

Title	曖昧性を有した気配感覚提示による実空間恐怖体験のデザイン
Sub Title	Real-space horror experience by presenting ambiguous presence sensation
Author	松田, 健人(Matsuda, Kento) 南澤, 孝太(Minamizawa, Kōta)
Publisher	慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科
Publication year	2020
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	修士学位論文. 2020年度メディアデザイン学 第849号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40001001-00002020-0849

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 2020 年度

曖昧性を有した気配感覚提示による
実空間恐怖体験のデザイン



慶應義塾大学
大学院メディアデザイン研究科

松田 健人

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。

松田 健人

研究指導委員会：

南澤 孝太 教授 (主指導教員)

佐藤 千尋 専任講師 (副指導教員)

論文審査委員会：

南澤 孝太 教授 (主査)

佐藤 千尋 専任講師 (副査)

大川 恵子 教授 (副査)

修士論文 2020 年度

曖昧性を有した気配感覚提示による 実空間恐怖体験のデザイン

カテゴリ：デザイン

論文要旨

Jホラーと呼ばれる日本製のホラー映画群は、恐怖の中に曖昧性を有しているものが多い。わからないものに対する恐怖は、不安をより高め、我々に様々な想像をさせてしまうものだ。また、幽霊のように曖昧な存在に対して恐怖する際に付随して感じられる独特の気配感も同様に曖昧な感覚として知覚されるからこそ、私たちにより恐怖を感じさせるものだと考えられる。本研究では、そんな曖昧性を有した気配感覚を提示することで、実空間に対する認知を変容させる新しい恐怖体験を提案する。具体的には、全身触覚スーツ、シナスタジアウェアを用いて着用者にとって曖昧でわからない触覚提示を行うことで気配に特徴的なゾワゾワ感と形容される寒気や鳥肌などの皮膚感覚の誘発を試み、その感覚を、現実空間に存在する不気味な場所と紐づけることで、体験者に恐怖を与える体験をデザインする。本論文では、この気配恐怖体験のコンセプトデザイン、機能要件定義、ハプティックデザインについて述べる。

キーワード：

曖昧性, ホラー, ハプティックデザイン

慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科

松田 健人

Abstract of Master's Thesis of Academic Year 2020

Real-Space Horror Experience by Presenting
Ambiguous Presence Sensation

Category: Design

Summary

Many Japanese horror films, known as J-horror, have ambiguity in their expression of fear. Fear of what we don't know heightens our anxiety and makes us imagine all sorts of things. The presence of ghosts and other unworldly beings is also perceived as an ambiguous sensation, which makes us feel more fearful and anxious. In this study, we propose a new horror experience that transforms our perception of real space by presenting an ambiguous sense of presence of ghost or other unworldly beings. Specifically, we used a full-body tactile suit to induce a sense of presence by presenting the wearer with an uncertain tactile sensation. By linking the tactile stimuli to uncanny places in real space, we designed an experience that triggers the imagination of fear in the experiencer through the ambiguous sense of presence. In this paper, we describe the concept design of the horror experience and the haptic design.

Keywords:

uncertainty, horror, haptic design

Keio University Graduate School of Media Design

Kento Matsuda

目 次

第 1 章 序論	1
1.1. 日本文化と曖昧性	1
1.2. 曖昧性がもたらす恐怖	2
1.3. 日常生活で感じられる曖昧な感覚	4
1.4. 本研究の目的	5
1.5. 本論文の構成	6
第 2 章 関連事例	7
2.1. 恐怖を表現した作品事例	7
2.2. 恐怖 xR	10
2.3. 気配感覚を引き起こそうとした研究	12
2.4. 触覚知覚の構造	14
2.5. 触覚提示	15
2.6. 本章のまとめ	19
第 3 章 コンセプトデザイン	21
3.1. 気配恐怖体験のコンセプト	21
3.2. 気配インターフェース	22
3.3. 気配らしい振動	23
3.4. ホラーコンテキストとの紐付け	24
3.5. 本章のまとめ	30
第 4 章 設計とプロトタイピング	31
4.1. 気配振動のデザイン	31

4.1.1	閾値以下の刺激	31
4.1.2	動きのある振動のデザイン	38
4.2.	ホラーコンテキストとの紐付け手法の検討	41
4.2.1	シナリオベースの紐付け	41
4.2.2	ロケーションベースの紐付け	51
4.3.	本章のまとめ	59
第5章	結論	61
5.1.	総括	61
5.2.	展望	63
	謝辞	64
	参考文献	65

目次

1.1	能	1
1.2	『ツイゴイネルワイゼン』	2
1.3	『リング』	3
1.4	盲人の障害物知覚と反射音定位の関係	4
1.5	準静電界	4
1.6	恐怖体験の際に感じられる気配のイメージ	5
2.1	『神の左手悪魔の右手』	8
2.2	『ハロウィン』	8
2.3	『サスペリア』	8
2.4	『ヘレディタリー/継承』	9
2.5	呪われた夜の遊園地	10
2.6	妖怪ウォッチワールド	11
2.7	ウォーキング・デッド：我らの世界	11
2.8	マスター・スレーヴ・ロボット・システム	12
2.9	ブレインツリー	13
2.10	4つの機械受容器の周波数閾値特性	14
2.11	TECHTIE Toolkit	15
2.12	Synesthesia Suit	16
2.13	Force Jacket	17
2.14	Synesthesia X1-2.44	18
2.15	Embodisuit	19
3.1	気配恐怖体験のコンセプトデザイン	21

3.2	Synesthesia Wear	22
3.3	意識にのぼらない強度の振動	23
3.4	流れを感じる振動	24
3.5	シナリオベースの紐付け	25
3.6	ロケーションベースの紐付け	26
3.7	廃墟	27
3.8	公衆電話	27
3.9	墓地	28
3.10	トンネル	28
3.11	人気のない夜の森の小道	28
3.12	夜の公園	28
3.13	ロケーションベースの気配振動提示のイメージ	29
4.1	40Hz 振動波形	32
4.2	80Hz 振動波形	32
4.3	160Hz 振動波形	32
4.4	240Hz 振動波形	32
4.5	閾値測定実験の概要	34
4.6	閾値測定実験の様子	35
4.7	ボディマップ	36
4.8	振動子の周波数特性	36
4.9	振動子の位置と閾値強度の関係のグラフ	37
4.10	周波数と強度の関係のグラフと胴回りの振動子の配置を示した図	38
4.11	触覚デザインインターフェース	39
4.12	気配のイメージ	40
4.13	『死霊館 エンフィールド事件』	42
4.14	ホラー映像気配体験の概要	44
4.15	シークエンス1の振動デザイン	45
4.16	シークエンス2の振動デザイン	45
4.17	シークエンス3の振動デザイン	45

4.18	シークエンス 4 の振動デザイン	46
4.19	シークエンス 5 の振動デザイン	46
4.20	シークエンス 6 の振動デザイン	46
4.21	シークエンス 7 の振動デザイン	47
4.22	シークエンス 8 の振動デザイン	47
4.23	シークエンス 9 の振動デザイン	47
4.24	シークエンス 10 の振動デザイン	48
4.25	シークエンス 11 の振動デザイン	48
4.26	シークエンス 12 の振動デザイン	48
4.27	ホラー映像気配体験を体験している様子	49
4.28	皮膚電位測定センサーの写真	50
4.29	振動がない場合の皮膚電位	51
4.30	振動がある場合の皮膚電位	51
4.31	アプリ画面	52
4.32	振動子の配置図	53
4.33	振動パターン 1、2、3	55
4.34	振動パターン 4、5	56
4.35	距離に応じた振動頻度の変化	57
4.36	ユーザーテストの実施場所の簡略図	58
4.37	ユーザーテストの様子	58

第 1 章 序

論

1.1. 日本文化と曖昧性

日本人は、旧来から表現の中に曖昧性を持たせてきた。全てを説明することなく、余白を持たせることで、そこに創造的な広がりを持たせる。代表的な例として、日本独自の定型詩である俳句があげられる。わずか 17 文字で表現される情景は、かえって読み手の心に深く刺さり、各々の想像を刺激させるものである。また日本の伝統芸能である能楽 [1] に関しても同様の傾向がいええる。能は、物語の主客の区別が曖昧で、主役と脇役の台詞が入れ替わったり、2 人の間に流れる時間も極めて曖昧です。また演奏においても楽譜も曖昧で、指揮者はいない状況で演奏される。



図 1.1 能¹

1 <https://itouyaryokan.com/blog/1339.html>

また物語はしばしば現世と異界の境界が題材 [1] となっている。この境界の曖昧性は舞台と観客の間にも起こっており、客席に迫り出す能の舞台を見て、フランスの劇作家であるポールクローデルは、能の物語は舞台の上ではなく、「すべてが観客の内部で進行する」と述べた。

1.2. 曖昧性がもたらす恐怖

この曖昧性を取り入れる表現は、Jホラーの作品郡の中にもみられる。『ツイゴイネルワイゼン』(図 1.2)



図 1.2 『ツイゴイネルワイゼン』監督：鈴木清順／脚本：田中陽造²

という映画は、主人公の虚構と現実が入り交じる怪談噺である。ほとんどの要素に説明を加えないこの映画は、わからなさからくる異様な怖さを感じさせる。

Jホラーブームの火付け役となった映画『リング』(図 1.3)においても怨念や恨みだったり、明瞭な説明を加えていない部分、すなわち曖昧性が存在しており、その部分がかえって観客の想像力を刺激し、恐怖という情動を増幅させていると考えられる。

² <https://www.cinematoday.jp/news/N0091415>



図 1.3 『リング』監督：中田秀夫／脚本：高橋洋³

世界中で1大ブームとなったJホラーであるが、他国のホラー映画と比較したとき、その特質は曖昧さの中にあると考える。Edmund Burke [2] は、崇高と美の観念の起原という書籍の中で、「曖昧な」表象が「恐怖」と結びつくことを説明している。他国の典型的なホラー映画（スラッシャー映画など）が恐怖の対象が明確で、物理的な危害を加えてくると対照的に、多くのJホラー作品は、恐怖の対象（幽霊であることが多い）が物理的にぼやけた存在であり、危害の加え方も、間接的であることが多い。これは、オリジナル版とアメリカのリメイク版の『リング』の劇中で出てくる呪いのビデオを比較し両者の文化的美学の相違点を考察した Valerie Wee のエッセイ [3] の中でも論じられている。本当は見えていないだけで、近くに幽霊がいるかもしれないし、本当は気づいていないだけで、すでに呪いをかけられて、死ぬ直前かもしれない（映画「リング」クライマックスのように）。Jホラー的な恐怖は曖昧性が存在することで、あらゆる可能性を私たちに想像させ、より不安度の高い恐怖、内面に侵食する恐怖を感じさせる。

3 <https://movies.yahoo.co.jp/movie/87884/>

1.3. 日常生活で感じられる曖昧な感覚

私たちは日常生活においても、曖昧性をおびた感覚を感じている。この気配という感覚の正体については、これまでも様々な検証がなされており、イルカが空間を認知するように、音によるものである説 [4] や、体の周りに漂う微弱な電場、準静電界の変化によるもの [5] だという考えがある。

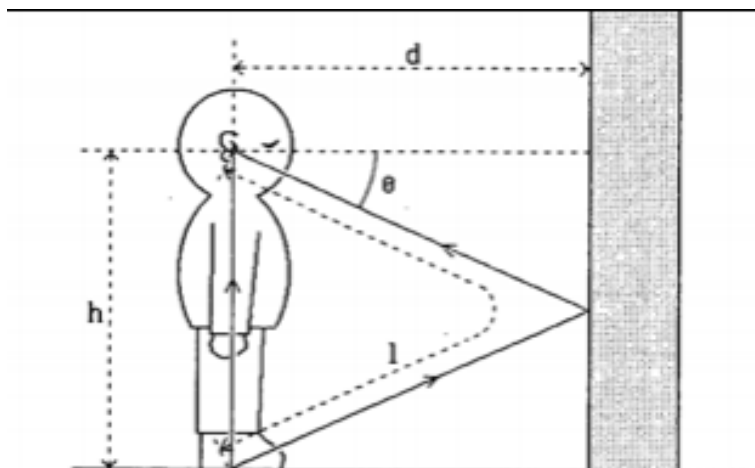


図 1.4 盲人の障害物知覚と反射音定位の関係 ([4] より引用)



