学未来館にあるリアリティメディアプロジェクトの研究拠点である LivingLabTokyo にて、実際に作って試すワークショップを繰り返しながら進められた。そのため、会社の会議室では生み出しにくいようなアイデアも多数飛び出し、数多くのプロトタイプを試すことができた。

第1フェーズで何度も行われたワークショップの中で、「Sync-In」という新しいコンセプトが創出された。「Sync-In」とは、移入する体験のことである。例えばテレビでスポーツ観戦をする際、我々は選手に感情移入するが、「Sync-In」は身体が移入し、まるで選手になったかのような体験を得られるというものだ。こうした体験が人を対象とするならば、空間やモノに移入する体験も考えられる。そこから三つのチームに分かれて「Sync-In」というコンセプトを掘り下げ、具体的なプロトタイプの提案を目指した。

Sync-In	対象	具体例
Body	人	スポーツ観戦の際、選手への身体的な移入体験
Space	空間	映画視聴の際、映画のシーン内に移入しているような体験
Object	モノ	日常生活における物体そのものになったかのような体験

表 3.1: Sync-In の対象と具体例

第2フェーズではチームに分かれてさらにワークショップが繰り返し行われた。各チームのテーマごとに深堀を行い、また開発途中に出てきたアイデアを具体的に発散して試したのも多く出てきた。SONY 社の既存の商品であるテレビやカメラ、オーディオなどを拡張するアイデアも多く、既存のビジネスとどう絡めて展開していくかの議論も盛んに行われた。



図 3.3: 三つの方向性 (第1フェーズ最終報告資料より)

### さる小での開発合宿

2014年8月27日から28日にかけて、泊まれる小学校さる小にて貸切の開発合宿を行った。運動場、図書室、音楽室、体育館などさまざまなコンテキストのある、制約のない広いフィールドでプロトタイプを試すことで、具体的な生活ストーリーへと展開することを目的とした。

実際に小学校の周りを自由に散策し、広いグラウンドを使うなど狭い場所では決してできないような大胆なことを多く試すことができた。また、場所ごとのコンテキストを利用して試すことで、より未来の生活を想像することができた。小学校の周りをカメラを持って散歩し、運動場で大勢でスポーツすることで何を感じるかを体感することもできた。

そこから、例えば外でスポーツをする際、ボールを打つ音が拡張されてグラウンドに響き渡る気持ちよさや、影のできる空間において西日が差し込むポイントの心地よさなどを擬似的に通常の生活空間で再現できないか、といった議論が生まれた。合宿後は試した成果をもとにブラッシュアップを行い、具体的なコンセプトを固めた。



図 3.4: LivingLabTokyo でのワークショップの様子

Body

Space

Object



新しいアイディア

図 3.5: プロトタイプ一覧 (第2フェーズ最終報告資料より)



図 3.6: 様々なフィールドでのテスト (第2フェーズ最終報告資料より)





図 3.7: コンテキストを与えてのテスト (第2フェーズ最終報告資料より)

LivingLabTokyo でのワークショップやさる小での開発合宿を経て、三つのコンセプトが提案された。筆者は Sync-In Space のチームに属し、三つのコンセプトのうちの一つ、「Mooditioner」の開発に携わった。「Mooditioner」は本研究のきっかけになったものである。第3フェーズではこのコンセプトのプロトタイプ作り込みを進め、最終成果報告会にてデモンストレーションを行った。

### 3.3. Mooditioner

本項では、本研究を進める経緯となった「Mooditioner」について述べる。

#### 空間を変える

電化製品の普及によって、人々の生活は豊かになった。内閣府による消費者動向調査<sup>2</sup>によれば、2014年の時点でカラーテレビやパソコン、デジタルカメラなどの電化製品の普及率は70%を超えた[図3.8]。家庭用テレビやゲームは日常生

2 『統計から見る日本の工業』 <http://www.meti.go.jp/statistics/toppage/topics/kids/>

活に娯楽をもたらし、やがて「便利に生活する」ということから「やすらぎ」「豊かな生活」といった日常生活をどうデザインするかということにシフトしてきた。心地よさを追求した家具や思い通りに調整できる間接照明、部屋に合わせてカスタマイズ可能なインテリアグッズ<sup>3</sup>などが広まり、人々はより快適な家を求めはじめた。序章で述べたように、SONY社による新しい商品コンセプト「Life Space UX」<sup>4</sup>もそういった人々に応えるために現在様々な商品が展開されている。

では2015年以降の十年後の未来は、どのような生活になっているべきなのだろうか。議論を交わす中で、未来の生活においては、家という空間そのものへの意味づけが変わってくると仮定した。居住空間において快適さを求める一方で、子供を産み、育て、集中して作業に取り組み、介護を行い、様々なシーンが存在している。とするならば、次世代の新しい未来の体験として、「生活空間そのものを自由に変える」ことが求められているといえる。そして、SONY社が現在展開しているテレビやオーディオといった既存の商品群と連動することで、より多くの人々の生活そのものを変えることに繋がると考えられる。

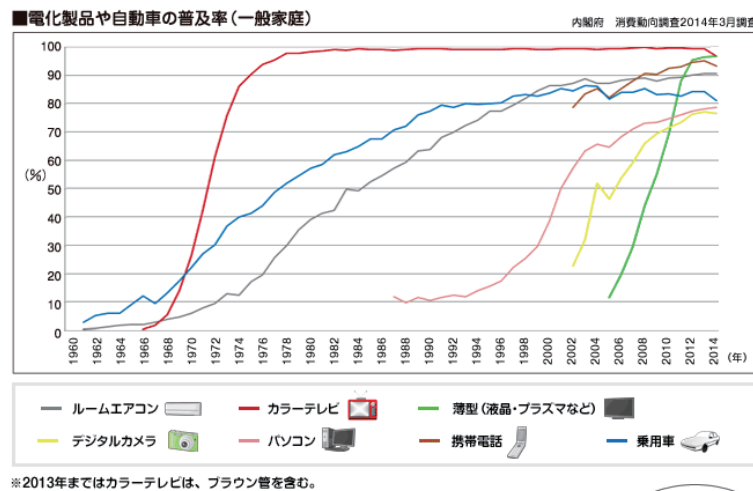


図 3.8: 電化製品の普及率<sup>2</sup>

3 『LUMINARA の LED キャンドル』 <http://luminara.jp>

4 SONY 『Life Space UX』 <http://www.sony.co.jp/Products/products-for-life-space/>



図 3.9: LUMINARA の LED キャンドル<sup>3</sup>

## 光で空間を変える

日常生活において雰囲気を自由に変えることができるものとして、前章でも述べたように、いくつかの試みがなされてきた。PHILIPS 社の HUE<sup>5</sup> はひとつの部屋の中でも空間を変えることができ、Microsoft 社の IllumiRoom<sup>6</sup> は日常空間をゲームの世界に変えることができる。

実際に空間を大きく変えるためには視覚情報が大きく左右するため、LED などの照明やプロジェクターを用いたプロジェクションマッピングが使用されることが多い。

我々のチームも雰囲気を変えるものとして光に注目した。しかし一方で、光だけではなく音を用いることで、より空間の広がりを演出できるのではないかと考えた。そうした雰囲気を変えるものとして、「Mooditioner」という名前をつけた。この名前は雰囲気の意味する Mood と調整するという意味の Conditioner をつなげた造語である。

---

5 PHILIPS 『HUE』 <http://www2.meethue.com/ja-jp/>

6 Jones, Brett R., et al. "IllumiRoom: peripheral projected illusions for interactive experiences." Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, 2013.

我々の議論の中で、いくつかのプロトタイプを試した。Dramatic Space[図 3.10]はそのうちのひとつで、テレビに映っているコンテンツの空間から音の要素を抽出し、現実の世界に広げるというコンセプトで作られた。例えば映画で洞窟のシーンが出てきた際、洞窟独特の残響音が現実世界の机にも広がっていたら、まるでその空間とつながっているように感じるのではないだろうか。



図 3.10: Dramatic Space

Fake Window は窓のない部屋に擬似的に窓や外からの光を作り出すことで、空間に広さや心地よさを与えるものである。白い壁にさまざまな景色を映し出し、そこに実物の窓枠をつけたりカーテンをつけることにより、窓というコンテキストから外の世界と繋がっているような錯覚を起こす。集中したい時は森の中、心地よく読書をしたい時は海辺の夕焼けなど、気分によって窓の向こう側が変わる演出は生活の質を高めるのではないだろうか。実際に「Life Space UX」の商品である 4K 超短焦点プロジェクターとの相性が高いのではないかという議論もなされた。

これらのプロトタイプを試作していく過程で、空間変容を行う上で必ずしも高画質・ハイレゾといった効果な機材が必要ではないということがわかった。重要なのは体験者がその体験を主観体験に落とし込むことができるかどうかである。部屋の外に海岸が広がっているような雰囲気になりたいとき、美しい海の映像が見えていることよりも、カーテンの隙間から光が広がり、静かな波の音が聞こえてい

ることの方が心地よさを感じることができるのである。実際、窓の向こう側と現実世界を繋げる要素として、夕日の光や木漏れ日、風によってカーテンが揺らぐといった演出を加えると、さらに空間全体が窓の向こう側と繋がっているような体験が得られることがわかった。議論の中では、将来的にエアコンによる温度調節や扇風機といった既存の家電製品との連動により、家全体の雰囲気調節することも考えられるのではないかという話も出た。



図 3.11: Fake Window のプロトタイプ一覧

## Mooditioner

Mooditioner は照明であり、家具であり、インテリア雑貨である。本体はLEDテープであり、部屋のあらゆる場所に取り付けることができる。使い方は2通りあり、ユーザーは自由にそのときの気分によって部屋の雰囲気を変えることができる。

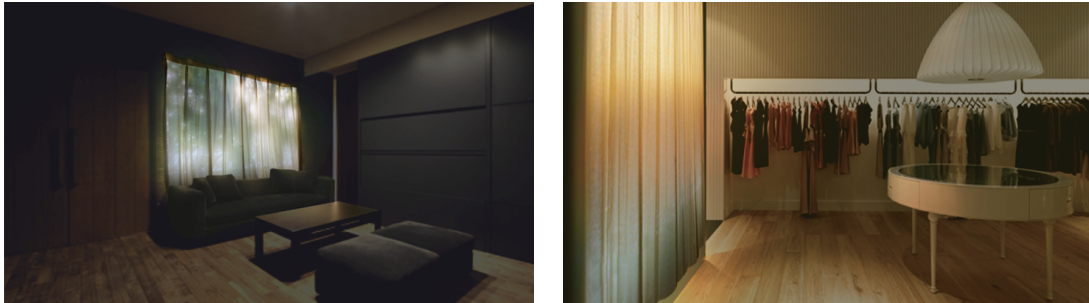


図 3.12: Fake Window による演出例 (第2フェーズ最終報告資料より)



図 3.13: Mooditioner

## コンテンツ連動

SONY 社が長年取り組んできたテレビコンテンツ事業と連携することで、Mooditioner はより自然にテレビやゲームの世界を日常生活に広げることができる。画面に映っている映像の光の部分を抽出し、LED テープに反映させる。それらをあらゆる家具に取り付けることで、各家庭に合わせた光の演出を可能にした。プロトタイプを作っていく中で、光源が見えないことがより自然に演出する重要な要素であることがわかっており、カーテンの裏、ソファの足元などがより効果的に部屋全体を変えることができるとわかった。将来的にはテレビで映像作品を視聴すると同時に部屋に設置した LED テープが連動して、自動的に部屋の雰囲気を変容させることを検討している。



図 3.14: Mooditioner を用いて映画の空間を広げる

## Moodsalon

コンテンツ連動だけでなく、自ら好きな雰囲気を作ることにもできる。自由にテーマと背景の画像を選ぶと、それにあった効果音が出る Web サービス「MoodTurn.com」<sup>7</sup> からヒントを得た。例えばユーザーが「部屋を静かな森の雰囲気に

<sup>7</sup> 『MoodTurn』 <http://www.moodturn.com>

したい」と思ったとき，ムードのプラットフォームである MoodSalon[図 3.15] にアクセスし，あらかじめムードをデザインする MoodDesigner が作った森の雰囲気を選択すると，部屋に設置した LED テープが森の雰囲気を演出する．家という空間の中でさまざまな種類の雰囲気を演出することで，より生活を心地よくすることが可能になる．光だけでなく音や風の要素も取り入れることでより自然に近い演出をすることが可能になる．スケジュールに合わせて部屋ごとに雰囲気を変えることもでき，人々の生活をシーンごとに気分に合わせて変えることができる．

このように SONY 社の既存の商品と組み合わせることで，新しいコンテンツビジネスとして次世代の生活を作ることができるのではと我々は考えた．



図 3.15: MoodSalon イメージ図

### Mooditioner で得た知見から次のプロダクトへ

Mooditioner は光による雰囲気演出を可能にした．また，光だけでなく音も組み合わせることでさらに部屋と空間を一体化させることも可能にした．中でも洞窟の残響音を再現したプロトタイプ「Dramatic Space」は，実際に環境音そのものを変容させていた．それによって生活空間に洞窟が広がっているように錯覚することができたが，一方で物そのものを変える可能性を見出した．また，Mooditioner



は空間を演出するだけだったが、空間における物体そのものを変えることができれば、体験としてさらに広がり生まれるのではないかと考えた。

例えば、物の材質が変わったように感じるができたり、食事のシーンがアニメーションの世界のように愉快的な物になれば、より空間と人間の関係性に変化が生まれる。今までは人間が空間を変え、物体は一方的に影響を受けていたが、物体によって人間の行動そのものに変化を与えることができると考えられる。そこで、そうした人間の行動そのものを変える次のプロダクトを作ることができないかと考えた。

### 3.4. コンセプトメイキング

#### Enchanted Things

SONY Enchanted Media Project で、実際に家具に取り付けることができるプロダクト「Mooditioner」を試作した。これは人が意図的に「雰囲気を変えよう」という意思を持って変容させるものだった。しかし一方で、未来の生活空間においてはより人の意識外のところで物自体が変容することも考えられる。

例えば、家具の材質が変質したり、食器が生き物のように動いたり、アニメーションの世界のように物に魔法をかけることで、より人と空間の距離は無意識下で繋がっていく。意識的にボタンを押して起動するのではなく、人の何気ない行動に伴って空間自体が変容する生活は、より人々の想像力を刺激すると考えられる。

日常生活においての空間と人間と関わりに関して、Mooditioner はユーザーが自分で「主体的」にムードをデザインするものだった。すなわち、あらかじめ用意されたコンテンツに依存していて、人々の能動的な行動に基づくものではなく、従来の照明演出と同じくスイッチで切り替えるものであった。今まで研究開発されてきた空間を変容させるものの中には人の行動を読み取って、照明のオンオフや演出を切り替えるものも存在するが、しかしそれらは人間の存在、ないし特定の行動がスイッチの代わりになっているにすぎない。

人間の能動的な体験を引き出すためには、「偶発性」が必要である。意図していないことが起きたとき、人はそれが何かを知ろうと能動的な行動をとる。そして

「偶発性」を生むためには、環境との関係性を探索させる必要がある。すなわち、空間との「偶発的」なインタラクションが生み出す魔法的な経験を作り出す “何か” があれば、人々の空間との関わり方は大きく変化するだろう。

主体的に体験を作るものから、偶発性によって能動的に体験するものへ

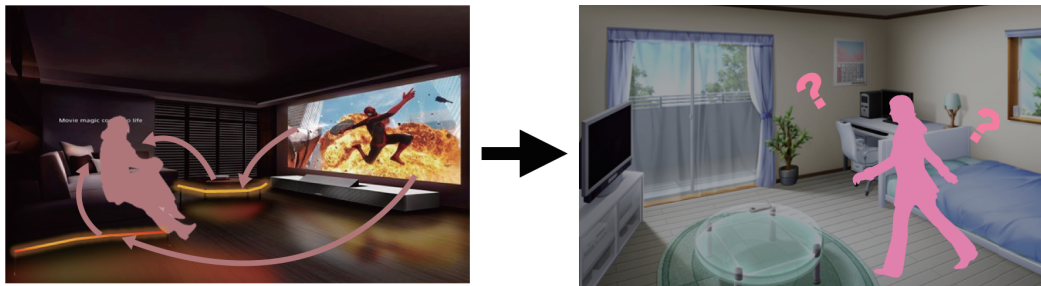


図 3.16: Mooditioner から魔法的な経験を作り出す “何か” へ

あらゆる物体にデザインした触感の要素を付け加えることができる「TECHTILE toolkit」<sup>8</sup> は、そうした魔法的な経験を作り出す “何か” と言える。すなわち、既存の物理世界に存在するあらゆる物体や人物そのものを変容させるのではなく、プラスアルファの価値をつけることで新しい体験、楽しさを生み出している。そのように、序章でも述べたような技術的基盤を目に見えない形にした上で、“物” に “魔法” をかけて現実世界を変容する概念を「Enchanted Things」と名付ける。この概念を取り入れることで、Mooditioner で得た知見から、さらに新しい体験を生み出すプロダクトを作ることができるのではないだろうか。

## 音を用いたアニメーションのデザイン

実際にアニメーションの世界のように、物体そのものの素材を変化させたり、形状を変形させることは難しい。また、3D ディスプレイなどを用いて錯覚させるこ

8 Minamizawa, Kouta, et al. “TECHTILE toolkit: a prototyping tool for design and education of haptic media.” Proceedings of the 2012 Virtual Reality International Conference. ACM, 2012.

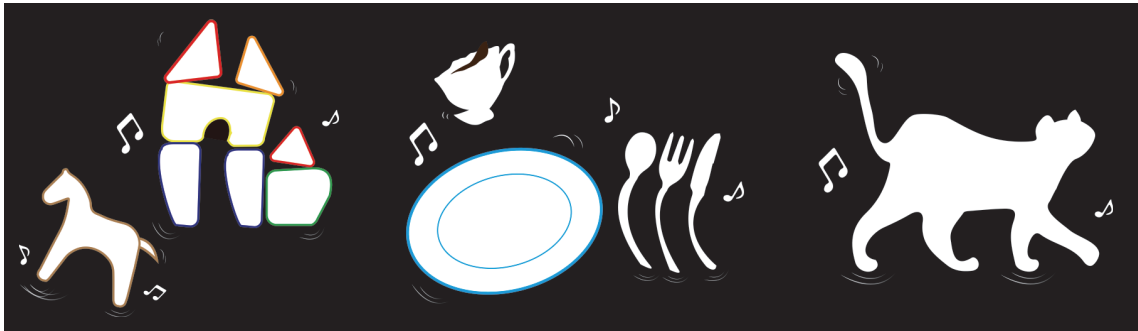


図 3.17: 現実世界の物体に魔法をかけるという概念「Enchanted Things」

とはできるが、現在の技術では大きな機材が必要であったり、実際に家庭に日常的に設置するのは難しいという問題がある。

そこで、まるで物体そのものが変容しているように錯覚させるために、音を使えばよいのではないかと考えた。電子ピアノは、鍵盤を叩いているのに、エフェクターを用いることでまるでそれが別の楽器であるかのように錯覚させ演奏することができる。また、第2章で述べたように、音を用いて現実世界の物体を変容する研究はいくつもされてきている。それを応用し、物体を使用した際の音そのものを変容させることで、物体にまるでアニメーションの世界のように魔法がかかったように感じさせることができると考えられる。

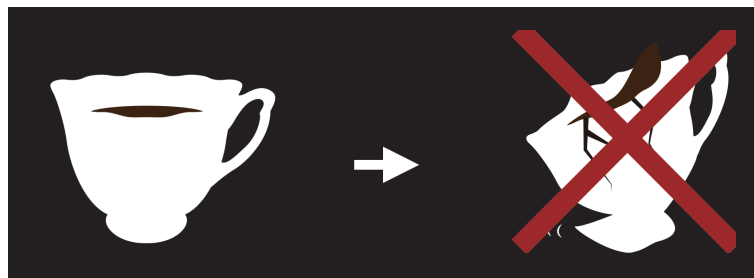


図 3.18: 物体そのものの形状を変化させることは難しい

## 物理現象との因果関係

物体を使用した際の音を変容させるということは、現実世界の物理現象との因果関係が必要だと考えられる。例えばなんの変哲もない四角い箱を机にぶつけた際に現実世界に生まれる音は「コツン」という箱と机の間で発生するものである。ここでの物理現象は「落ちる」というものであり、人間は「コツン」という音を「物が落ちたから音が鳴ったのだ」と意識しない。すなわち「落ちる」現象と「コツン」という音は密接に結びついていることが無意識下でわかっており、「音が鳴った」とは判断しないのだ。すなわち、物体そのものを変容させるということが物理現象が改変されたと錯覚することであるならば、その因果関係を壊してはならないと考えられる。

例えばこのシステムが従来の照明器具のようにスイッチで稼働するのだとすれば、「落ちる」に対しなんらかの効果音が鳴る物になるだろう。この効果音が「ドスン」という音だとするならば、物が落ちた際にはすべて「ドスン」になってしまう。四角い箱、丸いボール、軽いペットボトルなどあらゆる物が「落ちた」ことに対し同じ「ドスン」が鳴ってしまえば、それは「物が落ちたから音が鳴った」と人間は認識してしまう。これは物理現象の改変とは言えない。

そこで、スイッチではなく関数であるべきだと考えられる。四角い箱であるなら、その箱と机の間にある音が関数によって変容する。当然丸いボールや軽いペットボトルでは机との間に生まれる音に違いが生まれるので、関数を用いればその微妙な差をも表現することが可能となる。その関数こそが魔法的な「何か」であり、コンセプトの軸になる要素だと考えられる。微妙な差異を表現することができれば、人間が四角い箱を叩く、丸いボールを跳ねさせるといった行動に合わせて変化するので、よりコントロールしているという意識が生まれるだろう。そうした意識が生まれれば、これは人々の能動的な体験を引き出すものになり得ると考える。

### 3.5. コンセプト

物体に魔法をかけることができるシステムとして、「Dramagic」を提案する。これは Dramatic と Magic を組み合わせた造語である。Dramagic は、音を用いて物や人間の行動そのものに魔法をかけるものである。美女と野獣の食事のシーンのように、食器が生き生きと踊り出し、日常の何気ない動作に魔法がかかったかのように楽しげな物に変わる。技術的基盤を隠したそれは確かに「魔法」であり、偶発的なインタラクションを生み出すが故に、子供達にとっては「なんでも知っている」はずの、大人でも予測できない体験が生まれる。それはおそらく、親子の新鮮な会話を生み出すだろう。そうすることで、家庭内のコミュニケーションを増やし、より楽しい空間を作り出す可能性を秘めている。

また、これによって空間の雰囲気を変え、人間が物体を使用した際に出る音を用いるのであれば、音が発生しやすい机や棚などの硬い家具や床、椅子などに設置できるタイプのものにする必要があると考えられる。Modoitioner を製作した際、間接照明がそうであるように、より空間に溶け込ませるために機材などは目に見えない場所に設置すべきで、カーテンの裏やテーブルクロスの裏、ソファの下などに取り付けた。これは技術的基盤を隠したディズニーの「魔法」と同じである。音を用いるテクノロジーを組み込む際、使用する物体そのものになんらかのデバイスを装着することも考えられる。しかし今回目指すのは技術的基盤を隠した「魔法」的な体験である。もしデバイスを装着するとなれば仕掛けが視覚的に認識されてしまい、「そのデバイスが付いているから変化するのだ」と感じられてしまう。これを「魔法」のように錯覚することは難しいだろう。よって、実際に魔法をかける物体にはデバイスを装着しないようなシステムにするために、机や台など、物を乗せてつかうものそのものにテクノロジーを付与することにした。また、あらゆる直接目に触れない場所に設置することで、人間の能動的な行動に即した、偶発的な事象を誘発しやすいものになると考えられる。

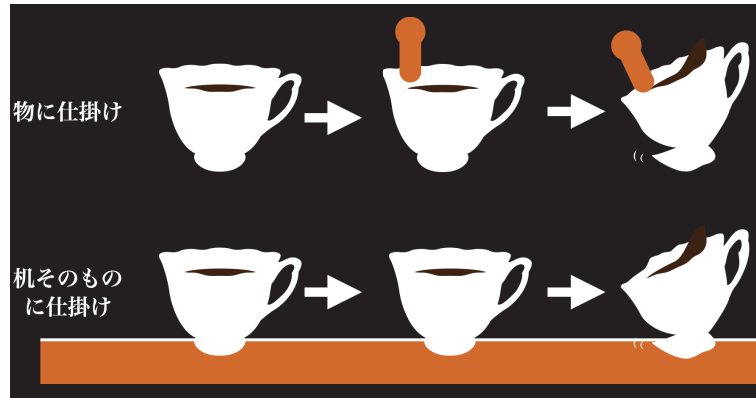


図 3.19: デバイスを装着するのではなく、テーブルに仕掛けをする



図 3.20: Dramagic のイメージ図

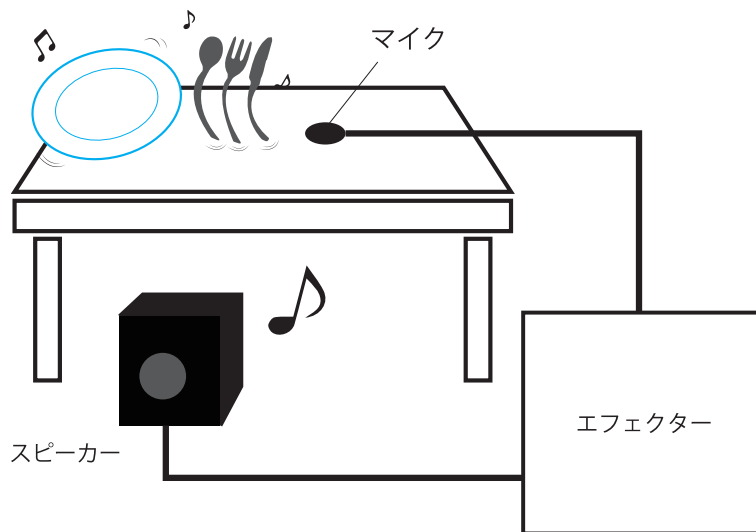


図 3.21: Dramagic のシステム図

## スケッチ・見た目

空間との「偶発的」なインタラクションが生み出す魔法的な体験は、幼い子供達の脳を刺激し、想像力を育むだろう。子供達は成長し、新しい発見をするようになる。難しい概念や説明書など必要でなく、直感的にあらゆる遊びを生み出し、親子で楽しめる「場」を作ることによって、何気ない行動すべてがアニメーションの世界のように愉快で不思議なものになる。

Dramagic は様々な場所に設置することが可能なシステムだが、今回は子供部屋、あるいは子供が遊ぶ場所に着目する。技術的基盤を隠すという点でも、家具、あるいはイベントの場に設置されている机や台になりうるものを作る。音を取得しやすくするために、また子供達が遊びやすくするために、椅子などに座らなくても体験できる小さな机のようなものが最適だと考える。子供達はその机の上で遊び、学び、生活をする。まるでおもちゃが生きているかのような、トイストーリーのような世界を楽しみ、ブロックを組みながら遊び、おはじきを使って算数を学ぶ。おやつを食べジュースを飲む行為すら、不思議に感じる空間を作り出す。偶発的なインタラクションが生み出すそうした体験は、いつしか子供達の生活その