図 1.5 準静電界 ([5] から引用)

そして、この気配という感覚がホラーのコンテキストと結びつくとき、私たちは強烈な体験をすることがある。ホラー映画を見た後の部屋や、夜道を歩いている

ときなどに、何かの気配を感じた時、私たちは恐ろしい想像が止まらなくなり、小さい物音に対しても過敏になり、普段気にしない場所にも目がいってしまうことがある。このように気配という感覚は、恐怖の文脈と結びつくときに、曖昧さゆえに想像が膨らみ、普段生活している空間に対する見え方を変えてしまうことがある。



図 1.6 恐怖体験の際に感じられる気配のイメージ⁴

1.4. 本研究の目的

本研究の目的はそんな曖昧性を有した気配感覚を提示することで、実空間に対する認知を変容させる新しい恐怖体験を提案することである。具体的には、触覚ウェア（シナスタジアウェア）を用いてJホラー的な恐怖の文脈に沿った曖昧性を有する気配らしい触覚をデザインし、それを恐怖の文脈を持つものと紐付けて提示することで、恐怖という情動を実空間において誘発する体験のデザインを行う。本プロジェクトは、繊維や複合材料を取り扱う株式会社帝人、およびメディアアートやゲームを手がけるクリエイティブカンパニー Enhance Experience, inc. との共同プロジェクトとして実施した。

⁴ <https://www.pakutaso.com/20170527143post-11652.html>

1.5. 本論文の構成

本論文では、第2章でホラーを表現した様々な事例を取り上げ、MR技術の発展に伴い生まれた新しいホラー体験の事例も取り上げる。そして同様に気配を引き起こそうとした技術と、触覚提示に関する関連事例をあげ、第3章では、気配恐怖体験のコンセプトについて述べ、その体験の実現に必要な、気配らしい刺激とホラーコンテキストとの紐付け手法について取り上げる。第4章では第3章で述べたコンセプトデザインに基づき、気配らしい振動のデザインとホラーコンテキストとの紐付け手法の実装の具体的なプロセスについて述べる。第5章では、本研究の結論として総括と展望を述べる。

第 2 章

関 連 事 例

2.1. 恐怖を表現した作品事例

1 章でも述べた『リング』や、『邪眼霊』を源流にした多くの 90 年代以降に作られた J ホラー作品は、小中千昭が提唱した「小中理論」[6] という表現手法を用いている。これは、70 年代の形式的で、非現実的な日本の怪奇映画、ショッカーシークエンスの多用される海外のスプラッター映画に反動する形で生まれた、幽霊を可能な限り現実的に描くことで観客に対して恐怖を伝えることを目的とした理論である。登場人物のリアクションを「叫び」ではなく「硬直」で表現する、恐怖表現は「結末」よりも「段取り」を重視する、幽霊の主観視点は用いないなど、演出論から技術的な側面まで様々な経験則的な事柄によって構成されている。

また 1 章でも述べた『ツィゴイネルワイゼン』では役者の音声をアフレコでシーンに合致させることで、映像と音の微妙なズレから生じる違和感で恐怖を表現している。

漫画という分野で恐怖を表現してきた作家として、代表的なのは楳図かずおである。独特の作風と人間の怖がる顔のアップ (図 2.1) が印象的である。先ほど挙げた小中理論を提唱する小中千昭は、怖さとは、画面内の人物が感じている恐怖を伝播させるものであると述べている。楳図かずおの漫画は人々の恐れ慄く顔を通して、恐怖が伝播してきていると考えられる。



図 2.1 『神の左手悪魔の右手』作者：楳図かずお¹

加えて、他国のホラー映画における恐怖の表現についても補足する。

アメリカの代表的なホラージャンルとしてスプラッター映画があげられる。殺害シーンにおける生々しい描写に特徴があり、より直接的で、物理的な危害を登場人物に与える作品が多い。代表的な作品として1978年に公開された『ハロウィン』(図2.2)があげられる。この映画は、一人称の視点による殺人者側の主観ショットの殺人シーンがあり、日本にはない直接的な表現で恐怖を表現している。



図 2.2 『ハロウィン』監督、脚本：ジョン・カーペンター³

図 2.3 『サスペリア』監督、脚本：ダリオ・アルジェント⁴

1 <http://blog.livedoor.jp/yamadi99/archives/34646295.html>

1977年にイタリアで製作された『サスペリア』は青や、赤などの鮮烈な色使いと計算された画面の構図が特徴的で、BGMの多用も相まって、直接的な恐怖の表現を行っている作品である。

また、音響的に微小な違和感を創出させたことで知られるのが、映画『ヘレディタリー/継承』(図2.4)である。この映画は重低音をBGMに多用することで、音響的に観客を不快感、恐怖感を増幅させる演出を行った。



図 2.4 『ヘレディタリー/継承』 監督、脚本: アリ・アスター⁵

このように、日本における恐怖を扱った作品の多くは、手法は様々だが、微細な違和感を創出したり、曖昧性を含んだ表現をすることで、観客に想像力を含ませる表現が多いといえる。反対に、日本以外の国での作品は、恐怖に対する描写が映像的にも音響的にも直接的であることが比較的多い。

3 <https://www.kimt.com/content/news/Halloween-1978-vs-Halloween-2007-498107351.html>

4 https://www.reddit.com/r/TrueFilm/comments/9tjmuk/thoughts_on_suspiria_1977/

5 <https://eiga.com/movie/89273/>

2.2. 恐怖 xR

大阪府枚方市の「ひらかたパーク」では、2018年に「呪われた夜の遊園地」(図2.5) [7] というARを活用したホラー体験を実施した。スマートフォンにインストールしたアプリからバイタルデータを元に「ビビリ度」が計測されたほか、位置情報からマップやARアイテムを取得し、謎を解いて行くという構成の園内回遊型の体験である。



図 2.5 呪われた夜の遊園地⁶

スマートフォンの位置情報に基づいてホラー体験を提示するARアプリも複数提案されている。妖怪ウォッチワールド(図2.6) [8] や世界的人気ドラマシリーズである『ウォーキングデッド』のARアプリ、『ウォーキング・デッド：我々の世

6 <https://www.officeburn.jp/horror/5582/>

界』(図 2.7) は、スマートフォンの位置情報に基づいて、実際の都市空間において恐怖や、この世のものではないものの存在を感じることができる作品である。



図 2.6 妖怪ウォッチワールド⁷



図 2.7 ウォーキング・デッド：私たちの世界⁸

複合現実を用いた MR の技術は近年急速に発展しており、それに伴い現実空間における恐怖体験が多く提案されるようになってきている。映画やお化け屋敷など、既存の恐怖エンターテインメントが限定された空間におけるものであることに対して、これらの xR 技術を駆使した恐怖体験は、空間に制限がなく、より日常生活に身近な体験であることが特徴的であるといえる。

7 <https://kai-you.net/article/54940>

8 <https://www.4gamer.net/games/413/G041317/20180713086/screenshot.html>

2.3. 気配感覚を引き起こそうとした研究

気配を引き起こす試みは、準静電界の変化による気配提示を行う研究がある。Suzuki [9] らは、準静電界を発生させることで、VR 上の気配感覚を引き起こすことを試みた。

また、とりわけ不気味な気配、そこにいるはずのない幽霊などの気配を引き起こすことに成功した研究がある。Blanke [10] らは、目隠した状態で被験者に機械式アームを人差し指で突き、その動きに対応して被験者の背中を突き返す機械式のロボットシステム (図 2.8) を構築した。そして、ロボットが時間差なく、被験者の動きを模倣すると、被験者はあたかも自分で自分の背中を突いているような奇妙な感覚にとらわれるのだが、更にその「突き」に時間差を与え、0.5 秒遅らせると、多くの被験者は目に見えない存在によって背中を突かれているように感じたと報告した。参加した被験者の中には複数の幽霊に囲まれている感覚がしたと報告した者もいた。このようになった理由として Blanke らは仮説として、脳の感覚野において動作のシグナルと知覚の間にズレが生じることで、被験者の脳はそれをマッチさせるために何者かが背中を突いているという幻覚をつくり出してしまうのではないかと考察している。

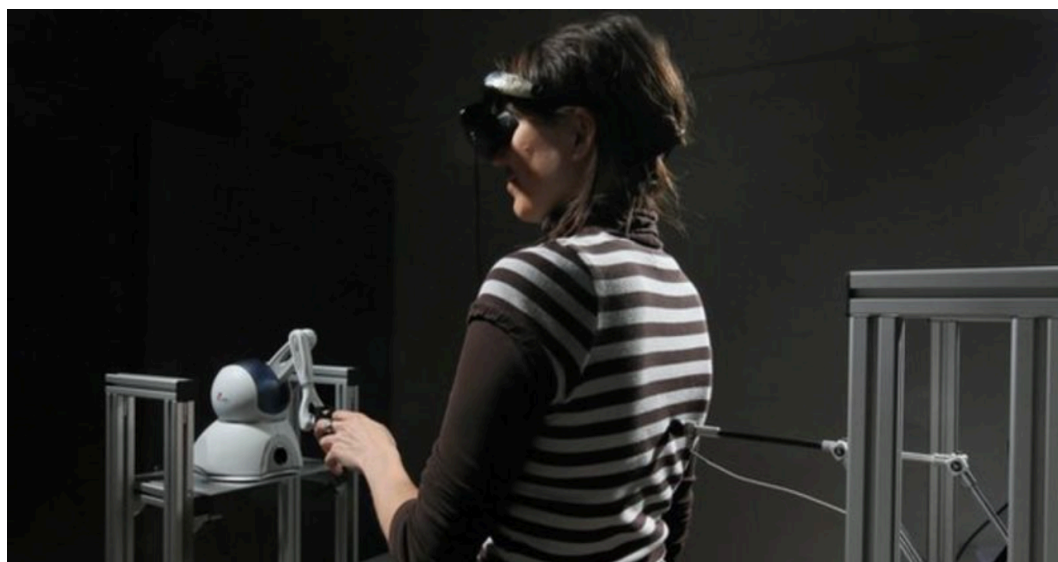


図 2.8 マスター・スレーヴ・ロボット・システム ([10] より引用)

また、気配とは直接関連がなくとも、ぞわぞわ感や鳥肌という身体現象を引き起こした研究が複数ある。2019年国際学生対抗バーチャルリアリティコンテストで Hirano [11] らは頭に植物が生えた感覚を体験可能なコンテンツとして、ブレインツリー (図 2.8) を制作した。ヘッドマッサージャによる触覚提示と頭部に根が侵食している映像の提示によって植物の侵食を表現したこのコンテンツは、頭部に対する言いようのないぞわぞわ感や不快感を多くの体験者に与えたことを報告している。

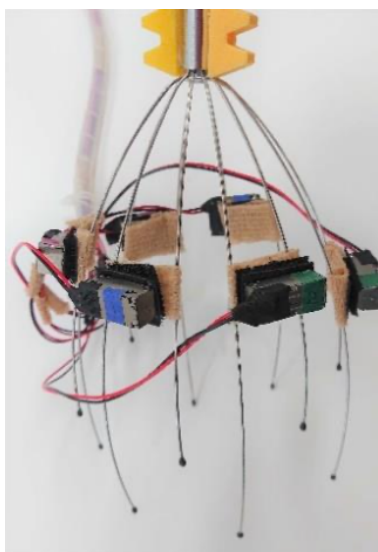


図 2.9 ブレインツリー ([11] より引用)

Komatsu [12] らは、ジャケット型の温度提示システムを開発した。そしてホラーコンテンツ視聴直前の冷刺激提示によって交感神経活動を重畳し、特に不快、興奮、緊張という恐怖に関わる 3 情動の有意な増幅があったことを報告した。Fukushima [13] らは、静電気をを用いて引き起こす方法が提案した。静電気力によって前腕部の体毛を制御する装置を構築した。そしてこの装置を用いることで、映像鑑賞中の驚きの感情を高めることを確認している。