ものを拡張し、「何をしたらもっと楽しくなるか」を考えだすにちがいない。幼い頃、想像力を働かせて何の変哲もない積み木を城に見立て、ブロックで作った列車をまるで本物の列車であるかのように動かした経験は誰にでもあるだろう。そうした制約条件に縛られない想像力によって生み出されたものたちが、子供達に反応を返すことで、そこには物と子供達との対話が生まれる。それをきっかけとして、再び子供達は「楽しい」と感じる体験を作り出そうとするにちがいない。



図 3.22: Dramagic を子供部屋で使用したイメージ図

### 3.6. 本章のまとめ

本章では、本研究を進めるきっかけとなった「SONY Enchanted Media Project」についてと、そこでの成果「Mooditioner」について述べた。また物に魔法をかける概念「Enchanted Things」について述べ、Mooditioner での成果を元に、子供達の想像力を高める空間に設置することができる机「Dramagic」のコンセプトを提示した。第4章では本章で述べた関数、すなわち物理世界の音を変容させるエフェクターを実装し、子供にふさわしい机について述べる。



## 第4章

# 実装

### 4.1. サウンドアニメーションの設計

前章で設計した図を元に、プロトタイプを作っていく。音を用いてアニメーションのような世界を体験できるものを、サウンドアニメーションと定義する。

#### 12 principles of animation の応用

ディズニーのクリエイターが提唱した「12 principles of animation」はアニメーションをよりリアルに描くための重要な要素である。これを応用することで、より物体そのものをアニメーションの世界のもののように変質させる関数であるエフェクター、サウンドアニメーションを作ることができるのではないかと考えた。そこで、描画のための技法であるこの12の原則を分析し、音を用いて表現できないか考察した。

- Squash and Stretch 「押し潰しと伸縮」

アニメーションでは、動物たちの尻尾やボールなどの物体が跳ねるときにこの技法がよく用いられる。「ぼよん」「ぼいん」とした独特の弾力性のある効果音とともに描かれることが多い。描画だけでなく音の要素が強いため、現実世界の音をこのような音に変容することで実現できるのではないかと考えられる。

- Anticipation 「予備動作」

キャラクターが走る前に後ろに少し下がる，ジャンプをするときに体を深く沈みこませるといように描画される．例えば物体が飛び上がることを想定して，「ぐぐぐぐ」という沈み込む音を鳴らせば，「次は上に飛び上がる」と錯覚させることができる可能性はある．しかし，体験者が鑑賞するだけでなく，実際に物体を動かしてもらったプロダクトを想定しているため，体験者が次に物体をどう動かすか想定できない以上，あらかじめ「ぐぐぐぐ」という音を鳴らすことは難しい．

- Staging 「演出」

物体を一定の場所に置いたとき，その物体の雰囲気あたり全体に広げることによって「演出」は成り立つ．たとえば青い色の物体の場合はあたりに波の音を響かせるなど，青を連想させる音を鳴らすことで再現できる可能性はあるが，体験者によって青という色と結びつく音が違うことや，あらゆる物体の色を検知するとなると機材が大掛かりになることが考えられる．

- Straight-Ahead Action and Pose-to-Pose 「逐次描きと原画による設計」

描画のための技法であるため，音のみで再現するにはある程度の新しい解釈が必要である．あらかじめ物体の開始位置と停止位置を決定しておけば，その間のつながりを音で再現することはできるかもしれない．しかしこれも「予備動作」と同様，体験者がどう動かすか想定できないため，難しい．

- Follow Through and Overlapping Action 「継続する動きと後追いの動き」

この技法を再現すると，うさぎの人形を用意し，うさぎを移動させて停止させた際，耳だけはまだ停止せず動き続ける，つまり，耳だけが動いていることを示す「ぴよんぴよん」といった音が停止した後に鳴れば，ただのうさぎの人形の耳がまだ動いているように錯覚させることができるかもしれない．これを実現するのは容易であるかのように考えられたが，実際にはうさぎの耳や猫のしっぽなど，停止した後に動き続ける部位がある物体にのみ有効である．四角い箱であるならば「ぴよんぴよん」という音が鳴るのは不自然である．

- Slow In and Slow Out 「スローインとスローアウト」

これは物の移動感を描く物であり、物が移動するさいに少しずつ移動し、ゆっくりと止まる様子表現するものである。物体が左から右に移動する際、物体が停止した後も「スーッ」という移動音が少し残ることで、移動する速度感や距離感を現実世界の物より「より移動した」と感じられるのではないかと考えられる。物を移動する、滑らせるといった動作を行う際にはすべてに有効であり、物体によって多少移動感は違えど、その物体が鳴らす現実世界の音そのものを用いることで、その微妙な差異も表現できるのではないかと考えられる。

- Arc 「運動曲線」

描画のための技法であるため、音で再現するのは難しい。また、この技法はあくまで「アニメーションの世界のものを現実世界での動きのように再現する」ものであり、今回はもともと現実世界の物体を動かすのであるから、体験者が物体を動かすだけでこれは成り立っているということになる。よって、音で表現できる部分は存在しないと考えられる。

- Secondary Action 「副次アクション」

人形に手足がある場合、人形を歩かせる際に「足で歩く、手を振る、首を動かす」などの副次的な動作を音で表現することができれば、この技法は成立していると言える。しかし「継続する動きと後追いの動き」同様この技法が必要でない形状の物体も存在するため、物体ごとに分類することは今回のシステムでは不可能であることから、この技法を音で再現するのは難しい。

- Timing 「タイミング」

描画のための技法であり、元々はアニメーションを描く紙の枚数で表現していた。時間軸によってあらかじめシナリオが決定している場合は工夫の余地があるが、これも「予備動作」同様体験者がどう動かすか想定できないため、難しい。

- Exaggeration 「誇張」

物体の個性を誇張することで、この技法は成り立つ。例えば大きな木の人形と小さな金属の人形では、机の上をそれで叩いた際に発生する音にも差異がある。その差異を誇張することができれば、この技法を音で再現できたと言えるだろう。これは一見再現可能に思えた。しかし「継続する動きと後追いの動き」同様この技法が必要でない形状の物体も存在するため、物体ごとに分類することは今回のシステムでは不可能であることから、この技法を音で再現するのは難しい。

- SolidDrawig 「立体感のある描画」

描画のための技法であり、立体感を音の世界で置き換える必要がある。たとえば立体音響など、スピーカーを複数用いることで立体的に音に奥行きを表現できる可能性はある。そのキャラクターの移動感やキャラクター性に奥行きと深みを持たせることができれば、この技法は再現できたと言える。

- Apeal 「アピール」

たとえば物体がある一定の場所に置かれた場合、そのことを「アピール」する音が鳴る、といった表現方法は考えられる。しかしこれも「予備動作」同様体験者がどう動かすか想定できないため、難しい。

以上の分析結果を元に、12個ある原則を分類した。条件は下記の通りである。今回は「現実世界におけるあらゆる物体に魔法をかける」ことを目指すため、限定的なものは排除する必要がある。

1. キャラクターによって限定されないか

アニメーションではあらかじめ決められたキャラクターが動く。例えばキャラクターがうさぎの場合、「継続する動きと後追いの動き」を用いて、「走って止まる」動作の際、体が止まった後に耳が前後に移動するさまを描画する必要がある。しかしこの条件は、耳のない蛇などの動物では当てはまらない。人々が日常生活において現実世界のどんな物体を使用するか予測できないため、限定されてしまう要素は使用できない。

## 2. あらかじめ決められた時間軸によって限定されないか

アニメーションではシナリオが決まっており、キャラクターの動きや世界の移り変わりは時間軸によってあらかじめ決まっている。例えばキャラクターが空を飛ぶ場合、「予備動作」を用いて「助走をつけてから飛ぶ」必要がある。しかし現実世界の物体を人間が動かす場合、シナリオとなる未来の時間軸は決定されていない。そのため、物体の動きが予測できない以上、限定されてしまう要素は使用できない。

## 3. 描画に限定されないか（音で表現できる可能性があるか）

今回は音を用いてアニメーションを設計する。とするならば、「逐次と原画による設計」など描画の際の約束事は使用できない。

技法名	①キャラクターによって限定されないか	②あらかじめ決められた時間軸によって限定されないか	③描画に限定されないか (音で表現できる可能性があるか)
押し潰しと伸縮	○	○	○
予備動作	○	×	○
演出	×	○	○
逐次描きと原画による設計	×	×	×
継続する動きと後追いの動き	×	○	○
スローインとスローアウト	○	○	○
運動曲線	○	○	×
副次アクション	○	○	×
タイミング	○	×	×
誇張	×	○	○
立体感のある描画	○	○	○
アピール	×	○	○

図 4.1: 条件による分類図

以上のことから「押し潰しと伸縮」と「スローインとスローアウト」および「立体感のある描画」を音で表現できないか検証する。

### 押し潰しと伸縮

前章でも述べたように、伸縮はものの弾力性や柔らかさを表現するための技法である。今回は、ボールが机に跳ねている時の様子を元に、アニメーションの描画技法を音でどのように表現すべきかを考察する。

スーパーボールが跳ねる様子をハイスピードカメラで撮影したもの<sup>1</sup>を観察すると、ボールが下にぶつかる際、わずかに歪んでいるのがわかる。このように、現実世界のボールがぶつかる際、その柔らかさ故に僅かにボール自体が歪む。しかしこれらは人間の目で認識することはできない。アニメーション技法の「押し潰しと伸縮」は、このボールが机にぶつかって縮み、反発して上に押し上がる際に元の大きさに戻る、というボールが上下に歪む様子を誇張して描くことで、そのボールの弾力性や柔らかさをより強く表現している。

したがって、これを音で表現する際、ボールが台にぶつかって縮む、跳ねる際にボールが元に戻るという二つの時の音を拡張すれば、よりその弾力性や柔らかさを表現することができるだろう。そこで、実際にボールが机にぶつかる際の音を歪ませて、縮む音、および戻る音の二種類を表現することを考える。縮む音は「低い音に沈み込む音」であり、戻る音は「高い音に引きあがる音」になるべきである。ボールが跳ねるといふ動きは、その上下の動きに合わせて、縮む音と戻る音が連続して鳴る必要がある。ボールが机にぶつかった際の音が上下に揺れ、「ぼよん」とした独特の音になるべきである。

既存のエフェクターを試しながら、「ぼよん」とした音に近いエフェクターはどのように作れるのかを考察した。空間系と呼ばれる、原音を残響音にする「リバーブ」やモジュレーション（揺らし）系と呼ばれる、一つの音を複数で鳴らしているような効果が得られる「コーラス」などを試していく中で、同じ、モジュレー

---

1 『未体験映像の世界』 <https://www.photron.co.jp/mitaiken/>

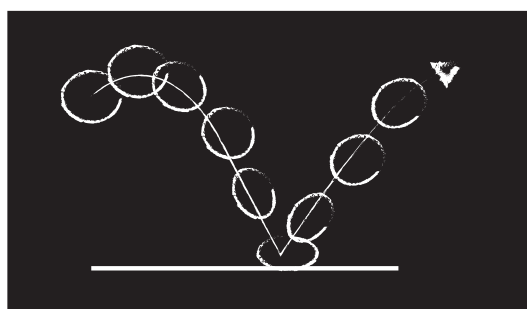
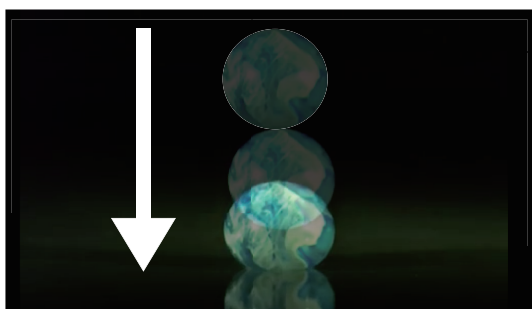


図 4.2: ハイスピードカメラで撮影したスーパーボール<sup>1</sup>

図 4.3: 「押し潰しと伸縮」のアニメーションでの描画

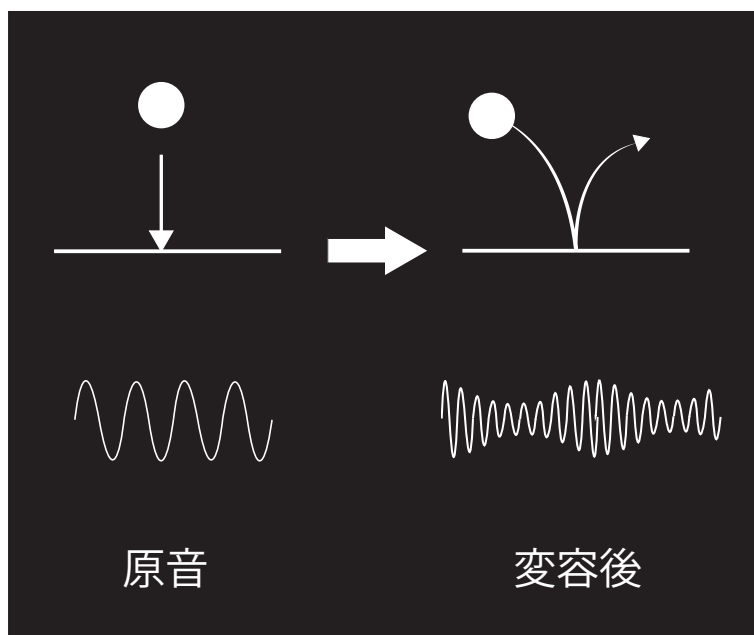


図 4.4: 「押し潰しと伸縮」を音でデザインする

ション（揺らし）系と呼ばれる，原音を揺らして変容させるエフェクターの中の「フランジャー」がより近いのではないかと考えた．しかしこの既存のエフェクターはとても重く扱いづらい上，あらかじめパラメーターが決まっており，自由度は低い．そこで Cycling '74 によるソフトウェア，Max MSP を用いてエフェクターを作ることにした．パソコン一台でエフェクターの代わりになるので，持ち運びやすく，また試しやすくなった．

フランジャーは音を遅らせるディレイを応用し，原音を遅らせて遅れた音と原音を組み合わせることで，二つの音が重なり合っただけで音色を変化させるエフェクターである．ぐわんぐわんと上下に揺れているような独特のうねり音から，ジェットサウンドと表現されることもある．これを応用することで「ぽよん」という上下に揺れた弾力性のある音を再現できないかと考えた．

実際に値を調整した．LFO 周波数は人間の可聴域よりも低い周波数の波を発振するものである．その周波数や深さ，遅延させる時間，ディレイタイムなどを微調整し，試した．

1．LFO 周波数：20，LFO の深さ：0.5，ディレイタイム：5

音は多少揺れているが，金属音に近い．

2．LFO 周波数：5，LFO の深さ：0.5，ディレイタイム：5

1 と比べて大きな変化はない

3．LFO 周波数：5，LFO の深さ：1，ディレイタイム：5

2 と比べて大きな変化はない

4．LFO 周波数：5，LFO の深さ：1，ディレイタイム：10

3 と比べて「とぅるとぅる」とした音に変化する

5．LFO 周波数：20，LFO の深さ：1，ディレイタイム：10

「しゅるしゅる」とした音に変化する

6．LFO 周波数：1，LFO の深さ：1，ディレイタイム：10

金属感が残っているものの「ぽいん」とした音に変化する．

このように，三つの値を変化させながら調べていくと，LFO 周波数が 1，LFO の深さが 1，ディレイタイムが 10 の時，最も「ぽよん」としたボールそのものの材質が変化したかのような効果を得ることができた．この結果を元に，より理想



的な「ぼよん」に変容できるように微調整を行った。

実際に音が伸び縮みし、ぼよんぼよんというアニメーションの世界のボールの音に変質させることができた。



図 4.5: 既存のエフェクター



図 4.6: パソコンのエフェクター

## スローインとスローアウト

スローインスローアウトは、物の移動感を拡張するための技法である。これを音で表現するために、「伸縮」の時と同様環境音そのものを変容させるエフェクトを作った。

スローインとスローアウトは描画の際、描く枚数によってスピード感を調整するものである。現実世界で物が移動する際、一定のスピードで動くことはない。必ず少しずつ速くなり、止まる時は少しずつゆっくりと止まる。アニメーションの世界では、この現実世界の物の移動の際の少しずつ速くなる、少しずつゆっくりになるという二つの動きを誇張して描くことで、より物が移動した様子を表現している。したがって、音でこれを表現する際も、音が少しずつ速くなり、移動後少しずつゆっくりになるべきである。例えば四角く硬い箱がA地点からB地点に物体が移動する際、A地点を離れてすぐはあまり変化がないが、少し動かすと徐々に音が聞こえて来る。こうすることで、「ゆっくり移動し始めた」と錯覚すること

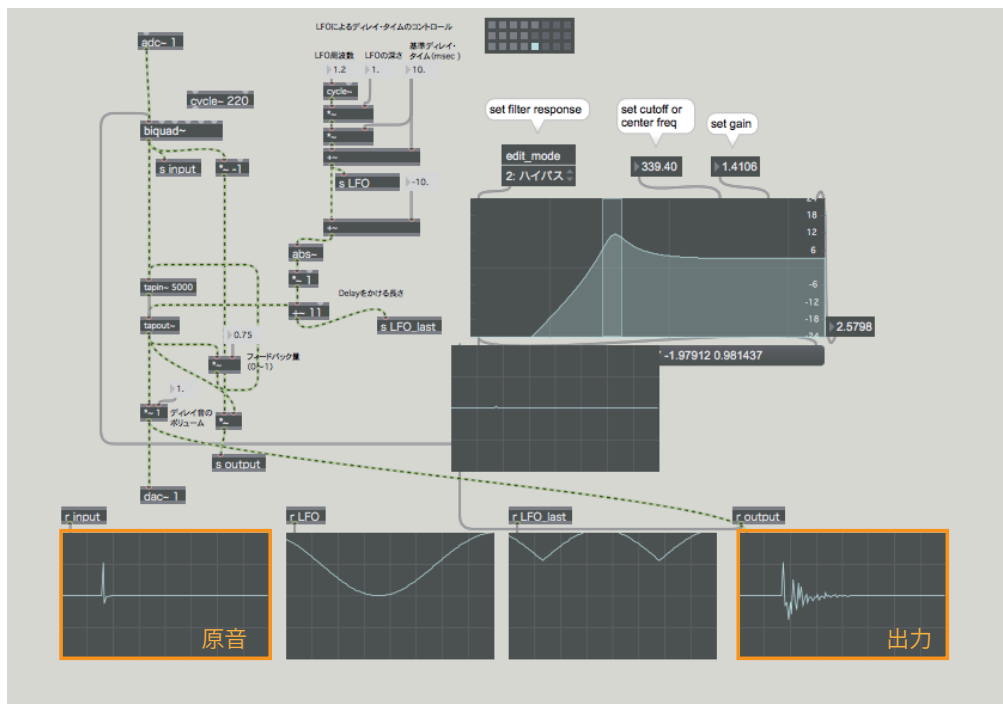


図 4.7: Max MSP を用いたパッチ「押し潰しと伸縮」

ができる。最後に B 地点で止まる前は音が徐々に聞こえなくなり、止まるとぴったりと音が止むべきである。こうすることで、最後は「ゆっくり停止した」と錯覚することができる。

まず A 地点の時点で徐々に音が聞こえるという現象を原音を用いて表現する。このとき、移動前の音を残し、遅延させて再生させることを考えた。すなわち、A 地点を離れてすぐは原音しか聞こえることはないが、少し移動させると遅延した音が再生し、移動している原音に遅延した音が重なることで、より大きく聞こえることになるだろう。こうすることで、「徐々に音が聞こえてくる」といった状況を誇張して表現することができる。

しかし B 地点で止まることを考える際、「12 principles of animation」を分類したときの条件である「あらかじめ決められた時間軸によって制限されないか」というものを満たさない。A 地点は箱が机に触れたときに音で判定できるが、B 地点は予測することができないためである。したがって、今回は「ゆっくりと移動をはじめると」という部分のみを再現することを考える。

再現する際「ディレイ」という音を遅らせるエフェクターを用いることにした。ディレイは原音を遅らせるエフェクターである。衝突音が「コツン」と鳴ると、指定した時間後に同じ「コツン」という音を鳴らすことができる。このエフェクターを用いれば、A 地点から移動を開始後、徐々に音が聞こえて来るといった表現ができると考えた。実際に四角い箱を動かしながら、より「移動した」と感じられるのがどのくらい遅延した時かを調節した。

1. ディレイする時間：10ms  
ほぼ原音と変化なし
2. ディレイする時間：50ms  
若干「するする」感が生まれる
3. ディレイする時間：100ms  
2 よりもより移動感が生まれる
4. ディレイする時間：300ms  
よりはっきりと「移動した」と感じる
5. ディレイする時間：500ms

移動する前の音と移動後の音に時間が空きすぎるため、違和感が生まれる

このように、値を変化させながら調べていくと、ディレイする時間が300msの時、最も移動したと感ずることができた。この結果を元に、より理想的な「するする」といった移動感を得られるよう微調整を行った。今回はA地点から移動途中までの「徐々に音が大きくなる」という部分のみを再現することを試みたが、ある程度の移動感を得ることができた。



図 4.8: 「スローインとスローアウト」のアニメーションでの描画

### 立体感のある描画

立体感のある描画を再現するにあたり、立体音響の技法を用いることにした。今回は机に限定しているため、マイクとスピーカーを二つずつ付け、パンニングを応用することで移動感を高めることができないか試した。図ではわかりやすく平面上に並べた。

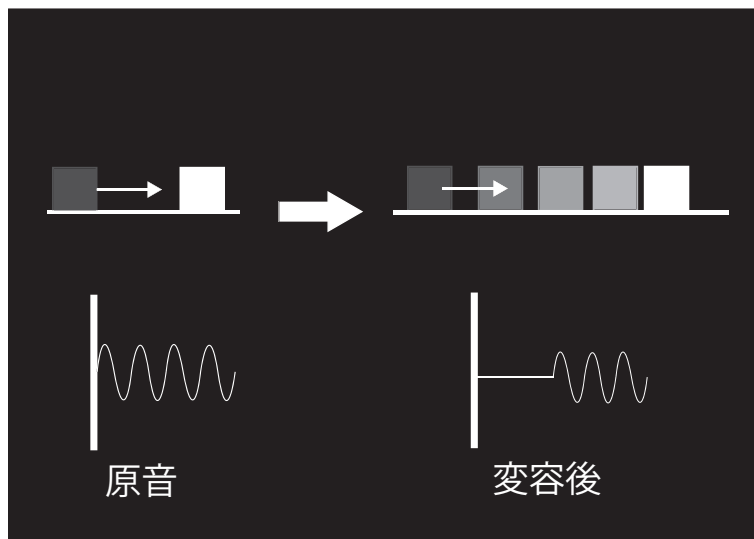


図 4.9: 「スローインとスローアウト」を音でデザインする

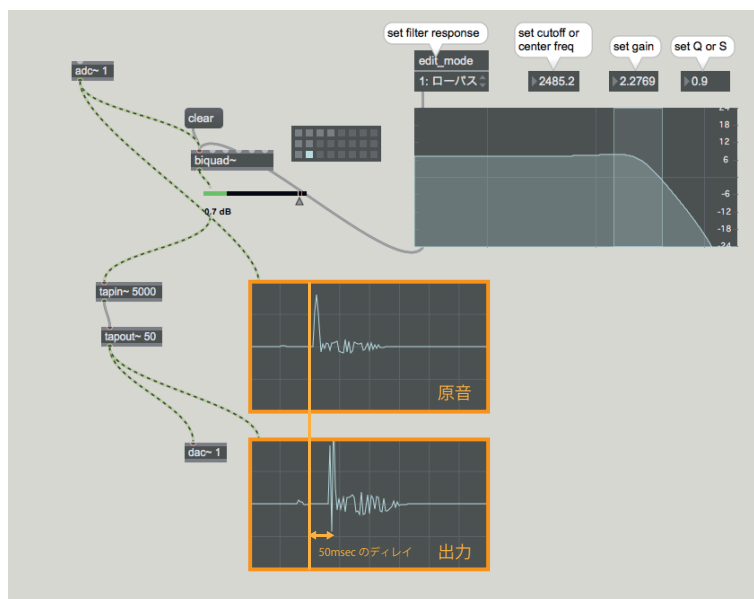


図 4.10: Max MSP を用いたパッチ「スローインとスローアウト」



図 4.11: マイクの設置位置の真下にスピーカーを設置した

### 小人が走る

移動感によって、たとえばものを机の左の方向に置くと、「コツン」という音がして小人が生まれ、左から右の方に徐々にはしり去っていく音をディレイを応用して作った。

確かに駆け抜けていく移動感は生まれたが、それを「小人」だというコンテキストに落とし込むのは難しいように感じた。音だけでそうした細かなキャラクター性まで伝えるのは難しいということがわかった。

### 宇宙・魔法

宇宙や魔法のような不思議な音を移動感と組み合わせることで、面白い効果が得られないか試した。ワープするときの「ぷわぁん」という音や高速で移動している「しゅわああん」という音が左右に触れるプロトタイプを作った。これは不思議感もあり楽しさを感じたが、一方で「小人が走る」プロトタイプと同じように