2.4. 触覚知覚の構造

触覚には大きく、皮膚感覚と深部感覚に分類される。皮膚感覚は主に圧覚、振動覚、温冷覚、痛覚などの情報を得るために、いくつかの感覚受容器が存在する。そのような皮膚感覚のメカニズムを理解するために、皮膚感覚を構成する受容器は、感覚様相に応じて大きく3つ、触覚受容器、温度受容器、障害受容器に分類される [14]。3つの受容器のなかでも、物理的接触に大きく関わる皮膚変形に注目すると、皮膚変形に纏わる触覚受容器は4つ存在し、それぞれ皮膚側からマイスナー小体、メルケル小体、ルフィニ小体、パチニ小体と呼ばれている。またこれら4つの機械受容器は単一の情報に対して応答しているわけではなく、複合的に応答しているが、それぞれの知覚特性が異なっている。マイスナー小体は、周波数領域は1Hz 300Hz、最も知覚する周波数は50Hzであり特に皮膚の垂直変形で応答し、メルケル小体の周波数領域は0Hz 500Hz、最も知覚する周波数は5Hzである。ルフィニ小体は、解明されていない点が多いが、皮膚の伸びに応答することがわかっている。またパチニ小体は、周波数領域は5Hz 1000Hz、最も知覚する周波数は240Hz(図 2.10)であり、主に振動に対して応答する。

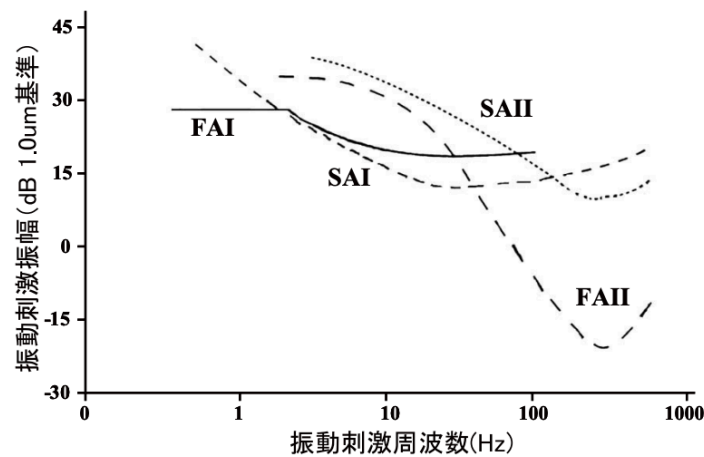


図 2.10 4つの機械受容器の周波数閾値特性 ([15] より引用)

2.5. 触覚提示

触覚提示の研究は古くからなされており、Thomas [16] らは指先に対して力触覚提示を行う The PHANTOM Haptic Interface を提案している。Sato [17] は力触覚提示 ディスプレイ SPIDAR を提案し、バーチャルな物体を押し込む触感の提示を 3D モデリングに応用した。Iwata [18] らは卓上で用いる力触覚提示ディスプレイを提案し、バーチャルな物体の重さや硬さの提示を可能にした。振動触覚を用いた研究としては、ボイスコイルアクチュエータとアンプの組み合わせからなる触感の記録、再生を行う TECHTILE Toolkit(図 2.11) [19] が提案されている。



図 2.11 TECHTILE Toolkit([19] より引用)

これらの振動触覚提示技術においては、触感を音声信号として扱い、波形の時間パターンの変化をデザインすることで、従来のモーターによる単純な振動やその強弱だけの提示にはない、ざらざらやボコボコなど、リアルな質感を再現可能にしている。また、触覚提示の研究は刺激の提示だけに留まらず、複数点の刺激による空間パターンデザインの議論もされている。Ali [20] らは Surround Haptics にてボイスコイルアクチュエータを複数ならべ、連続して振動させることで触感の移動感を提示する Apparent tactile motion [21] や、2つの振動子から同時に刺

激を行うことで、その間にバーチャルな振動を感じる Phantom tactile sensation といった、触覚の錯覚を用いた提示手法 [22] によって、空間における触感の移動感を提示している。

全身に触覚を提示する研究としては、Konishi [23] らはゲーム会社 Enhance, Inc. との共同研究の中で全身触覚スーツ Synesthesia Suit を提案している。(図 2.12)



図 2.12 Synesthesia Suit([23] より引用)

これはスーツに封入された 26 個の触覚振動子が同社が開発する VR ゲーム Rez Infinite の映像、音楽体験を全身に振動触覚として提示することで、視覚、聴覚、触覚に跨る共感性と没入体験を実現した。同様の、全身に触覚提示を行う提案は近年増加しており、Delazio らはジャケットに封入した複数のエアバッグを用いて、圧迫による力覚提示と振動触覚提示を行う Force Jacket [24](図 2.13) を提案している。



図 2.13 Force Jacket([24] より引用)

Hashizume ら (図 2.13) [25] は音楽視聴体験の拡張を目的としたウェアラブルインターフェイス LIVE JACKET を提案しており、ジャケットに搭載された複数のスピーカーを用いて音楽をライブ会場で楽しむような体験を実現している。Mizuguchi [26] らは、Synesthesia Lab の取り組みの一環で、44個の触覚振動子からなる椅子を通じて全身に音楽と連動した全身触覚提示を行う Synesthesia X1-2.44 を提案 (図 2.14) している。



図 2.14 Synesthesia X1-2.44⁹

Foo(図 2.14) [27] らは SMA(Shape memory alloy:形状記憶合金) を用いることで締め付け感を提示できるハプティックベストを提案しており、触覚提示を通じてまるで抱きしめられたような暖かさ、安心感が想起できることを確認している。都市空間とのインタラクションを目的とした全身触覚インターフェイスとしては Brueckner らの EmbodiSuit(図 2.15) [28] がある。

9 <https://www.officeburn.jp/horror/5582/>



図 2.15 Embodisuit([28]) より引用

このスーツは、場所、人、都市、天候などのデータが IoT システムと紐づき、EmbodiSuit は振動モジュールを通じてその情報を着用者に伝える。

2.6. 本章のまとめ

この章ではまず初めに、恐怖を表現した様々な作品の事例を取り上げた。大きな傾向として、日本の恐怖を扱った作品の多くは手法は様々あれど、微細な違和感を創出したり、曖昧性を含んだ表現をすることで、観客に想像力を含ませる表現が多いといえる。反対に、日本以外の国での作品は、恐怖に対する描写が映像的にも音響的にも直接的であることが多いことを例を示しながら述べた。その次に、MR 技術を用いて、実空間において恐怖体験を創出している事例を挙げた。その後、気配感覚を提示する様々な手法の事例を挙げた。日常生活で感じられる物体や人間に対する一般的な気配感を準静電解の変化を用いて表現した例から、不気味な幽霊に対する異質な気配感を引き起こした事例などを挙げ、気配を感じる際に付随して起こる鳥肌や、ゾワゾワ感と形容される寒気などの皮膚感覚を引き起こした事例などについても複数挙げた。その後、触覚知覚の構造について述べたのちに、触覚提示の研究について概説した。触覚提示の研究は指先など、1 部分への力覚や振動提示によるものからはじまり、手への提示、そして全身へと、触覚提示の位置を拡大することでその体験を拡張してきた。また、触感提示の時間

パターンをデザインして質感提示を実現する研究や、提示部位を複数点にして触覚の空間パターンをデザインする研究がなされてきた。

一方で、触覚提示の研究では曖昧性よりも明瞭性が求められている傾向にある。わかりやすい刺激表現だけでなく、微細な皮膚感覚を触覚デザインで取り込むことができれば、恐怖体験の再現や街中に点在する不可視情報の気配提示に応用できるかもしれない。3章では、具体的にこれらの可能性について追求する。

第 3 章 コンセプトデザイン

3.1. 気配恐怖体験のコンセプト

今回提案する気配恐怖体験は、図 3.1 のように街中において、恐怖を想起させるコンテキストと紐付けた曖昧な気配刺激を皮膚感覚として体全体に伝えることで、体験者に恐怖の表象を行うきっかけを与え、結果として、体験者の意識の中に恐怖のバイアスがかかり、実空間を歪めて認知することを目指す。

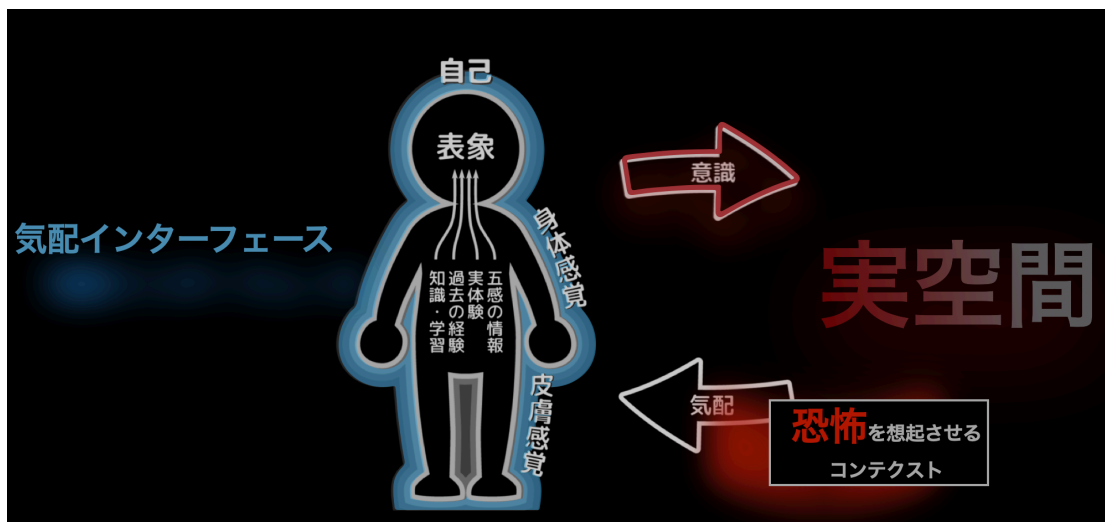


図 3.1 気配恐怖体験のコンセプトデザイン

よって、今回この体験を実現する上で重要になってくるのは、いかに気配らしい刺激を提示できるかと、その気配刺激とホラーを想起させるコンテキストとをどのように結びつけるかの2点であると考えられる。今回はこの2つの要素を、

曖昧性に基づいてデザインし、気配恐怖体験の実現を目指す。

3.2. 気配インターフェース

初めに、気配刺激を体験者に提示するインターフェースの選定について述べる。今回の体験において使用する気配インターフェースは、都市空間での利用が可能でかつ、体全身に対する刺激提示のできるものが必要であった。

本研究室では、以前にシナスタジアウェア (図 3.2) [29] という全身触覚スーツを株式会社帝人と共同で開発した。スーツは二次元通信の技術 [30] を採用しており、スーツの生地自体が電力供給として機能することでケーブルレスで、かつバッテリーによる稼働により、ワイヤレスで動作する。振動子の位置や個数も容易にカスタマイズできる特性をもつ。この特性は、先ほど述べた移動性と体全体への刺激提示を可能にし、かつカスタマイズの簡易さによって、繊細さが要求される気配感覚のデザインを可能にするものであったので、今回は、気配インターフェースとしてシナスタジアウェアを採用した。

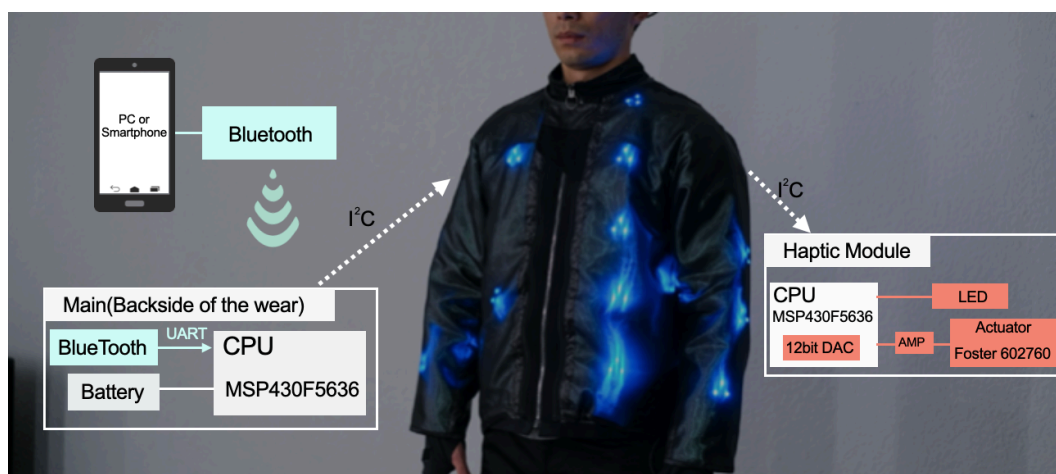


図 3.2 Synesthesia Wear([29] より引用)

このスーツは、あらかじめ振動子に触覚音源を書き込むことで、全部で 256 個の異なる振動音源を再生することができる。このシナスタジアウェアの機能的要件については、[31] において検討されている。触覚振動子として Foster 製バイブ

レーションアクチュエータ 602760 を用いている。スーツは、電力供給的制限で、最大で 26 個の振動子を同時に取り付けることができる。また、振動子どうしの間隔は 8cm 開けて配置した場合が、最も刺激の流れを感じることができたことが報告されている。

3.3. 気配らしい振動

それではシナスタジアウェアを用いて振動提示により気配感覚を再現する際に、どのような振動が気配に近いのか。この問いをもとに気配らしい振動を今回は 2 つの方向性で以下のように提案する。

意識にのぼらない強度の振動

1 つ目は、意識にのぼらない強度の振動である。気配は無意識的な感覚で、刺激があることを明確に認知してしまった時には、気配とはいえない。体験者にとって感じているかどうかかわからない微弱な振動 (図 3.3) を用いることで、より気配に近い感覚が得られると考えられる。



図 3.3 意識にのぼらない強度の振動

流れを感じる振動

2つ目は、流れを感じる振動である。恐怖と同時に感じられる気配は、寒気という皮膚感覚を伴う場合が多い。この寒気という感覚は、ゾワゾワ感と形容されることもあり、体の下側から上に向かって流れるような刺激を筆者はイメージする。よって気配感覚を提示する振動は、図 3.6 のように虫が這ってくるような動きを伴うものであることが必要であると考えた。またこのような時間的に位置の変化を伴う振動は、位置の固定された振動よりも、時間の経過による恐怖の高まりを演出できるとも考えた。

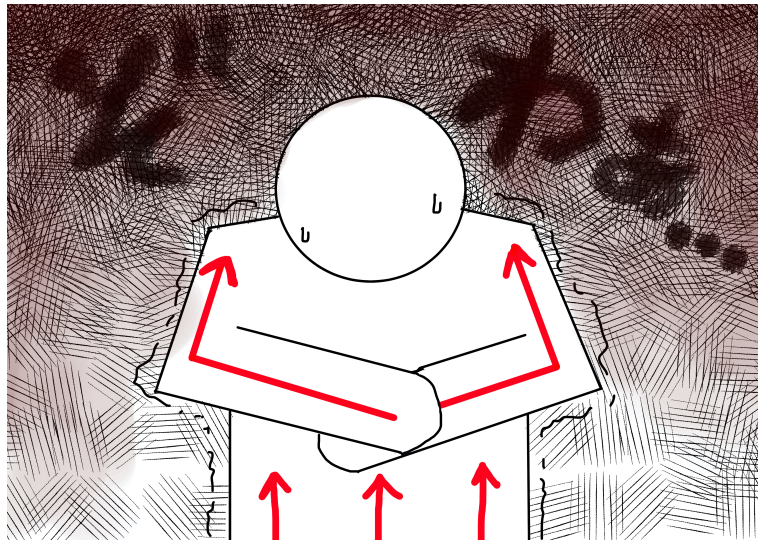


図 3.4 流れを感じる振動

3.4. ホラーコンテキストとの紐付け

次に気配振動とホラーコンテキストの紐付け手法について検討する。今回実現を目指す体験において私は2つの紐付け方を提案する。

シナリオベースの紐付け

シナリオベースの紐付けとは、映画のように物語性をもつメディアのタイムラインに沿って気配感覚を紐付ける手法である。この紐付け方の場合、その物語の内容や進行具合に沿って、その時に適切な気配感覚をデザイン、紐づけることが要求されることが考えられる。

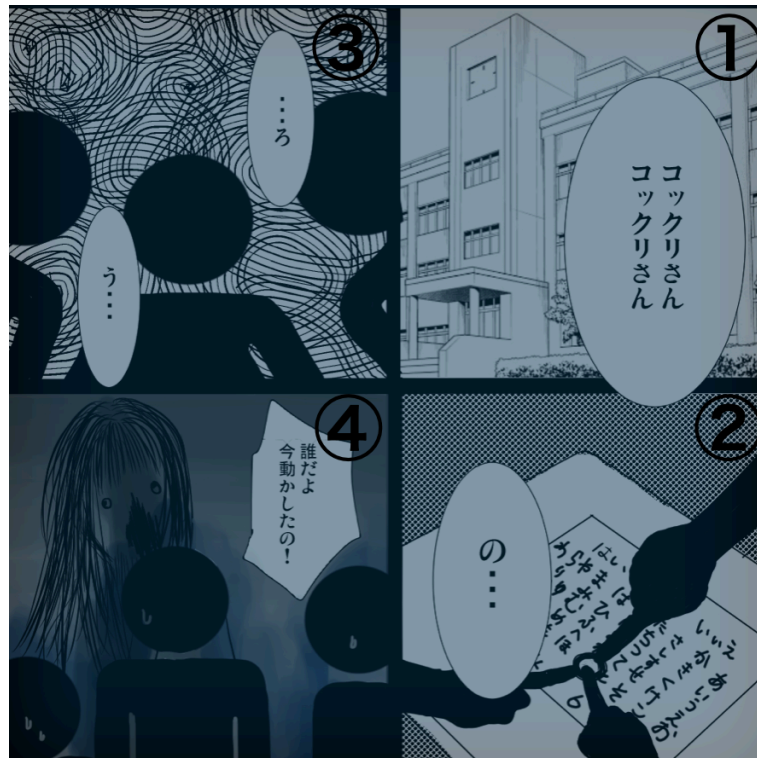


図 3.5 シナリオベースの紐付け

ロケーションベースの紐付け

ロケーションベースの紐付けでは、実空間の不気味な場所の位置情報に基づいて、気配感覚を提示する手法である。

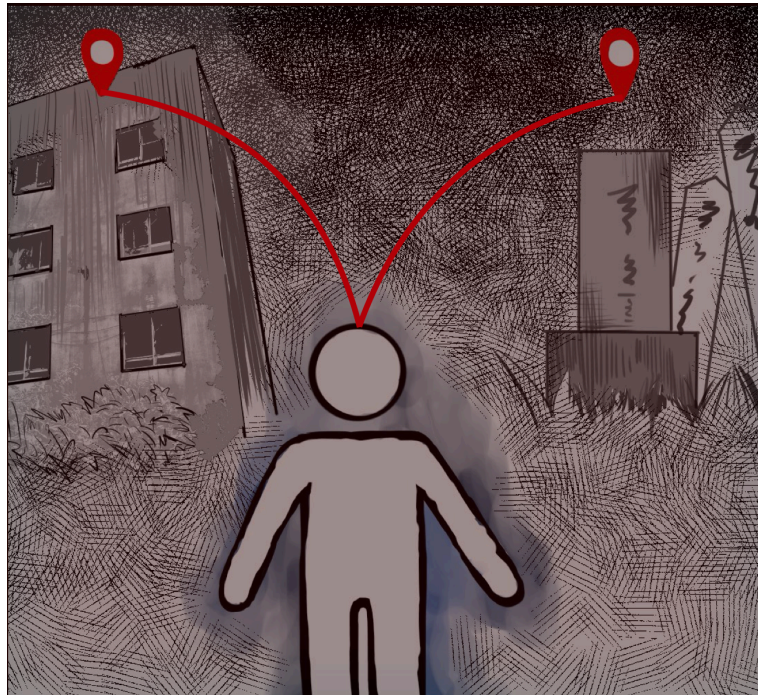


図 3.6 ロケーションベースの紐付け

恐怖を想起させる空間とは

それでは、この気配という感覚をどのような場所において感じたときに、私たちは恐怖に対する想像力が膨らみ、現実世界を恐怖のコンテキストにおいて、歪めて認知してしまうだろうか？ 私たちが怖いと想像する場所と複数の場所のイメージを列挙する。

- 心霊スポット
- 廃墟
- 公衆電話
- 公衆トイレ
- ゴミ屋敷

- 墓地
- トンネル
- 事故物件
- 霊道
- お寺
- 神社
- 人気のない夜の森の小道
- 空き家
- 夜の公園
- 寂れた温泉街



図 3.7 廃墟

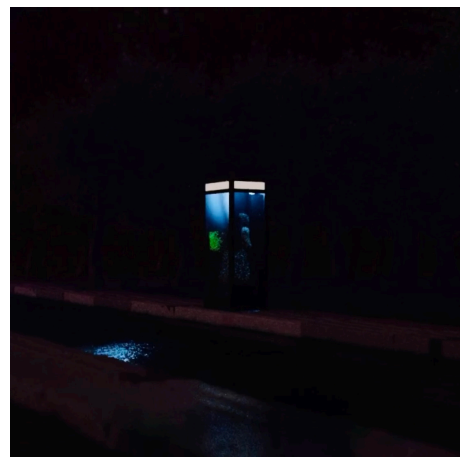


図 3.8 公衆電話



図 3.9 墓地



図 3.10 トンネル



図 3.11 人気のない夜の森の小道



図 3.12 夜の公園

心霊的な気配とは、幽霊だったり人間ではない何かの生気を感じる現象である。これらの場所に共通しているのは、昔は人がいたが、今は人の気が感じられない場所であることだ。本来、生気が感じられない場所において生気を感じてしまうという不一致によって、その場所の過去について想像し、恐怖は増長されると考えられる。そこにかつていた人の曖昧な痕跡を感じることで、想像力が刺激され

るのだ。よってこの恐怖体験において気配感覚と結びつける場所は、かつては人がいたが、今は生気が感じられない物質的な空間とする。

ロケーション情報と気配振動の紐付け方

次に生気の感じられない空間群と気配振動をどのように紐付ければ、怖さに繋がるかについて述べる。空間の位置情報をわかりやすく振動提示するだけでは、恐怖の表象を引き起こすきっかけにはなり得ないと考えられる。Jホラーの怖さは、能がそうであるように頭の中の想像からくるものであるなので、気配振動の提示の仕方は以下の2つの要素に重点をおいてデザインすることを試みる。

- 曖昧性
- 突発性



図 3.13 ロケーションベースの気配振動提示のイメージ

図 3.13 ように、事故物件の位置ベースで気配を提示する場合、どれがその物件かわからない、あの建物もそう見えるし、こっちかもしれないという曖昧性を有した提示がより怖さを引き起こすと考えた。また、突発的な振動も、より周りに

対して疑心暗鬼になるきっかけとして作用するのではないかと考えたため、今回は、体験者にある程度位置の情報がわかる精度は保ちつつ、曖昧性と突発性をポイントにデザインを行う。

3.5. 本章のまとめ

本章では初めに気配恐怖体験のコンセプトを、街中において、恐怖を想起させるコンテキストと紐付けた曖昧な気配刺激を皮膚感覚として体全体に伝えることで、体験者に恐怖の表象を行うきっかけを与え、結果として、体験者の意識の中に恐怖のバイアスがかかり、実空間を歪めて認知する体験と提案した。その上で、今回気配を提示するインターフェースであるシナスタジアウェアについて述べた。また、今回の体験を実現する上で重要な2要素である、気配らしい刺激とその刺激とホラーコンテキストとの紐付け方の手法のデザインについての方向性を述べた。

これ以降の章では、実際にこのコンセプトに基づいて実際にシナスタジアウェアを用いて、気配刺激と、その刺激とホラーコンテキストとの紐付け手法を実際に実装した過程について述べていく。