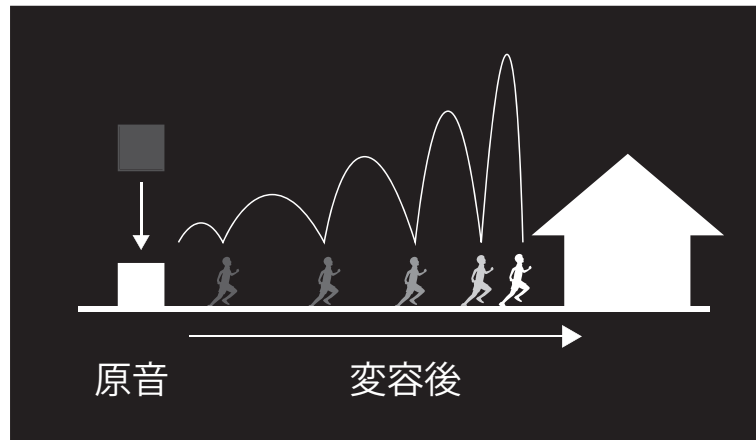


図 4.12: 小人が走る」を音でデザインする

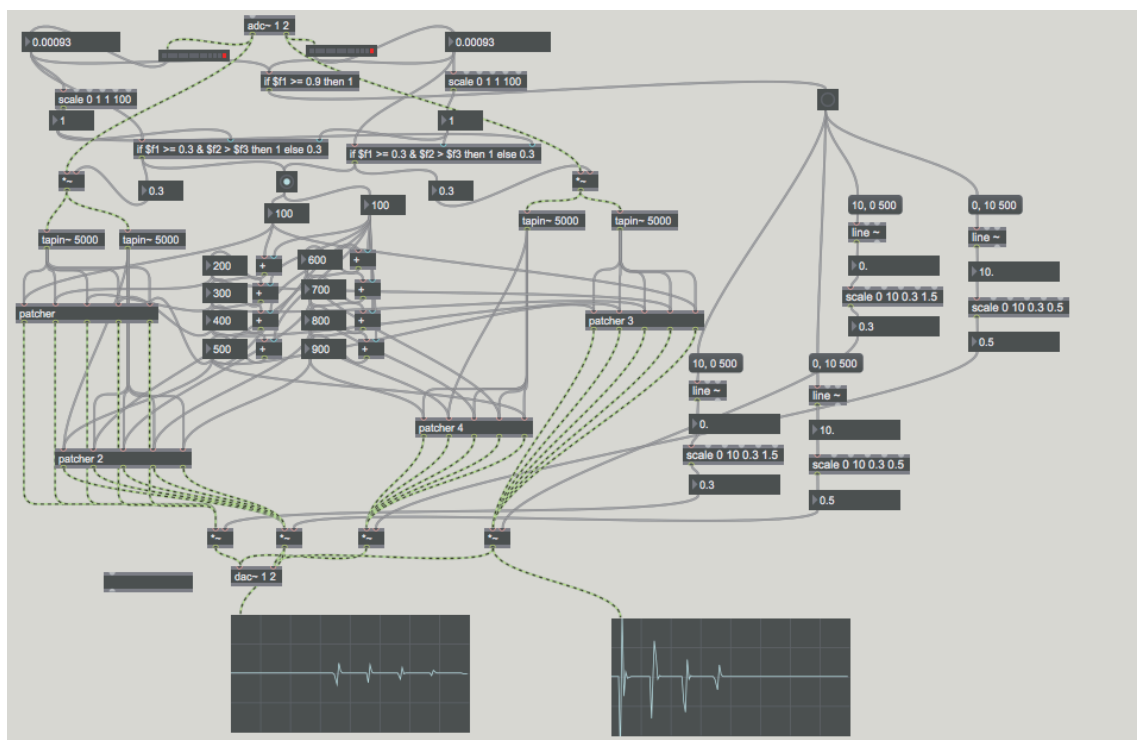


図 4.13: Max MSP を用いたパッチ「小人が走る」

視覚情報が欲しいと強く感じた。動く光をプロジェクションしたり、液晶の上で動く映像を見ながらであればより強く魔法感を感じることができるかもしれない。

以上のことから、12 principles of animationの要素を用いて表現したもののうち、「押し潰しと伸縮」および「スローインとスローアウト」はサウンドアニメーションの関数として使用できると考えられる。

## 食事のシーン

12 principles of animation に沿ったものを試していく中で、別の世界観で何か面白いものが作れないか試す必要があると感じた。そこで、コンセプトを決めた際に出てきた食事のシーンをより美味しく、より楽しくできるサウンドアニメーションを設計しようと考えた。

### ぐつぐつ

マイクから音を取得し、一定の音量を検出するとそれがトリガーになってぐつぐつした音がより大きく聞こえるエフェクターを作った。食事を乗せるとぐつぐつとした熱さを感じる音が流れはじめ、スプーンやフォークなどの食器ですくうたびにぐつぐつ音がより大きく再生される。食事が終わるその瞬間まで煮込んだ熱さを感じ続けることができるのではないかと考え作って試してみたが、実際は音をトリガーにしているせいでその他の音を拾ってしまったり、ループ音源のため途中で違和感を覚えてしまった。

### 氷

同じ要領でグラスを置くと氷のからんからんという音がするパッチを作った。ランダムに氷の音が再生されることでグラスの中の飲み物をより冷たく感じることもできるのではないかと考えたが、実際にはそこまで感じるものでもなく、また時間が経つと実際の氷は溶けてしまうため、そこで違和感を覚えた。



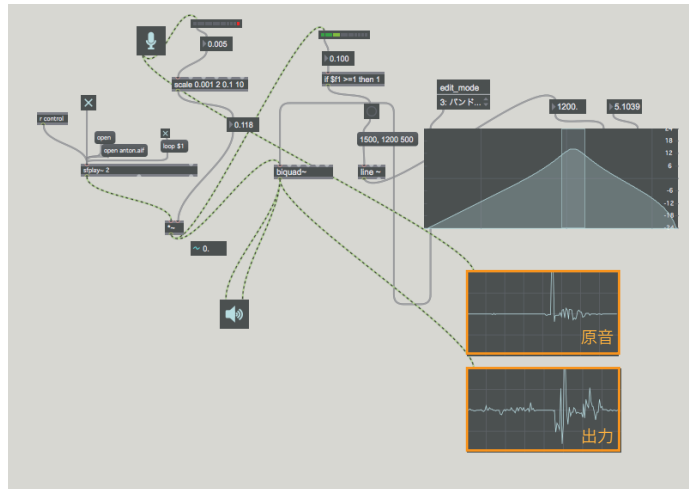


図 4.14: Max MSP を用いたパッチ「ぐつぐつ」

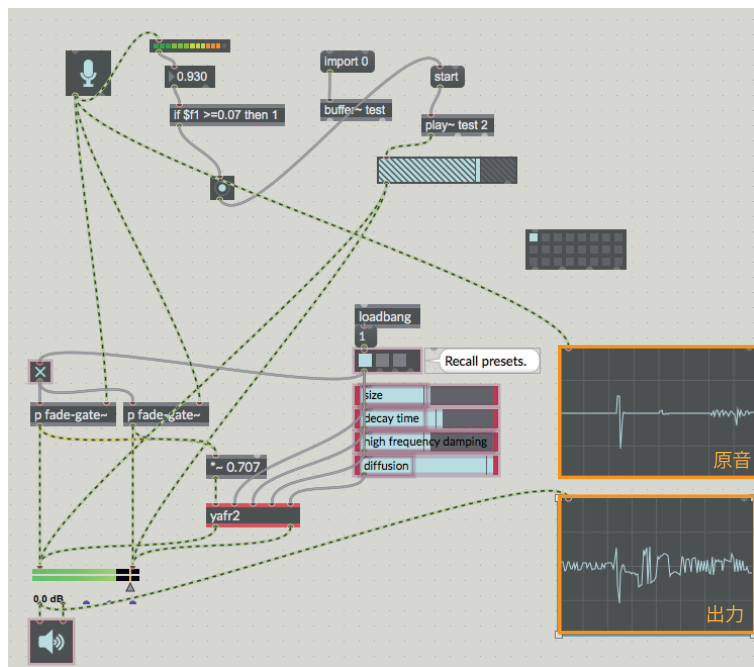


図 4.15: Max MSP を用いたパッチ「氷」

試す中で、音量をトリガーにしてしまうとオンオフの切り替えでしかなくなってしまうため、伸縮やスローインスローアウトと比べて魔法感が薄れてしまうように感じた。そこで音をトリガーとするのではなく、ギターのエフェクトのように、原音をそのまま変質させるパッチを試すことにした。

## ギターエフェクトの利用

### ディストーション

代表的なエフェクトとしてディストーションを応用してみた。ディストーションは音を増幅させて歪んだ音にするものである。これは確かに濁った歪んだ音が聞こえるが、環境音はギターのように音階がはっきりしているわけではないため、ただの雑音がずっと鳴っているように感じてしまった。また、騒音に近く、使用シーンが想定できなかった。

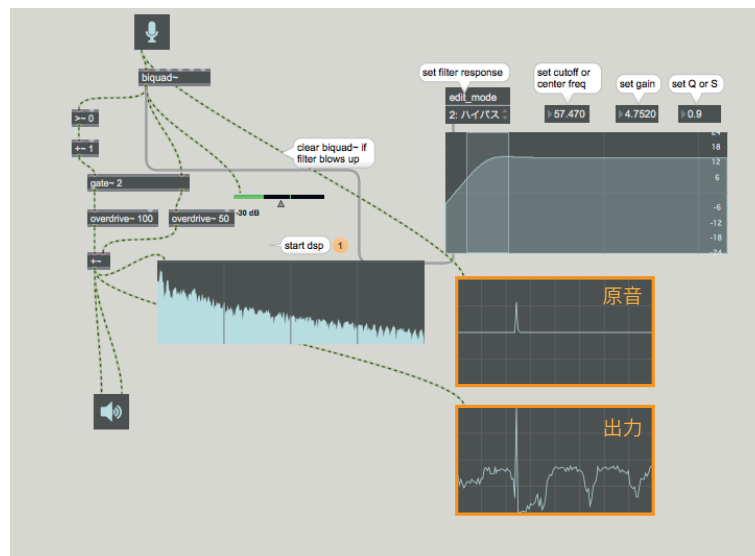


図 4.16: Max MSP を用いたパッチ「ディストーション」

## ワウ

ワウを試してみた。これはスローインスローアウトのときにピッチシフトをためしたため、効果が高いと思われた。ワウとはバンドパスフィルタを移動させることで音を変容させるものである。しかし実際に調整して試すと、ヘッドフォンで聴く分にはワウワウ感が魔法っぽく楽しいと感じたが、スピーカーで試すと原音のはっきり聞こえすぎてしまうため、ワウの効果が薄まってしまったことがわかった。

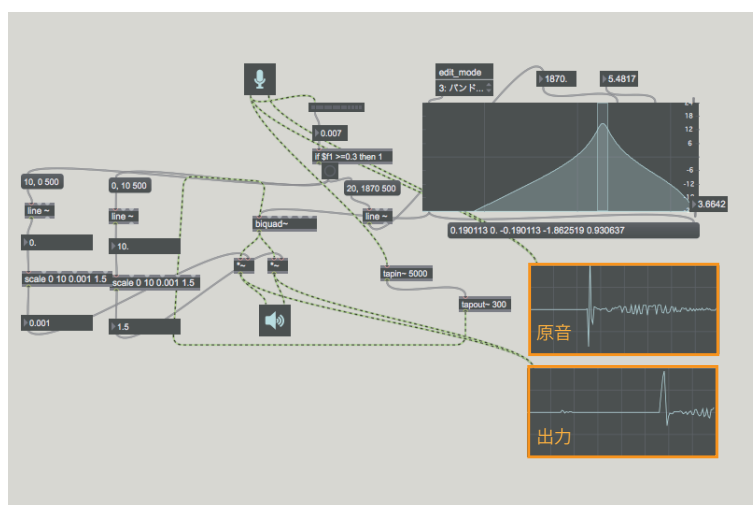


図 4.17: Max/MSP を用いたパッチ「ワウ」

## プロトタイプ分類

以上のことから、試したプロトタイプの中で、サウンドアニメーションを設計する上で重要となる要素を抽出する。第3章にて物理現象との因果関係が必要なのではないかという仮説を立てた。実際に因果関係があるものとないものを作り試した結果、現実世界にあるどんな物体で試しても効果を得られたのは因果関係があるものの方だった。以上のことから、関数である必要があるということが考えられる。また、スピーカーと接続して試した際、現実世界の音が目立つか否か

が重要な要素になっていることがわかった。例えば「押し潰しと伸縮」は現実世界の音（原音）がほとんど聞こえず、音そのものが変容していることがはっきり理解できた。しかし「ワウ」などはその原音が目立ちすぎており、効果が伝わりにくかった。「小人が走る」はその特性上小人が走るトリガーとなる原音に意味があるので、聞こえていても問題はないが、物理現象とは因果関係がないため違和感があった。

このようにプロトタイプを2軸で分類していく。図は以下の通りである。

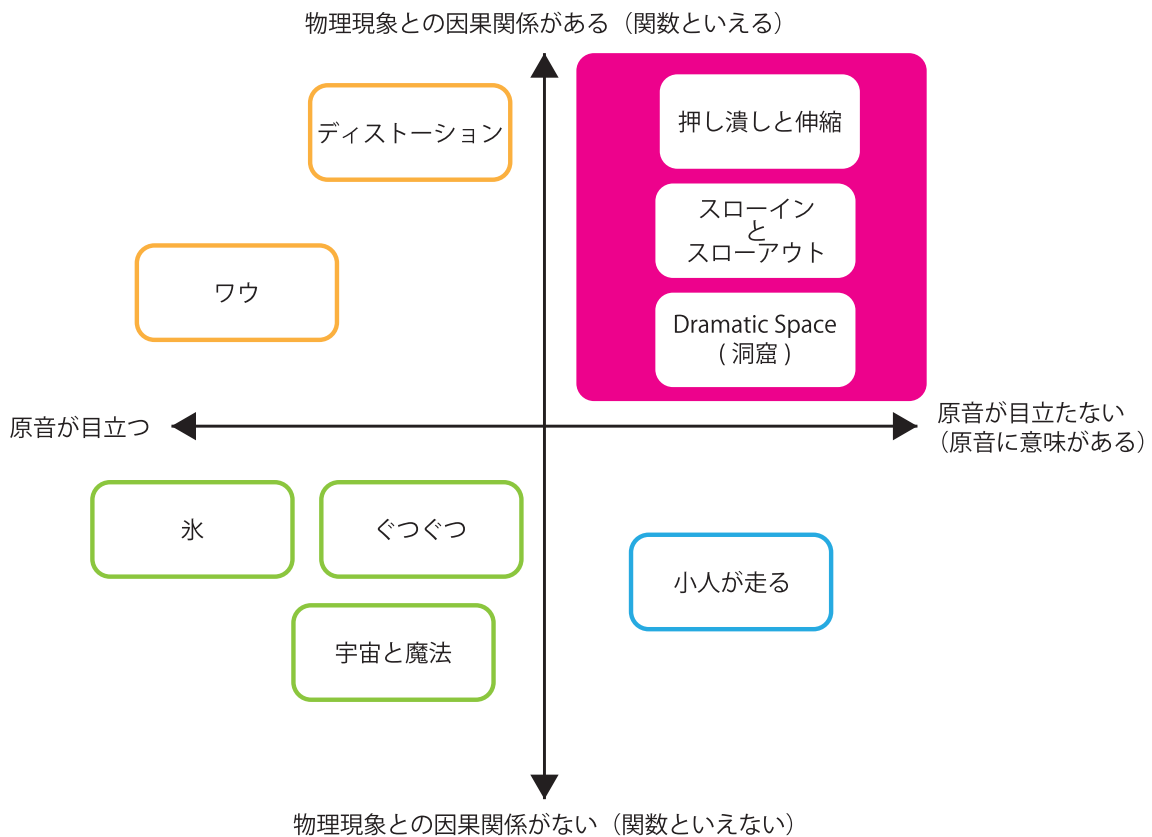


図 4.18: プロトタイプの種類

以上のことから、サウンドアニメーションは「押し潰しと伸縮」「スローインとスローアウト」および「SONY Enchanted Media Project」にて試した「Dramatic Space」で利用した残響させるエフェクター「リバーブ」の三つのように、物理現