第 4 章

設計とプロトタイピング

4.1. 気配振動のデザイン

まず初めに気配らしい振動の実装を行う。3章で述べたとおり、今回は意識にのぼらない強度の振動と動きのある振動の2つをシナスタジアウェアを用いて実装する。

4.1.1 閾値以下の刺激

どれくらいの振動が人間にとって感じるギリギリの刺激なのか。初めに、人間の振動の強度閾値がどれくらいかを体の各部位について測定を行った。今回は体の部位、そして周波数において体系的なデータを得ることを目的に、図??のように体の胴回りに等間隔に配置した11個の振動子と全体振動に対する4つの周波数における強度閾値を測定した。この測定結果を得ることで、気配に近い微弱振動の強度と部位を知ることができると考えた。

実験設定

実験前に40Hz、80Hz、160Hz、240Hzの4つの周波数に対して1dB 50dBのそれぞれ50個の音源を用意し、19個の振動子に音源を焼き込んだ。1dBの強度における各周波数の音源は図4.1、図4.2、図4.3、図4.4となる。それぞれ始まりと終わりの200msの間には、立ち上がり立ち下りの部分をもうけ、目的の強度で振動する部分はどの音源においても1000msである。閾値測定実験の概要を図4.5に示す。

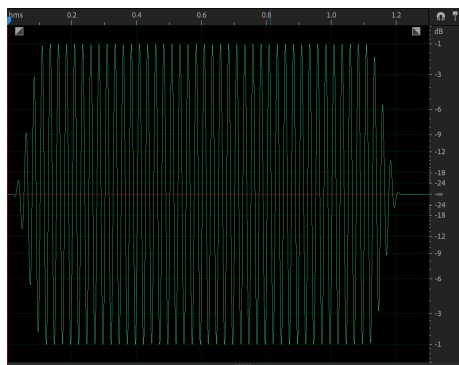


図 4.1 40Hz 振動波形

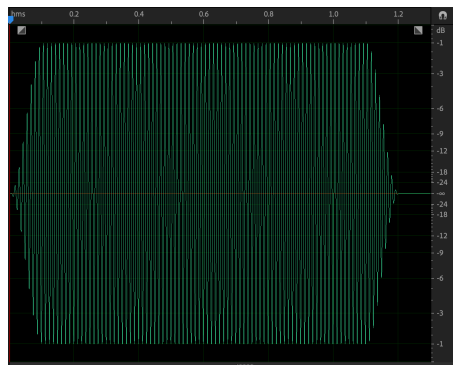


図 4.2 80Hz 振動波形

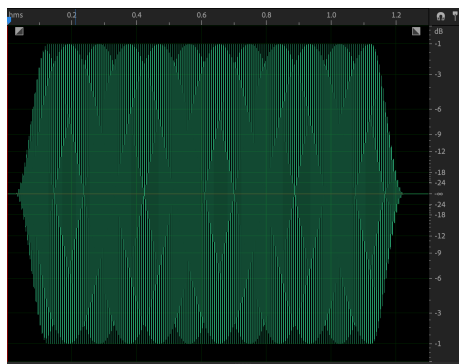


図 4.3 160Hz 振動波形

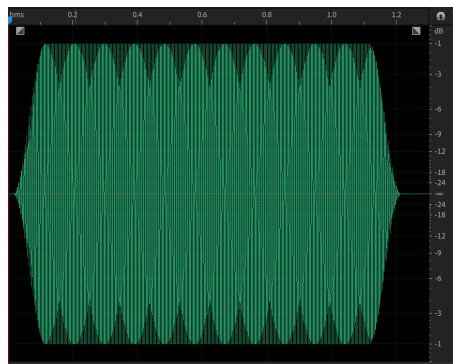
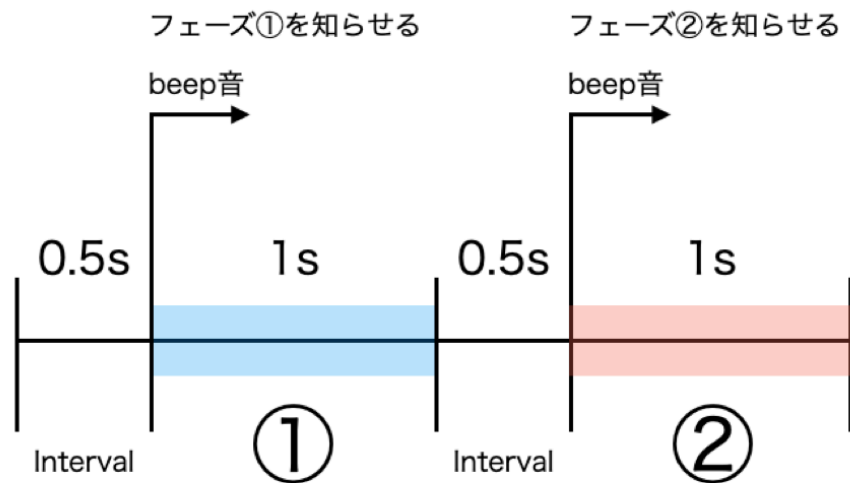


図 4.4 240Hz 振動波形

two-alternative forced-choice paradigm 法 [32] を用いて、閾値測定を行った。被験者は、図のようにフェーズ 1 か 2 のいずれかにおいて振動が提示される。それぞれのフェーズの開始は、beep 音によって被験者に知らされる。各試行において、どの周波数の閾値を測定するかはランダムに決定された。被験者は PC に表示されたボタンによって、どちらのフェーズで振動が来たかを解答する。各試行は、対応する周波数で予想される検出閾値よりも十分に高い刺激振幅で開始された。被験者に提示される振動の強度は、正解するごとに、-8dB ずつ減少する。1 回目の間違いをすると強度は 8dB 増加し、再び正解するまで増加し続け、また正解した強度から -8dB 減少する。次に再び間違えた強度から次は 4dB ずつ増加して、振動が提示される。8dB の場合と同様に、強度の上下が同様に確認された時に、次に 1dB の範囲で強度を上下させて、閾値を判定する。これと同様の判定を 3 回行い、全部で 5 回のリバーサルを行った後に閾値を最終的に決定した。この実験をシナスタジアウェアの胴回りに配置された 11 個を個別にそれぞれ振動させた場合と全ての振動子が振動している場合の 12 通りにおいてそれぞれ、閾値を測定した。被験者はこの実験を立った状態で、腰回りの 11 個の振動子が体に密着するようにベルトを装着し、図 4.6 のように行った。立った状態で実験を行ったのは、提案する気配恐怖体験がスーツを着て、立った状態で行われることを考慮したためである。実験は 6 人の被験者に対して行われ、所要時間は 1 人あたり 1 時間 30 分であった。



①か②の**いずれか**のフェーズ
において振動が提示される。



被験者はPC上でどちらのフェーズで
振動があったかを解答する。

図 4.5 閾値測定実験の概要



図 4.6 閾値測定実験の様子

実験結果

実験の結果を以下に示す。図 4.7 は、6 人の被験者の胴回りの 11 点における振動の感度の良さの平均を各周波数において示したボディマップである。グラフ上部が体の前面、下部が体の背面側を示している。この図より、体の部位的な違いとしては、どの周波数においても前側が他の部位と比較して感度が高いことがわかった。しかし個別でみた場合、後側の感度がいい人だったり、横側の感度が良い人がいたりすると結果は、被験者によって違っていた。これは被験者によって、体型の違いや実験時の振動子の体への接触具合が違ったことなどが原因として考えられる。また、このボディマップが 6 人に対する平均の結果であるのでより被験者の数を増やすと、個人差に左右されない一般的な感度のボディマップが得られる可能性がある。

周波数の違いで比較した時、最も感度が高かったのは 80Hz の振動で、もっとも感度が低かったのは 240Hz の振動であった。240Hz の感度が最も低くなったのは使用した振動子の周波数特性によるものであると考えられる。(図 4.8) は、スーツに使用している振動子の周波数特性を示している。100Hz 以降の振動において

指数関数的に強度が減衰する傾向をもつため、240Hz の振動の感度が低くなつたと考えられる。

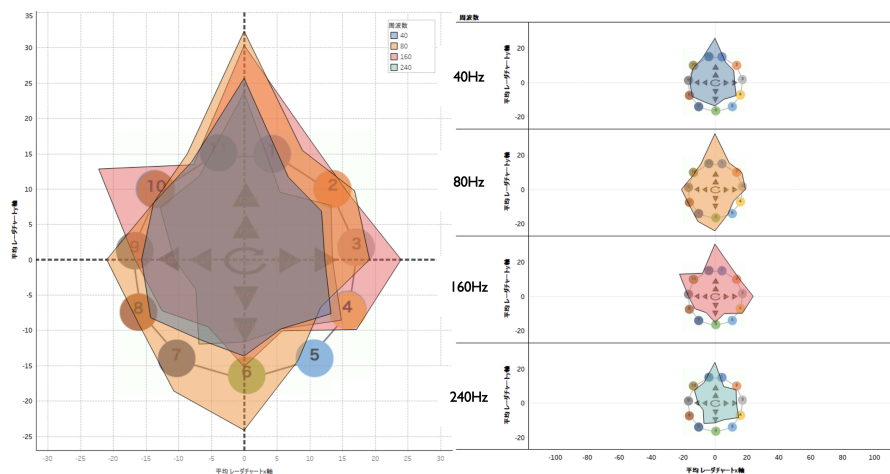


図 4.7 ボディマップ

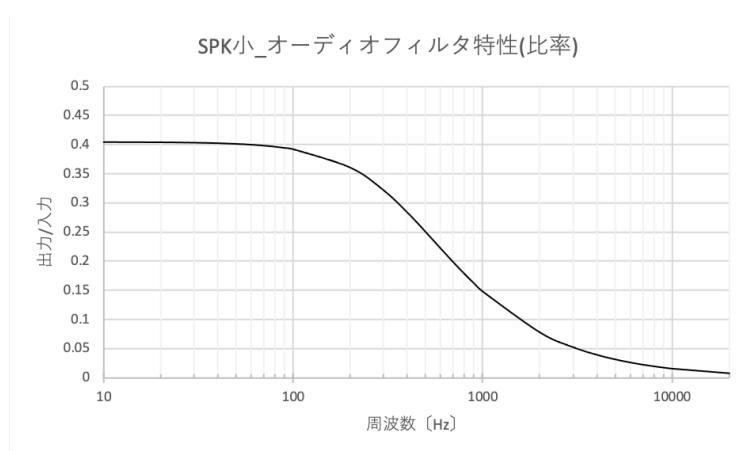


図 4.8 振動子の周波数特性

次に、振動子の位置と閾値強度の関係のグラフ (図 4.9) を以下に示す。このグラフは、全ての周波数における閾値強度を合わせて各部位ごとに平均をとったグラフである。グラフの横軸に示した番号は、振動子の配置位置を示しており、右図の胴回りの 11 個の振動子の配置を示した番号に対応する。右図において、上側が

体の前面、下側が体の背面側を示している。グラフの一番左に示したバーが全身に対する振動を行った際の閾値を示しており、個別に振動させた場合よりも、閾値が下がったという結果が得られた。

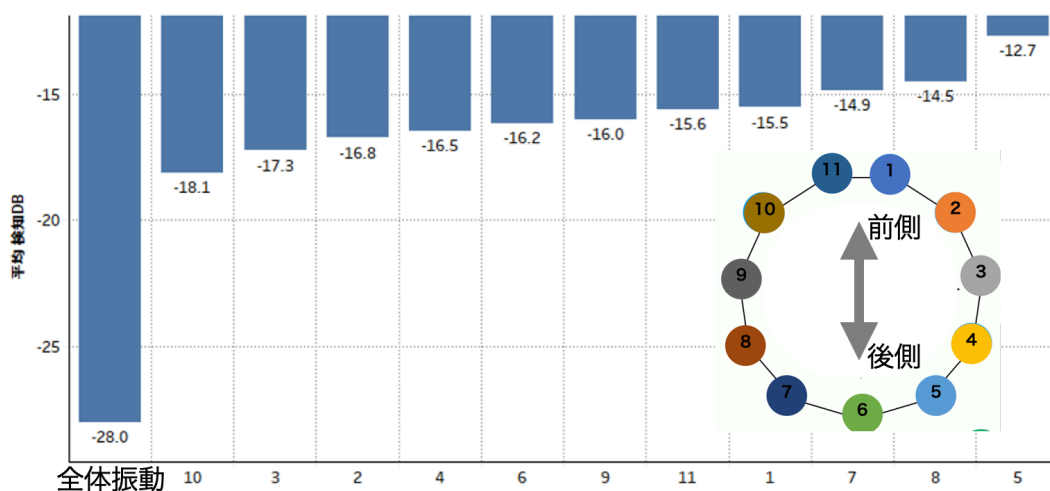


図 4.9 振動子の位置と閾値強度の関係のグラフ

図 4.9 のグラフを各周波数ごとに分けて表示したグラフが図 4.10 である。4 つの周波数のなかで、最も閾値が下がったのは 80Hz であった。Bolanowski らが示した (図 2.10) [15] ように、振動刺激に対する感度は 4 種の機械受容器のそれぞれの感度に分類され、そのうち最も低い閾値をもつのは 240Hz に最小値をもつパチニ小体である。よって今回の実験においても全身振動の閾値は 240Hz において最も低くなることを予想していた。実験結果が予想と反した理由として考えられることは 2 つある。1 つ目は、先ほども述べた振動子そのものの周波数特性により、240Hz の振動の強度が減衰したことである。2 つ目は、衣服全体が面的に振動する全身振動において、低周波数の振動の方が減衰の影響を受けずに衣服を揺らすことができた可能性があげられる。

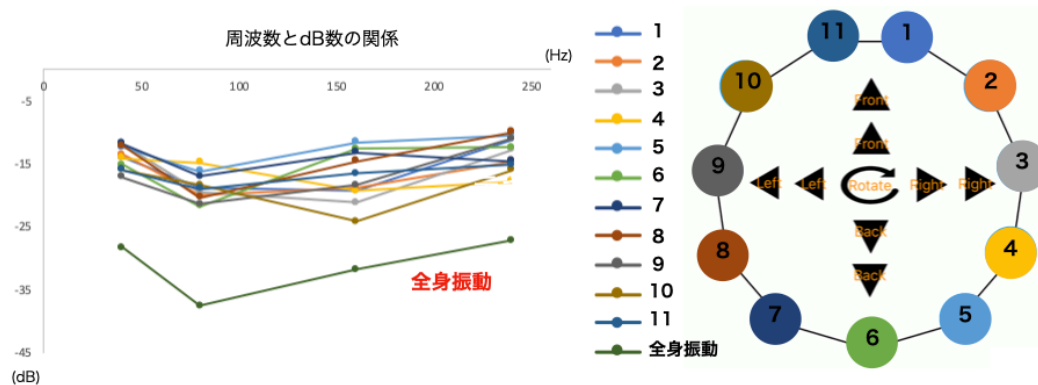


図 4.10 周波数と強度の関係のグラフと胴回りの振動子の配置を示した図

4.1.2 動きのある振動のデザイン

感覚的に動きを伴った振動パターンを設計を行うことができるように下の図4.11に示すような、インターフェースを開発した。このインターフェースでは、マウスを使って、赤い点で示したノードを動かして、黒円で示した範囲内にノードが入ることで、その部位に対応する振動子が振動するように設計し、感覚的なデザインを行えるようにした。黒円の半径も調節可能で、半径を広げることで同時に複数の振動子を振動させることができるようにした。インターフェースの振動子の位置は、シナスタジアウェアに配置した振動子の位置を投影している。インターフェースを、図4.11のように、ウェアの表と裏を2つずつ隣り合わせに配置したデザインにした理由は、気配触覚刺激を前から後に様々なバリエーションで振動させやすくするためである。このインターフェースを用いて、この後に示す動きを伴った気配感覚のデザインを行った。

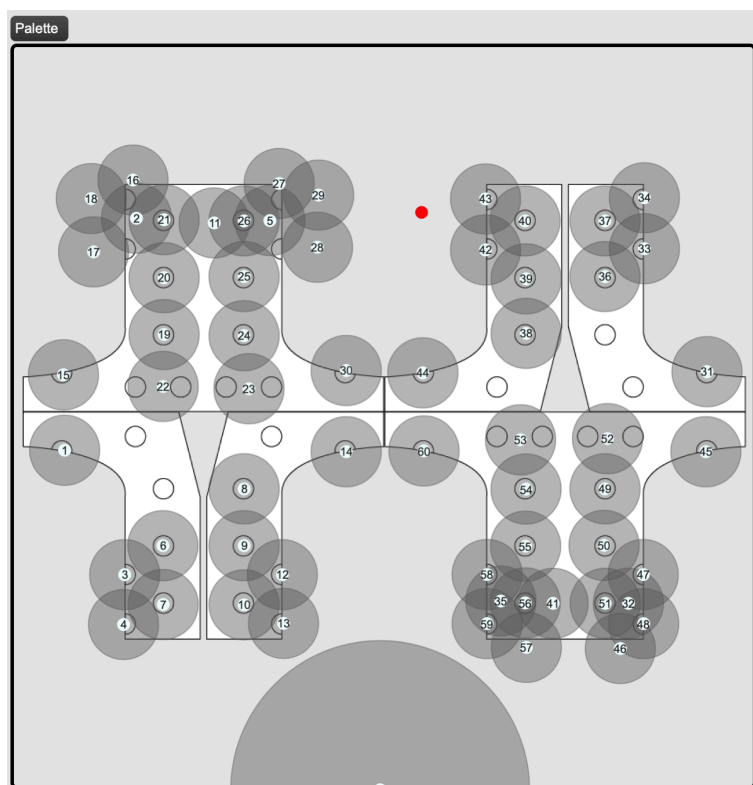


図 4.11 触覚デザインインターフェース

特定の動きや振動の種類から想起される気配のイメージ

色々な振動を試していくうちに、振動の方向や、流れる速さで、異なる印象を持った気配や幽霊像がイメージされることがわかり、これを分類することで、コンテキストにあった気配をデザインできると考えたので、自分の思い浮かんだイメージを流れの向き、振動の種類、そして動きのスピードをもとに図4.12のように分類分けを行った。

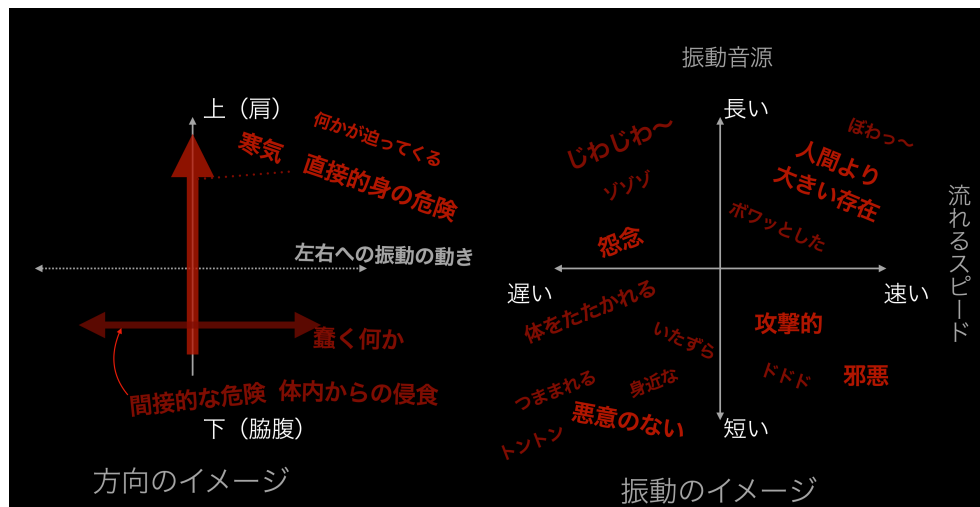


図 4.12 気配のイメージ

下から上への振動は、寒気や何かが迫ってくるイメージを表現でき、脇腹あたりでの横移動振動は、体の中で何かが蠢いている感覚がイメージされた。また、振動については、振動が長いほど、間接的で内部の不安に繋がるようなイメージが浮かび、振動が短いほど、直接的で外部からの刺激だという印象を受けた。また流れるスピードは、早いほど直接的な危険や、大きな脅威がイメージされた。

4.2. ホラーコンテキストとの紐付け手法の検討

次に気配振動とホラーコンテキストの紐付け手法の実装を行う。今回は3章で述べたとおり、シナリオベースとロケーションベースの2つの手法を実装していく。

4.2.1 シナリオベースの紐付け

上にあげたインターフェースを用いて、動きを伴う気配的触覚をデザインし、それを映像と組み合わせた映像視聴デモを製作した。映像は、映画『死霊館 エンフィールド事件』図4.13の1シーン(3分40秒)を用いた。このシーンの概略を説明すると、修道女の姿をした悪魔を屋敷の中で見た主人公の母親が、悪魔の後を追って、物置部屋に入る。そこにはたくさんの物が置かれているが、その中に悪魔の絵が飾られているのを見つける。気味が悪くなり、部屋を出ようとする母親だが、突然扉が閉まり、閉じ込められて、悪魔に襲われてしまうという内容だ。

スーツの振動子は図??のように配置した。これは、脇腹に対する振動が特に鳥肌や寒気などのゾワゾワ感を誘発しやすい振動であると考えたためである。振動音源は、シナスタジアスーツ [23] の際にデザインされた Rez Infinite の振動音源を使用した。



図 4.13 『死霊館 エンフィールド事件』監督：ジェームズ・ワン/脚本：チャド・ヘイズ²

気配の具体的なイメージ

まず初めに、動きを伴った気配感覚にどのようなイメージがあるかを列挙した。

- スポットから離れているときに体の前面の中心から流れるように後まで振動すると、人は手で帰るの阻もうとする無数の幽霊を想起する。
- 腹にゆっくり目の振動が長く続くと人はゆっくり衰弱して死んだ孤独死みたいな人の幽霊を想起する。
- 鋭い振動が突然心臓あたりを揺らすと、病で急死した人の幽霊を想起する。

2 <https://usstatesman.com/movie-review-conjuring-2/>, <https://variety.com/2016/film/box-office/box-office-conjuring-2-warcraft-now-you-see-me-2-1201793048/>

- 長めの振動が体を這うようにしたから上まで上がってくると、自分を呪い殺そうとする貞子みたいな幽霊を想起する。
- 弱めの振動が脇腹に長めに続くと、人は自分たちを驚かす
- 締め付けるような振動が、足首に流れると、人は怨念をもって人を死に、引きずり込もうとする邪悪な幽霊を想起する。
- 優しめの振動が足付近にランダムに振動すると、子供の幽霊が危害を加えない優しい妖怪を想起する。
- 長めの振動が首元の中心から流れるように後ろに振動すると、首吊りで亡くなった人を想起する。
- 弱めから強めの振動が下半身から上半身にたたみかけるように振動すると、生前にとてつもない恐怖を感じて亡くなった（殺されたとか）人の幽霊を想起する。
- 強めの振動が体をぐるぐる素早く動くと、（思っている以上に長く）人は悪い気を持った塊が自分に取り込まれたことを想起する。
- やさしめの振動が体をゆっくりぐるぐる流れて動くと、自分を守ってくれる守護霊を人は想起する。
- 皮膚をつままれるような振動が体中に同時に振動すると、火事で亡くなった幽霊（男）を想起する。
- 蛇口からポタポタ水がたれるような振動が一定間隔で腕の内側にくると、髪が濡れた水回りの幽霊（女）を想起する。
- 強めの振動がランダムに体中に同時に何個も振動すると人はもはや人間の形をしていない怨念の塊のようなものを想起する。
- ポワーとする長めの振動が肩から下にゆっくり動くと、人は悲しみを抱える孤独な幽霊を想起する。

- 鋭い振動が局所的に、人のこしょばされるときつい部分に与えられると、人は自分に危害を加える邪悪な霊を想起する。
- ちょんちょんと、指でたたくような振動が体中に同時に1個ずつランダムに2秒おきに来ると、人は遊んで欲しそうな子供の幽霊を想起する。
- 肩に強く鋭い振動が肩に水平に振動すると、人は幽霊あ肩に乗っていることを想起する。