象との因果関係がある関数であり，かつ原音が目立たない，もしくは原音に意味があるという両方を満たしているものであるべきだと考えられる．

## 4.2. 1st プロトタイプ

以上の結果を元に，実際に机として使えるプロトタイプを作成した．

### 機材を用いて机に設置

子供達が遊ぶことができる，椅子がなくても使える高さの机を使用する．今回は研究室にあった机にマイクを取り付け，配線を伸ばしてパソコン等の機材と接続した．使用機材は下記の通りである．

機材名	機材の種類
マイク	コンタクトマイク
マイクアンプ	audio-technica AT-MA2
オーディオインターフェース	Roland OCTA-CAPTURE
パソコン	Mac book Air
スピーカーアンプ	Topping TP22 Tripath TK2050
スピーカー	SONY SRS-X33

表 4.1: 1st プロトタイプ使用機材

マイクを机の上に下向きで貼り付け，その上に造花の置物をかぶせることでマイクを目立たなくした．スピーカーは机の真下に設置し，机そのものから音がでているように錯覚するよう工夫した．

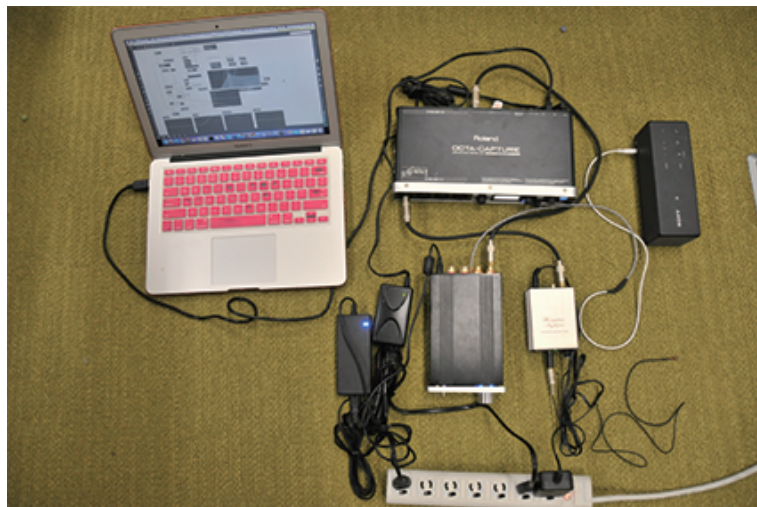


図 4.19: プロトタイプで使った機材

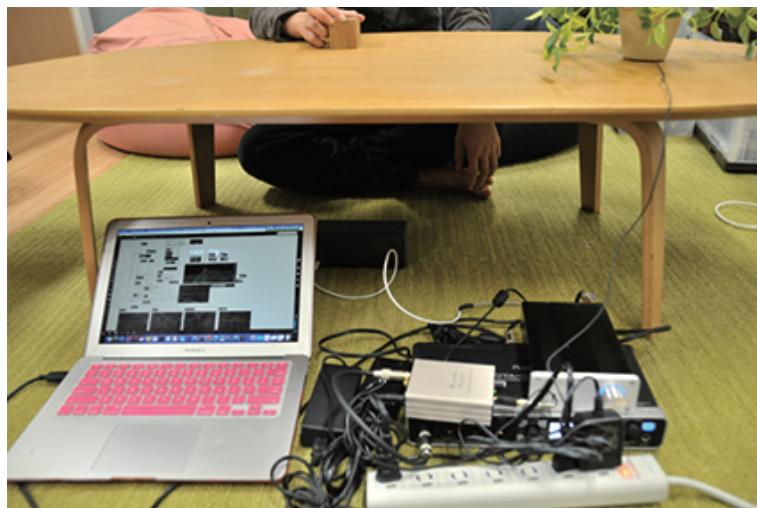


図 4.20: 1st プロトタイプ

## サウンドアニメーションを試す

実際に設計したサウンドアニメーションをいくつか試していく中で、面白いものをいくつか発見した！「押し潰しと伸縮」はスーパーボールとの相性が良く、机の上でボールを跳ねさせるとその弾力性が拡張され [図 4.21]，ボール自体が変質しているように感じる事ができた。ボールは手を離すと何度も予想外の方向に飛んでいくので、そこで発生した音も面白さにつながった。また、マイクで音を拾っていることから、[図 4.22] のようにプラスチックケースを浮かせた状態でペンを収納するときの「コツン」という音にもエフェクトがかかった。空中に浮かせている、機材を何もつけていない現実世界の物体が変質することで、より「魔法」感が高い演出が可能になることがわかった。また、犬の形をした人形を動かす際に「押し潰しと伸縮」を用いると、犬の足音が変質しまるでその犬がアニメーションの世界のキャラクターになったかのような演出をすることができた。 [図 4.23]

そして、[図 4.24] のような単純な四角い箱にも「スローインとスローアウト」を用いることで「しゅるしゅる」とした移動感が生まれ、机の上で物体を滑らせただけでもキャラクター性が付与される可能性を見出した。



図 4.21: ボールの弾力性を拡張



図 4.22: 浮かせたケースでも反応



図 4.23: キャラクター性の拡張



図 4.24: 箱の移動感を拡張

## 考察

1st プロトタイプは実際に「SONY Enchanted Media Project」のメンバー 15 名に体験してもらった。何も知らせずに机の上でボールを跳ねさせると、皆一様に驚き、また思わず笑いがこみ上げていた。詳しく仕組みを説明する前に、机の上の素材を使って机を叩く、自分の指で机を叩くといった行動がみられ、自分の行動に伴って音が変わっているという根底を理解していると思われた。これは物理現象との因果関係を壊すことなく音を変質させているため、何がトリガーになっているのかわかったのだと考えられる。反応としては「押し潰しと伸縮」が最も楽しいという意見が多かった。

また、この体験会が終わった後、別の会議が始まった際、機材をそのままにした。すると偶然パソコンを机に置いた際、「押し潰しと伸縮」による「ぼよん」という音がして、その場に笑いが広がった。このように、空間だけでなく人と人の雰囲気にも影響を与える可能性を見出した。実際には居住空間に設置することを想定しているため、このような偶発的なインタラクションによって家族の会話が増える可能性があるれば、より空間と人との関わりが深い家具になりうると考えられる。

しかし、現在のプロトタイプは機材は少し離れたところにむき出して置いてあるだけなので、実際に子供が遊ぶことができるような子供のための机にするには、



より機材を小型にし、また机と一体化する必要がある。以上のことを踏まえて、2nd プロトタイプを制作した。

### 4.3. 2nd プロトタイプ

#### 子供のための机のデザイン

子供のための机としての完成度を重視するため、下記の条件を満たす机を選定した。

- ・子供にふさわしいデザインで、子供のために作られているもの
- ・温かみのある木目調
- ・子供が椅子を使うことなく座って使用できる
- ・引き出しや段差などの何らかの仕掛けがあり、新しい体験を生みやすいもの

この条件を満たすものとして、輸入雑貨などを扱う ACTUS にて、「the good design kids products」<sup>2</sup> という商品群から選んだ。これはオランダと日本から様々な思考や個性を持ったデザイナーが、幼児期の子供達のための家具としてデザインしたものである。そのなかの、「ehon naname table」[図 4.25] を今回のプロトタイプに使用した。これは絵本用の机で、絵本を開いて読むことができる緩やかな傾斜が付いている。1st プロトタイプを試した際、ボールが跳ねるなどのトリガーは人間の動作でも、その後勝手に動く様が面白いと感じられたことから、この傾斜を利用してより偶発的な事象を起こりやすくしようと考えた。机全体の音を取得するため、マイクを机の裏の中央に設置する必要がある。この机の特性上、機材収納棚は傾斜部分ではない方に設置できるよう、450mm × 300mm のサイズでアクリル板を用いて制作する。機材設置図、および収納棚の設計図は下記の通りである。

---

2 『ACTUS the good design kids products』

<https://www.actus-interior.com/actuskids/collection/gooddesign.html>



サイズ：w120×d50×h34cm  
素材：ビーチ材・ウレタン塗装

図 4.25: ehon naname table

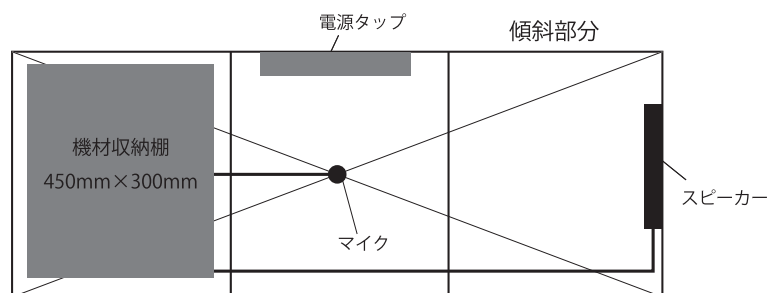


図 4.26: 機材設置図

できる限り機材を目に見えないように、机として「魔法」のように錯覚できるように制作した。また収納棚に収まるように、機材の再選定を行った。

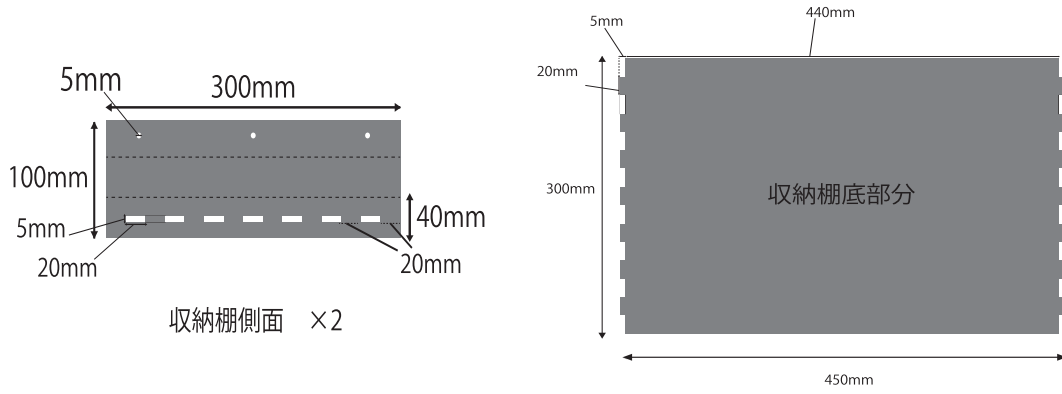


図 4.27: 収納棚設計図



図 4.28: 横から見た図



図 4.29: 上から見た図



図 4.30: 2nd プロトタイプで使用した機材



図 4.31: スピーカー



図 4.32: 機材を収納した様子

機材名	機材の種類
マイク	コンタクトマイク
マイクアンプ	audio-technica AT-MA2
オーディオインターフェース	Roland DUO-CAPTURE
パソコン	Mac mini
スピーカーアンプ	Topping TP22 Tripath TK2050
スピーカー	Radius45

表 4.2: 2nd プロトタイプ使用機材

## 素材の選定

1st プロトタイプでの検証を元に、実際に机の上で子供達に遊んでもらう素材を選定する。「押し潰しと伸縮」の音自体を楽しむことができるようにスーパーボール、キャラクター性を拡張するために動物を模した人形、実際に物作りを楽しんでもらい、その時にどのような作品を作るのかを検証するために大きなLEGOブロックと小さなLEGOブロック、そしてコンテキストを与えた際にどう利用するのかを検証するためにゴミ箱を模したプラスチックのケースを用意した。

## 考察

2nd プロトタイプは、2015年11月27日から28日に五反田デザインセンターにて行われたKMD Forum 2015<sup>3</sup>の会場にて展示し、そこで数名の子供達に実際に遊んでもらった。

4歳の男の子は、キリンの人形を用いて台詞を自分で話しながら、人形を強く机に叩いて遊ぶ様子が観察できた。これは「押し潰しと伸縮」によって人形の足

3 KMD Forum 2015 『KMD FACTORY』 <https://www.facebook.com/KMDForum>



図 4.33: 素材



図 4.34: 2nd プロトタイプ

音が変容したのを楽しんでいる行動だと考えられる。また、ブロックで「ゴミ収集車」を作り、その上にいくつものスーパーボールを置いた上で、ゴミ箱を模したケースにひとつずつゴミに見立てたスーパーボールを落として遊ぶ姿が見られた。ゴミ箱というコンテキストを利用し、かつケースにボールがぶつかる音を楽しみながら動かしていると考えられた。

また、2歳の男の子はしばらくじっとした後、スタッフがボールを転がして見せると笑顔を見せ、自分の手でおもちゃを手に取り机を叩いていった。ボールを投げることなく、手に持って机を何度も叩く姿が観察できたことから、音が変わること自体を楽しんでいたのだと考えられる。



図 4.35: キリンの人形を用いて遊ぶ様子



図 4.36: スーパーボールで机を叩いて遊ぶ様子

#### 4.4. 本章のまとめ

本章では「現実世界の物体を変容し，空間の中で子供達が想像力を高めることができる机」として Dramagic の実装を行った．1st プロトタイプでは机の形状をしていたものの機材が別であったのに対し，2nd プロトタイプでは机として一体化させることができた．また，KMD Forum での予備実験より，Dramagic は 2 歳くらいの子供は音が変わる様子を楽しみ，4 歳くらいの子供は音を用いて想像力を高め，物作りをするのではないかという仮説が立てられる．すなわち，Dramagic は実際に想像力をを用いて物作りができる年齢がある程度限定されていることが考えられる．もっと多くの子供達に体験してもらい，以上のことを確かめるため，第 5 章では 2015 年 12 月に開催されたイベント「Challenge Fes 2015」で行ったユーザーテストについて述べる．



## 第5章

# ユーザーテスト

### 5.1. Sony Music Entertainment との共同実験

#### 経緯

Sony Music Entertainment 社は 2015 年 7 月にキッズ専門のブランド「KIDSTONE」<sup>1</sup> を設立した。音や音楽をキーワードとした、フィジカルな体験とデジタルテクノロジーを融合させたプロダクトを企画開発する新プロジェクト「フィジカルプロジェクト」を立ち上げた。フィジカルとは、フィジカルとデジタルを組み合わせた造語である。2 章で触れた「クラフトがっき」はこのプロジェクト内で生まれたプロダクトである。

設立されたばかりのこのプロジェクト内に置いて、「Dramagic」は子供達にフィジカルな体験を提供しうるプロダクトだとして、共同研究を進めるという話が持ち上がった。そこで、「Dramagic」の有用性を検証し、実際に子供達の反応を見ようということで、KIDSTONE 主催の子供向けイベント「Challenge Fes 2015」<sup>2</sup> で展示することが決定した。

---

1 『KIDSTONE』 <http://kidstone.net>

2 『Challenge Fes 2015』 <http://www.challengefes.com>

## Challenge Fes 2015

Challenge Fes 2015 は2015年12月12日に二子玉川ライズにて開催された幼児から中学三年生、および保護者のためのイベントである。子供達はイベント内でアーティスト・モデル・ダンサー・ミュージシャン・俳優などの様々な体験をすることができ、なりたい職業を見つける。このイベント内では音に関する体験をすることができ、楽器を触る体験コーナーや、音を用いたワークショップなどが同時に開催された。今回のユーザーテストは、そういった体験ブースの一角で行った。

今回は同じ会場内のステージ上にてコンサートやライブが開催されるため、通常のスピーカーでは音が十分に聞こえない恐れがあった。そのため、2nd プロトタイプで設置したスピーカーではなく大きなスピーカーをつけ、実際に子供達にはヘッドフォンを装着してもらった。また、2nd プロトタイプの段階ではエフェクトを手動で切り替える必要があり、同時に二つを使用することができない。今回は同じ条件下で実験をする必要があり、1st プロトタイプや2nd プロトタイプでの反応の様子から「押し潰しと伸縮」ひとつに絞って実験を行った。

子供達にはおもちゃを用いて自由に遊んでもらい、その様子を観察した。子供達の年齢を保護者や本人に尋ね、感想などをインタビューした。また、遊んでいる途中でエフェクトを切り、そこでどのような変化が見られるかを観察した。

イベント名	Challenge Fes 2015
日時	2015年12月12日 10:00 18:00
会場	二子玉川ライズ二階 STUDIOandHALL
対象	1歳から7歳
参加費	無料
プロトタイプ	2nd プロトタイプ

表 5.1: Challenge Fes 2015 でのユーザーテストの詳細



図 5.1: Challenge Fes 2015 の会場



図 5.2: 準備の様子



図 5.3: 初めて体験した時の表情

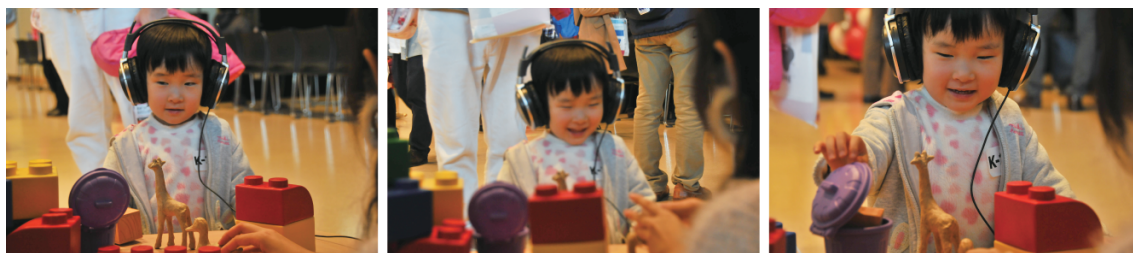


図 5.4: 音を聞くと、笑顔が生まれ、自分でも動かさし始める



図 5.5: 体験した子供達の様子

## 5.2. 考察

Challenge Fes 2015 での子供達の様子を観察した結果を考察する。今回は年齢別に大きく違いが見られ、また興味深い作品も生み出された。年齢別の反応の違いと、エフェクトを切ったことによる反応の変化の二軸に分けて考察を進める。

### 年齢別の反応の違い

#### 1 歳から 2 歳

今回はステージでコンサートやライブが行われている時間、ヘッドフォンをする必要性があった。しかし 1 歳から 2 歳の子供達のうち数名はヘッドフォンそのものを怖がって付けられなかった。怖がっても保護者自身が体験後、「楽しいからつけてみよう」と後ろからそっと付けた場合と、初めから怖がらずに付けた場合、きちんと体験ができたものとして考察を行う。

KMD Forum 時の仮説通り、この年代の子供達は「音の変容」そのものを楽しむ傾向にあった。ケースに入っているボールをすべてひっくり返す、ボールを持った手で机を何度も叩く、動物の人形をわざと倒すといった行動が観察できた。また、2 歳の女の子は傾斜部分に人形や自分のおもちゃを滑らせ、滑り止めでおもちゃがぶつかり合う様子をなども繰り返して楽しんでいた。[図 5.6]

保護者は「ずいぶんはまってますね」「気に入ったのだと思います。楽しいんでしょうね」とコメントした。実際に何が起きているのか、何が不思議なのかといったことは理解している様子はなく、ただ音が鳴ることそのものを楽しんでいるのだと考えられる。

#### 3 歳

この年代の子供達は、1 歳から 2 歳と比べて物作りをはじめの傾向にあった。ヘッドフォンをして音に変容する体験をすると、積極的な子供達はスタッフが促す

までもなく自分で人形やボールを触って音を出していた。また、大きいブロックで机を叩きながらロボットや飛行機などの好きな乗り物を作り、傾斜を利用して動かす様子が見られた。また、3歳の男の子は自分のお気に入りのおもちゃを持ってきており、それを取り出してかちゃかちゃと動かしながら遊ぶ姿も見られた。

ちょうどこの年齢の子供から没頭する傾向にあり、長い子供は平均で5分以上延々とブロックを組み続け、集中する姿が見られた。ステージ上でコンサートやライブがあっても見向きもせず、ヘッドフォンをして物作りに集中する姿が男女ともに見られ、保護者が「帰るよ」と促しても「ここにいる!」と遊び続けていた。保護者に「ママこれすごいよ」と話かける姿も見られ、何が起きているのか理解した上で共有しようとしている行動だと考えられる。

#### 4歳

4歳になるとおしゃべりが多くなる。また、この年齢の子供達の中では1度展示場所を去っても何度も訪れる「リピーター」が増えてきた。3歳の子供以上に物作りの傾向が強くなり、また「どうしたら音が鳴るか」を考えて作っていると考えられる姿が見られた。例えば4歳の女の子は大きなLEGOブロックで「動物たちの家」を作ったあと、「音がでるもの作る!」と宣言し、小さなLEGOブロックで「テレビ」[図5.7]を作った。作り終わると、テレビを机の上で動かして音を出し、それに対してアヒルの人形が反応するといった物語を作っていた。その後もこの女の子は「リピーター」となり、「シーソー」[図5.8]を作った。これはカタカタと動かすことで変容した音が鳴り、気に入ったその女の子は隣に座っていたおそらく初対面であろう同い年の女の子や2歳の男のに「これ触ってみて!面白いよ」と共有する姿が観察できた。これは、音が変容することでその女の子の想像力が広がり、面白いものを作ることができ、さらにそれを共有することで「創造する場」が形成されたと考えられる。

他にも4歳の子供達はよく動物達に台詞を喋らせた。喋らせながら机を叩いて足音を表現し、LEGOブロックを組み合わせてフィールドを作り、複数人を巻き込んでその場で物語を作った。想像力が高まり、他の子供達との会話も生まれていた。

## 5 歳

5 歳の子供も 4 歳と同じく「リピーター」となる子供が多く、「楽しい!」「すごい!」とヘッドフォンをした瞬間の反応も大きく出てきた。「リピーター」となった子供は二度目以降の訪問の際、スタッフに声をかけられる間もなく自分でヘッドフォンをし、自由に遊ぶ様子が観察できた。これは音の変容を楽しんでいるからその行動だと考えられる。保護者に人形を渡して「お母さんもやってみて」と促したり、二人でペアになって人形をぶつからせてその音を楽しむ姿もみられた。ある 5 歳の女の子は四回以上訪問した「リピーター」となり、周りを巻き込む力が強い彼女は「みんなでお城を作ろう」や「みんなで砂漠を作ろう」と声をかけながらたまたまその場にいた子供と共にブロックを組む姿が観察された。

また、4 歳の子供は「音がでる」ことを目的として物作りをしたり机を叩いていたが、5 歳くらいになると「どんな音が面白いか」と考える子供がでてきた。大きなボールと小さなボールの音を比べてみたり、ブロックを高く塔のように組んで倒すことで激しい音を生んだりといった行動がみられた。これは物理現象との因果関係があるが故、大きな音と小さな音によって変容の仕方にも微妙な差異があることを理解した上での行動だと考えられる。すなわち、自分の身体的な行動の変化によって鳴らす音に変化があることに気づいたものと思われる。

## 6 歳から 7 歳

6 歳から 7 歳は数名訪れたが、ほとんどが兄弟と一緒に訪れたようで、弟や妹の遊びのサポートをしたり、一緒に人形を動かして見せたりしていた。中には机を体験してすぐに小さな LEGO ブロックを用いて「階段」[図 5.9]を作り、階段を転がり落ちるスーパーボールの音をじっと観察している男の子もいたが、だいたいがすぐに止めてしまった。何が起きているかなんとなく把握した段階で、そのくらいの年齢の子供は向かい側のブースの楽器体験や隣のブースの歌手体験の方へと移動していった。興味がより大人向けに移る年頃なのだと考えられる。

以上のことから、Dramagic を用いて想像力を高め物作りをすることができる年齢はおおよそ 3 歳から 5 歳の子供だといえる。1 歳や 2 歳の子供も音を楽しむことはできるが、Dramagic という「場」を利用して、音が出ることによって楽しめる



図 5.6: 傾斜を利用した遊び



図 5.7: 作品：テレビ

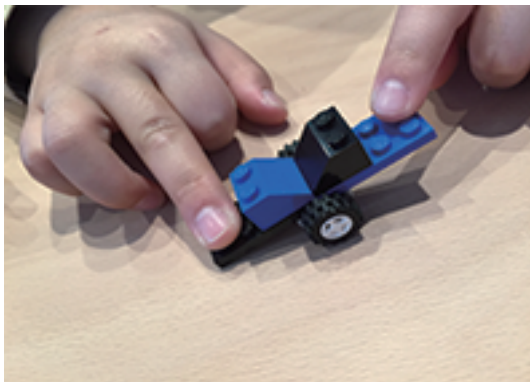


図 5.8: 作品：シーソー



図 5.9: 作品：階段



物や体験を創造したのは3歳から5歳の子供達だった。このことから、Dramagicは実際にある一定の年齢の子供達の想像力を高めることができたと考えられる。

### 音の変容を楽しんでいるかの証明

KMD Forumでの展示の様子から、子供達の反応は明確に「音が変わっているから」と判断ができなかった。そのため、今回のユーザーテストでは体験中の子供たちに告知せずにエフェクトを切ることによって、反応の違いを観察した。1歳から3歳の子供は反応がなかった。4歳の女の子は「あれ？」と首をかしげ、ヘッドフォンを叩いて動作を確認する様子がみられた。別の4歳の女の子は「なんで！音がでない！」と声を発し、その後元に戻すと笑顔で「出たー！」と嬉しそうに遊びを再開した。5歳の男の子は手を止め、辺りを見渡しヘッドフォンを両手で押さえた。これは音を探している行動だと思われる。以上のことから、4歳から5歳の子供達は音の変容を認識していた物と考えられる。

また、今回ヘッドフォンは二台しか用意しなかった。スピーカーを一台設置していたので通常はなくても遊ぶことはできるが、ステージ上でコンサートやライブが行われている最中はヘッドフォンをしている子供のみが体験できる。しかしそんな状況でも3名以上の子供が訪れることがあり、おもちゃを触りながら順番待ちをすることもあった。そんなとき、ヘッドフォンをしていない子供は決まって周りの様子を伺いながら、ブロックを撫で、ボールを触った。ヘッドフォンをしている子供達は積極的に音を鳴らして楽しみ、そのほとんどが目の前の現象に集中しているが、ヘッドフォンをしていない子供は落ち着きがなく次から次へとおもちゃを変えて触っていた。その後ヘッドフォンがなかった子供に順番が周り音を聞くことができるようになると、途端に笑顔になり周りの子供と同じようにボールを叩き、ブロックの上で動物の人形を動かすといった音を出す行動に集中する姿がみられた。