イメージに基づく振動デザイン

上にあげたイメージを元に、映像のその時の空間的雰囲気に応じた触覚をデザインした。それぞれのシーンに適応する振動音源を選定し、動きのデザインを行った。触覚のシーケンスは、全部で12個デザインした。以下にそれぞれのシーケンスに対応する映像の状況、その映像に対応する気配のイメージ、用いた振動音源、動きのデザインを記す。

12 シーケンス

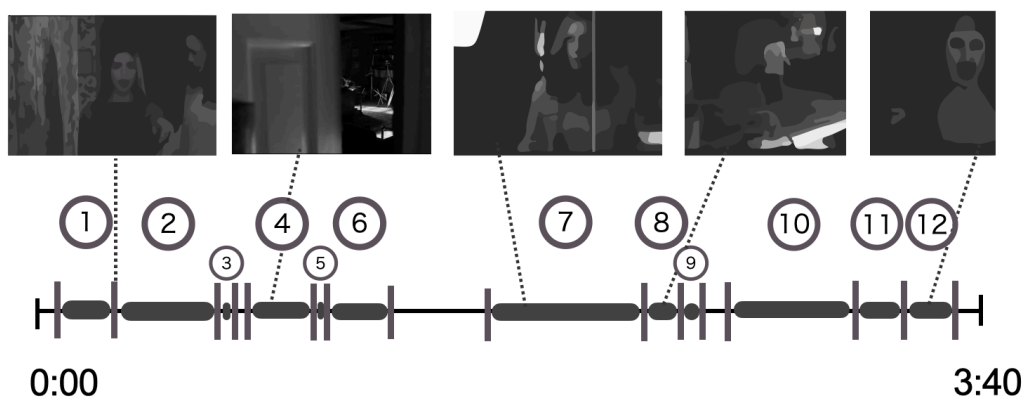


図 4.14 ホラー映像気配体験の概要

シークエンス1

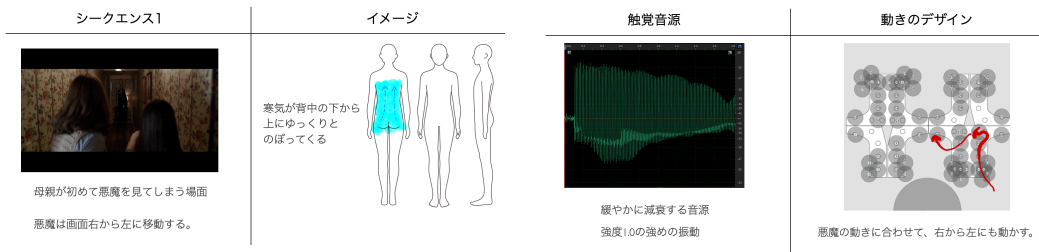


図 4.15 シークエンス1の振動デザイン

シークエンス2 (27秒~45秒 (18秒))

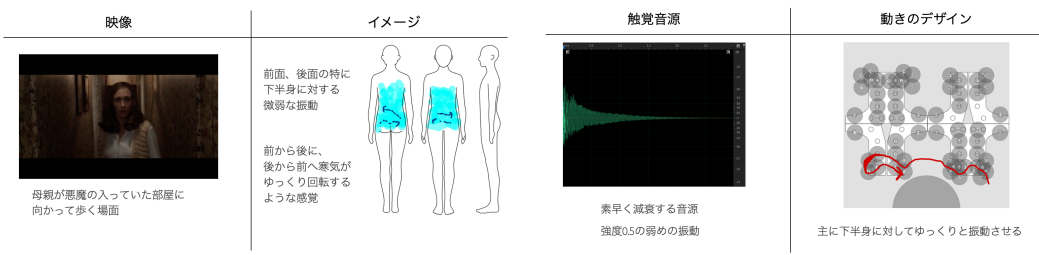


図 4.16 シークエンス2の振動デザイン

シークエンス3 (43秒~45秒 (2秒))

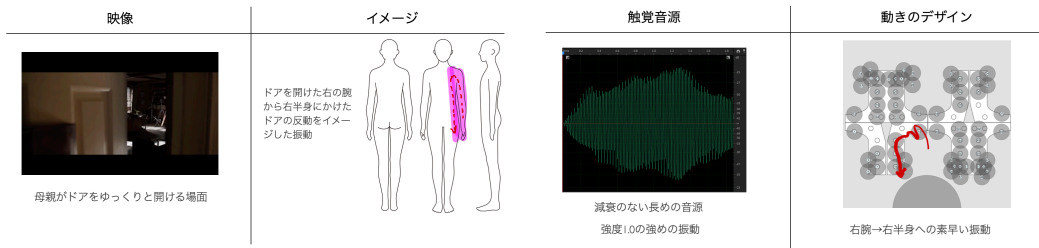


図 4.17 シークエンス3の振動デザイン

シークエンス4 (55秒-1分15秒 (20秒))

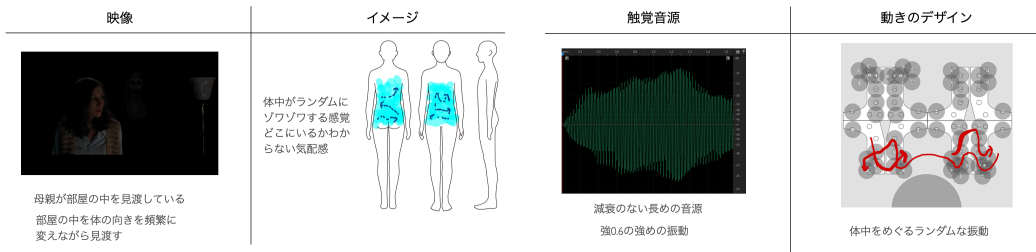


図 4.18 シークエンス 4 の振動デザイン

シークエンス5 (1分15秒-1分16秒 (1秒))

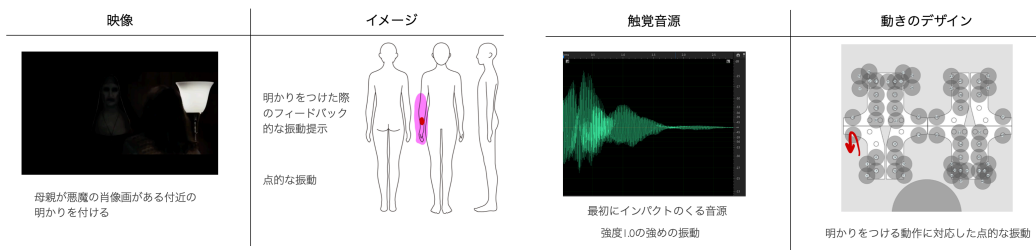


図 4.19 シークエンス 5 の振動デザイン

シークエンス6 (1分18秒-1分33秒 (15秒))

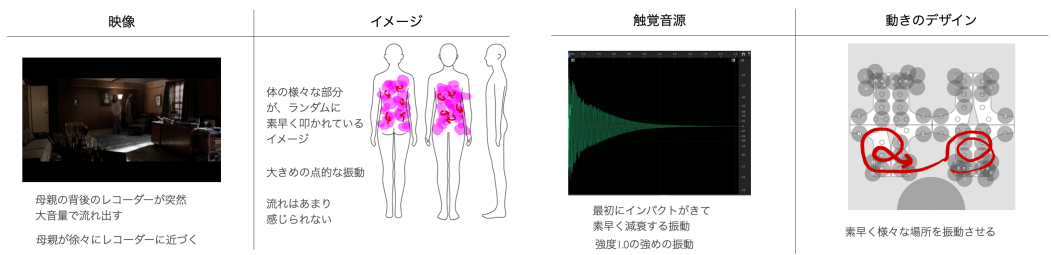


図 4.20 シークエンス 6 の振動デザイン

シークエンス7 (1分51秒~2分24秒 (33秒))

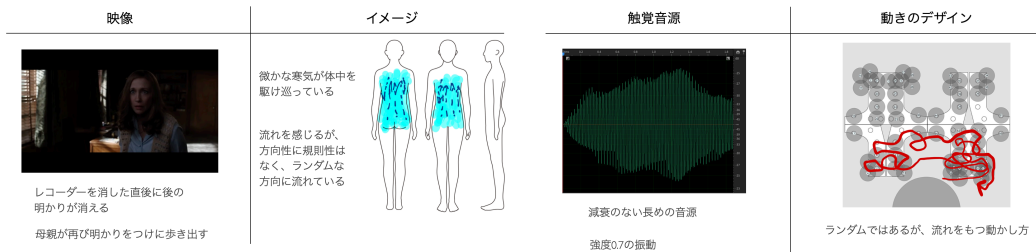


図 4.21 シークエンス7の振動デザイン

シークエンス8 (2分25秒~2分35秒 (10秒))

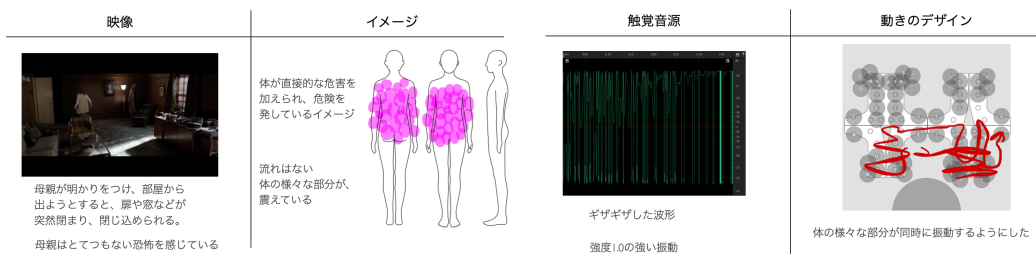


図 4.22 シークエンス8の振動デザイン

シークエンス9 (2分35秒~2分40秒 (5秒))

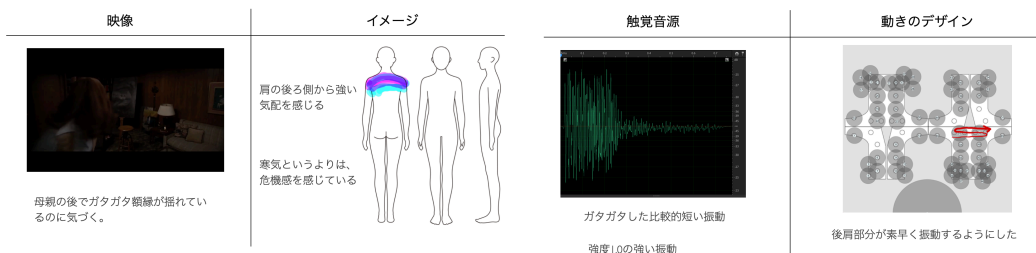


図 4.23 シークエンス9の振動デザイン

シークエンス10 (2分43秒~3分14秒 (31秒))

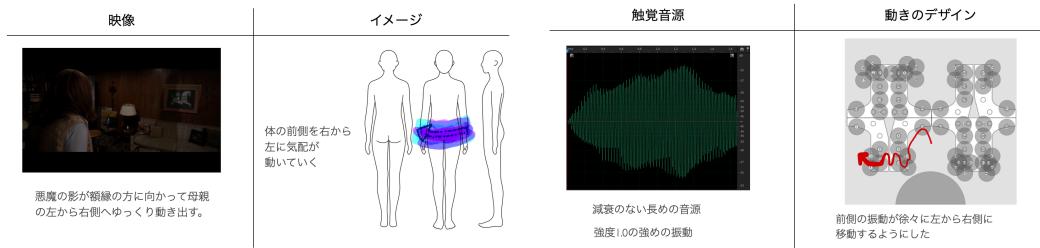


図 4.24 シークエンス10の振動デザイン

シークエンス11 (3分15秒~3分28秒 (13秒))