以上のことから、音がある時とない時ではその集中力に差があり、エフェクトによって音が変わっている時の方が、子供達は目の前のことに熱中していると考えられた。



図 5.10: 3 名が同時に体験した様子

### 5.3. 本章のまとめ

本章では「子供達の想像力を高める新しい机」である Dramagic のユーザーテストを行った。実際に Challenge Fes 2015 で展示し子供たちに遊んでもらい、Dramagic の有用性を考察した。保護者と話す機会があり、「今すぐにも欲しい。こんなに集中するなんて」「ずいぶんはまっています。きっとすごく楽しいんでしょうね」といった意見をいくつも聞くことができ、子供達の集中力を向上させる可能性を見出すこともできた。また、初対面の子供同士での会話が生まれる様子や、保護者と子供が同じおもちゃで遊ぶ姿も観察することができ、保護者の「大人でも楽しいですね。はまりそう」という意見からも、保護者と子供の新しいコミュニケーションの「場」を作ることができたのではないかと考えられる。

また、ポケットから自分のお気に入りのおもちゃを取り出し、机の上で遊び始める子供たちもいた。このことから、実際に遊んでいるおもちゃに仕掛けがない、と理解していると考えられる。また、この行動は物にデバイスを装着せず、技術的基盤を「魔法」のように取り入れたからこそ見られる行動だと考えられる。音が出るおもちゃとして「シーソー」などを作る子供が現れたことから、実際に遊びかたを工夫する姿も見られ、子供達はその想像力を用いて自らの手で遊び方を

広げる、クリエイションの「場」を形成することができたと考えられる。

以上のことから、技術的基盤を隠し「魔法」のように錯覚させることができる子供達の想像力を高める新しい机として、また新しいコミュニケーションおよびクリエイションの場として、Dramagicは有用だといえる。

## 第6章

# 結 論

本稿は、物に魔法をかける「Enchanted Things」の概念を用いて設計したサウンドアニメーションをデザインし、子供達の想像力を高める新しい机「Dramagic」の提案および実装を行ったものである。

第1章では、本研究の背景であるディズニーの「魔法」のエッセンスやプロジェクトマッピングなどの近年の空間演出技術、および日常空間における商品の紹介し、テクノロジーを用いて空間を変容することで便利な生活から心地よい生活へと求めるものが変化している近代における居住空間のあり方について述べた。

第2章では、「空間変容」「ディズニーのアニメーションの原点」「現実世界におけるキャラクター性および音の拡張」「テクノロジーと子供の創造性」に分類し、過去の研究事例や商品を俯瞰した。テクノロジーを用いて空間変容を行う際に、人々の能動的な行動に基づくものは少ないという現状について述べた。また、「魔法」感の高いプロダクトを目指すためにディズニーアニメーションの原点である「12 principles of animation」について述べ、先行事例に基づいて子供達がわくわくする体験を作り、その想像力を高める「場」がもたらす可能性について言及した。

第3章では、本研究の経緯である「SONY Enchanted Media Project」についてと、そこでの成果物「Mooditioner」について述べた。空間変容にを行う際に重要なのは高画質・ハイレゾといったことではなく、主観的な体験としてユーザーが感じられるかどうかが大切だという結論を述べ、その上で空間において人々の能動的な行動を促すことができる魔法的な「何か」である「Enchanted Things」という概念について言及し、そうした体験を可能にする子供達の想像力を高める新しい机「Dramagic」のコンセプトを提案した。

第4章では、ディズニー社の魔法のエッセンスの原点である「12 principles of

animation」を元に描画の技法を応用して「Dramagic」の本質であるサウンドアニメーションの設計を行った。その上で、設計に必要な要素を分類した。既存の机を用いた 1st プロトタイプを作り、そこでの考察を元により子供のための机を意識した形の 2nd プロトタイプを試作した。2nd プロトタイプは KMD Forum にて予備実験を行い、ユーザーテストに向けての考察を述べた。

第 5 章では、2015 年 12 月に開催されたイベント「Challenge Fes 2015」でのユーザーテストの結果を分析し、「Dramagic」が子供や保護者、その「場」に与える効果について考察を行った。その上で、技術的基盤を隠し「魔法」のように錯覚させることができる子供達の想像力を高める新しい机として、また新しいコミュニケーションおよびクリエイションの場として、Dramagic は有用だと示した。

一方で、有効だと示すことができたエフェクターは「押し潰しと伸縮」のみである。今後の展望として、「スローインとスローアウト」もより楽しく体験できるものに改変し、それだけでなく、システム構造そのものを見直した上で「12 principles of animation」の技法すべてを音で再現することができれば、現在よりもっと子供達の創造性を拡張することができるのではないかと考える。

空間変容技術や音を用いたテクノロジーは多く研究されているが、こうした家庭で使用できるような子供向けのプロダクトが増え、子供達の学びや生活がより楽しく夢のある空間になる未来になることを願う。また、その際に本研究が貢献することができれば幸いである。

# 謝 辞

本研究の指導教員であり、幅広い知見からの確な指導と暖かい励ましやご指摘をしていただきました慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科の南澤孝太准教授には、あらゆるプロジェクトでも一緒にさせていただき、今後の人生でも忘れ得ぬ経験をたくさんさせていただきました。心から感謝致します。日本科学未来館での研究の日々は過去の自分では想像がつかないほど楽しく、充実しておりました。

本研究を進めるにあたり、共同研究させていただきましたソニー株式会社の富樫隆一郎様、梨子田辰志様をはじめ、金稀淳様、鳥海洋章様、繁田脩様、一緒にさせていただいたメンバーの皆様には大変お世話になりました。試作を続ける過程において、技術的な面だけでないかけがえのない経験をさせていただきました。学生の身でありながら、アイデアを共有してものづくりをする日々は、大変ではありましたがとても楽しく、刺激的でした。ありがとうございました。

また、修士課程一年目の際にご指導いただきました杉浦裕太さんには、研究室での生活含め、様々なプロジェクトにおいてお世話になりました。この一年があったからこそ、修士課程二年目を有意義なものとすることができました。また、本研究において多くの助言をいただいた博士課程の花光宣尚先輩、サウンド設計の際に助けていただき、実証実験でもお手伝いいただいた後輩の小西由香理さん、机に取り付ける棚の設計を助けていただいた後輩の加藤大弥くんをはじめ、多くの先生方、研究員の方々、先輩方、同期、後輩には大変お世話になりました。濃厚で充実した研究生活を送ることができました。ありがとうございました。

最後に、二年間に渡る学生生活において、時に厳しく時にユーモアたっぷりに、研究生活の心構えや面白さ、最新技術について指導の枠組みを超えてお話いただいたり、研究に行き詰まった際には光を灯すようなご助言をいただきました東京

大学大学院情報理工学系研究科の稲見昌彦教授には，心から感謝致します．一年目のはじめの頃に受けた授業は今でも強く印象に残っております．

そして，本論文執筆にあたり，研究の方向性や関連研究，論文の書き方について様々な助言や指導をいただきました稲蔭正彦教授，研究指導や日々の研究生活，それだけでなく，人生が豊かになるような助言を賜りました砂原秀樹教授に心から感謝いたします．

文系出身の私にとって，テクノロジーを用いた研究を行い，こうして修士論文を書き上げることができましたこと，夢のような素晴らしい二年間を送ることができたこと，本当に幸せでした．ありがとうございました．

## 参 考 文 献

issue + design (2015) “Write More,” <http://issueplusdesign.jp/writemore/>.

Chadwick, Jeffrey N. and Doug L. James (2011) “Animating Fire with Sound,” in *ACM SIGGRAPH 2011 Papers*, SIGGRAPH '11, pp. 84:1–84:8, New York, NY, USA: ACM.

InterBEEonline (2011) 「SIGGRAPH2011 における注目論文」, , [http://www.inter-bee.com/2011/ja/magazine/detail\\_industry.html?id=836&lang=ja](http://www.inter-bee.com/2011/ja/magazine/detail_industry.html?id=836&lang=ja) .

Ishibashi, Shuichi, Daisuke Uriu, and Naohito Okude (2007) “Sound Candy,” in *Proceedings of the International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, ACE '07, pp. 298–299, New York, NY, USA: ACM.

Jones, Brett R., Hrvoje Benko, Eyal Ofek, and Andrew D. Wilson (2013) “IllumiRoom: Peripheral Projected Illusions for Interactive Experiences,” in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '13, pp. 869–878, New York, NY, USA: ACM.

J.P. テロツテ, 堀千恵子 (編) (2009) 『ディズニーを支えた技術』, 日経 BP 社, 第普及版 .

KIDSTONE (2015) “PHYGITAL,” <http://kidstone.net/mob/pageShw.php?site=KIDSTONE&ima=5528&cd=digital>.



- Kim, Hanyuool, Issei Takahashi, Hiroki Yamamoto, Satoshi Maekawa, and Takeshi Naemura (2014) “MARIO: Mid-air Augmented Reality Interaction with Objects,” *Entertainment Computing*, Vol. 5, No. 4, pp. 233 - 241.
- KORG (2014) “CLIP DRUM KIT,” <http://www.korg.com/jp/products/drums/cliphit/features.php>.
- Lodigiani, Cento (2015) “THE ILLUSION OF LIFE,” <http://the12principles.tumblr.com>.
- LUMINARA (2008) 「LED キャンドル」,, <http://luminara.jp> .
- Minamizawa, Kouta, Yasuaki Kakehi, Masashi Nakatani, Soichiro Mihara, and Susumu Tachi (2012) “TECHTILE Toolkit: A Prototyping Tool for Design and Education of Haptic Media,” in *Proceedings of the 2012 Virtual Reality International Conference, VRIC '12*, pp. 26:1–26:2, New York, NY, USA: ACM.
- Panasonic (2014) “Space Player,” <http://www2.panasonic.biz/es/lighting/shop/spaceplayer/>.
- PHILIPS (2007) “Daylight Window,” [http://www.newscenter.philips.com/main/standard/about/news/press/20071023\\_simplicity\\_concept\\_collection.wpd](http://www.newscenter.philips.com/main/standard/about/news/press/20071023_simplicity_concept_collection.wpd).
- PHILIPS (2015) “HUE,” <http://www2.meethue.com/ja-jp/>.
- Raffle, Hayes Solos, Amanda J. Parkes, and Hiroshi Ishii (2004) “Topobo: A Constructive Assembly System with Kinetic Memory,” in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '04*, pp. 647–654, New York, NY, USA: ACM.
- SONY (2015) “Life Space UX,” <http://www.sony.co.jp/Products/products-for-life-space/>.

- Sugiura, Yuta, Calista Lee, Masayasu Ogata, Anusha Withana, Yasutoshi Makino, Daisuke Sakamoto, Masahiko Inami, and Takeo Igarashi (2012) “PINOKY: A Ring That Animates Your Plush Toys,” in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '12, pp. 725–734, New York, NY, USA: ACM.
- teamLab (2000) “teamLab,” <http://www.team-lab.com>.
- Yasu, Kentaro and Masahiko Inami (2012) “POPAPY: Instant Paper Craft Made Up in a Microwave Oven,” in Nijholt, Anton, Teresa Romao, and Dennis Reidsma eds. *Advances in Computer Entertainment*, Vol. 7624 of Lecture Notes in Computer Science: Springer Berlin Heidelberg, pp. 406-420.
- アーサー・C・クラーク, 福島正実 (編) (1980) 『未来のプロフィール』, ハヤカワ, 第普及版 .
- カレッタ汐留 (2013) 「魚たちはクリスマスの夢をみる」,, <http://www.caretta.jp/illumi2013/> .
- ジョンヒョン金, 朋子橋田, 健苗村 (2013) 「アニメーション制作現場における筆記音の強調フィードバックの有用性に関する実践的研究」, 『日本バーチャルリアリティ学会論文誌』, 第 18 巻, 第 3 号, 393-399 頁, sep 月 .
- フランク・トーマス, オーリー・ジョンストン (編) (2002) 『The Illusion of Life 生命を吹き込む魔法』, 徳間書店, 第普及版 .
- レッジョ・チルドレン, ワタリウム美術館 (編) (2012) 『子どもたちの 100 の言葉 レッジョ・エミリアの幼児教育実践記録』, 日東書院本社, 第普及版 .
- ワタリウム美術館, 佐藤学 (編) (2013) 『驚くべき学びの世界 レッジョ・エミリアの幼児教育』, 東京カレンダー, 第普及版 .
- 株式会社 Moff (2014) “MoffBand,” <http://jp.moff.mobi> .

## 参考文献

---

株式会社ココノエ (2015) 「クラフトがっき」 , , <https://9ye.jp/works/craftinstrument> .

株式会社デジタルえほん (2011) 「デジタルえほん」 , , <http://digitalehon.net/company/about.html> .

株式会社フォトロン (2008) 「未体験映像の世界」 , , [https://www.youtube.com/watch?v=p\\_WqaEdGxDE](https://www.youtube.com/watch?v=p_WqaEdGxDE) .

経済産業省 (2014) 「電化製品の普及率」 , , <http://www.meti.go.jp/statistics/toppage/topics/kids/industry/comparison4.html> .

新江ノ島水族館, チームラボ (2015) 「新江ノ島水族館「ナイトワンダーアクアリウム」」 , , <http://www.enosui-wonderaquarium2015.com> .

石戸奈々子 (編) (2011) 『子どもの創造力スイッチ! 遊びと学びのひみつ基地 CANVAS の実践』, フィルムアート社, 第普及版 .

相原耕治 (編) (2011) 『シンセサイザーがわかる本 予備知識から歴史, 方式, 音の作り方まで』, スタイルノート, 第普及版 .

東京ディズニーランド (2010) 「ワンス・アポン・ア・タイム」 , , [http://www.tokyodisneyresort.jp/show/detail/str\\_id:plaza\\_once/](http://www.tokyodisneyresort.jp/show/detail/str_id:plaza_once/) .