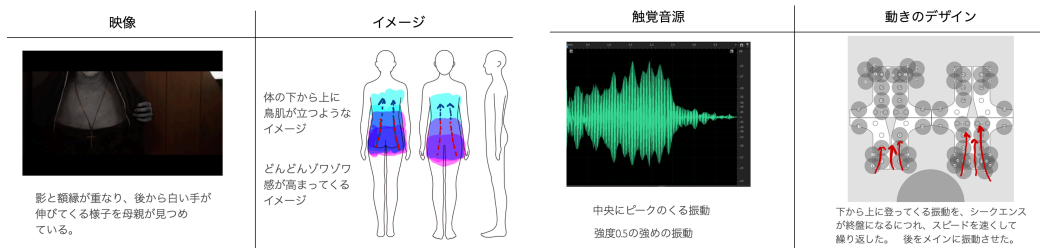


図 4.25 シークエンス11の振動デザイン

シークエンス12 (3分29秒~3分37秒 (8秒))

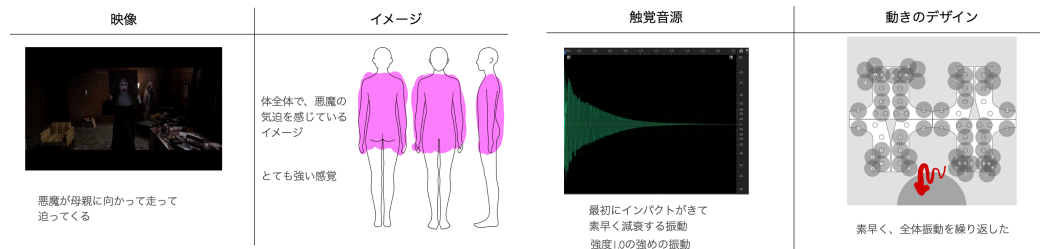


図 4.26 シークエンス12の振動デザイン



図 4.27 ホラー映像気配体験を体験している様子

フィードバック

体験者のフィードバックを以下に抜粋する。

- とても怖かった。振動があることで、ホラー映像が一層怖くなった。
- どこが振動しているかわからない微妙な感覚であった。振動しているのか自分が震えているのかわからない感覚だった。
- このジャケットによって引き起こされる恐怖は、逃げられない恐怖だからこそ、より一層怖い体験になるかもしれない。

- インターフェースが服の構造だから、完全に振動子が密着しないで、逆に面的な振動になっていて、鳥肌っぽさを誘発していた。

このように、気配感覚を触覚的に誘発するホラー映像体験デモは、デザインした気配触覚が実際に気配感覚を誘発し、鳥肌などの皮膚感覚を引き起こし、鑑賞体験を高めた可能性が示唆された。

皮膚電位計測

また10人には、デモ体験時に同時に皮膚電位の測定を行った。皮膚電位の鋭いピークは感情の変化を表す指標 [33] で、振動ありとなしの場合の皮膚電位のピークの比較を行った。皮膚電位の測定は図 4.2.1 の自作したセンサーを用いて測定した。



図 4.28 皮膚電位測定センサーの写真

計測結果

動画時間に対する皮膚電位のピーク数を示した振動あり (図 4.29) となし (図 4.30) の場合のグラフを示す。横軸は、映像の 15 秒ごとの区分を示しており、縦軸は皮膚電位のピーク数を示している。グラフより、振動ありと振動なしの顕著なピーク数の変化はみられなかった。しかし、検出されたピークのうち標準偏差 1.5 以上の値をもつ鋭いピークは、振動ありの場合はセクション 4、8、12、14 の 4 パートに、なしの場合はセクション 4、11 の 2 パートにのみ検出された。このことより、振動が鋭いピークと関連があり、感情変化を誘発しているという傾向が得られた。この傾向は、被験者の数をより増やし、視聴環境を完全な暗室にするなど測定環境を整えることで、より顕著にみられる可能性がある。

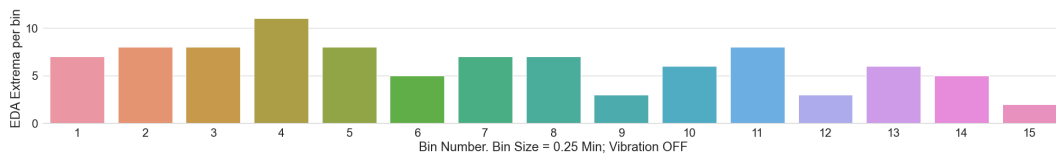


図 4.29 振動がない場合の皮膚電位

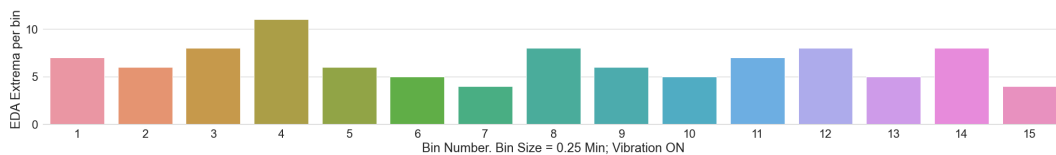


図 4.30 振動がある場合の皮膚電位

4.2.2 ロケーションベースの紐付け

次にロケーションベースの気配振動の紐付けを実装する。まず初めにスマートフォンの GPS 情報に基づいてシナスタジアウェアの振動を行うアプリ (図 4.31) を実装した。スマートフォンとシナスタジアウェア間の通信は Bluetooth を用いて行った。位置情報に基づく振動提示のデザインに用いた振動の音源は、シナスタ

ジアスーツ [23] の際にデザインされた Rez Infinite の振動音源を使用した。振動子の配置は、図 4.32 のようにした。

位置に対応する気配触覚提示の精度は、スマートフォンの GPS 精度に依存する。およそ半径 5m の誤差が生じる。



図 4.31 アプリ画面

振動子配置

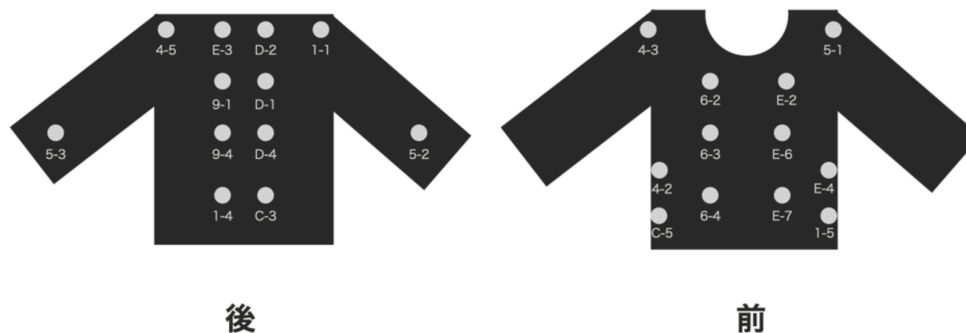


図 4.32 振動子の配置図

距離に応じた振動パターンのデザイン

一般的に気配感覚とは、曖昧な感覚でありながらも気配を感じる本人と感じさせる何かの2つの距離や方向感に対応して、強度や感じる部位が変化する感覚である。よって、空間情報に基づいて気配感覚を提示するこの体験においては、空間と体験者の距離感や方向感に基づいて、気配らしい触覚に何かしらの変化を持たせることが気配感覚をよりリアルに再現するために重要であると考えた。

GPS情報や深度カメラなどから空間情報を取得し、その情報に基づく振動提示を行うことでユーザーのナビゲーションを行う研究はこれまでも多く提案されている。Katzschmann [34]らは、ToFセンサーにより取得した空間情報に基づいて、視覚障害者に対して腰回りに配置した複数の振動子による触覚提示を行い、ナビゲーションを行うシステムを構築した。彼らは物体とユーザーの方向感を振動する振動子の部位、距離感を、振動子の振動頻度、振動提示時間、振動強度に変化を持たせることで、ナビゲーションを可能にした。よって今回は、空間と体験者の距離感を振動の以下のパラメーターを変化させることで表現することを試みる。

- 振動面積（同時振動個数）
- 振動頻度

また、3章でも述べたように恐怖の表象を引き起こすことを目指すために位置情報と気配振動の紐付け方には曖昧性と突発性を考慮してデザインする。まず初めに、振動面積（同時振動個数）の変化について記す。

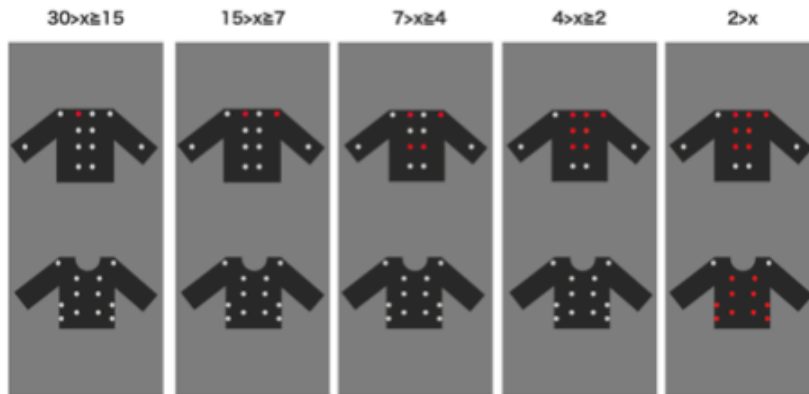
仮想ターゲットと装着者との距離を P_d としたとき、距離 P_d における同時アクチュエータ数 $N(P_d)$ は次式のように計算した。

$$N(P_d) = \text{rect}(P_d) = \begin{cases} 16 & (2 > P_d) \\ 8 & (4 > P_d \geq 2) \\ 4 & (7 > P_d \geq 4) \\ 2 & (15 > P_d \geq 7) \\ 1 & (30 > P_d \geq 15) \end{cases}$$

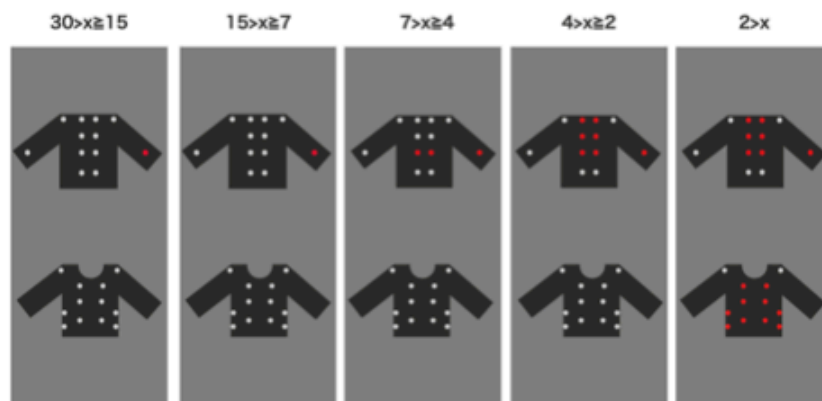
この式のように距離のフェーズが1つ遷移するごとに、同時振動個数を2倍にすることで、体験者がスポットとの距離が近づいていることが知覚できるようにデザインした。

また、振動デザインの中に曖昧性を包含するために、以下に記す(図 4.33)(図 4.34) 振動パターンを複数個デザインし、それがランダムに振動されるように設計を施した。赤色で示した点が、実際に振動している振動子である。最も近傍の2m以内の範囲においてのみ前面の振動を採用し、突発性を考慮した。

パターン1



パターン2



パターン3

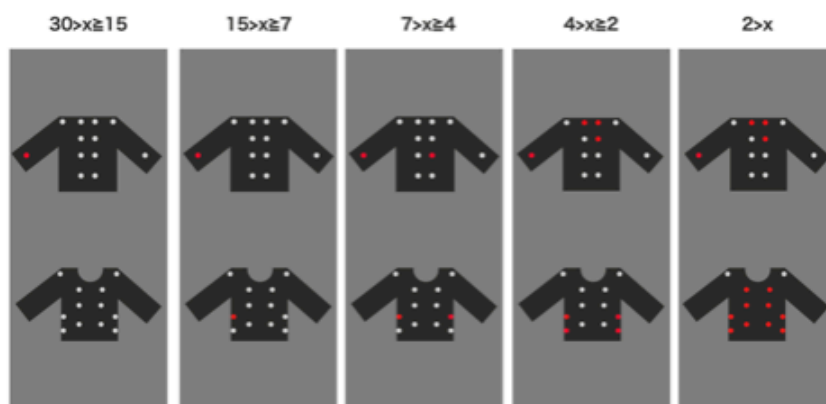
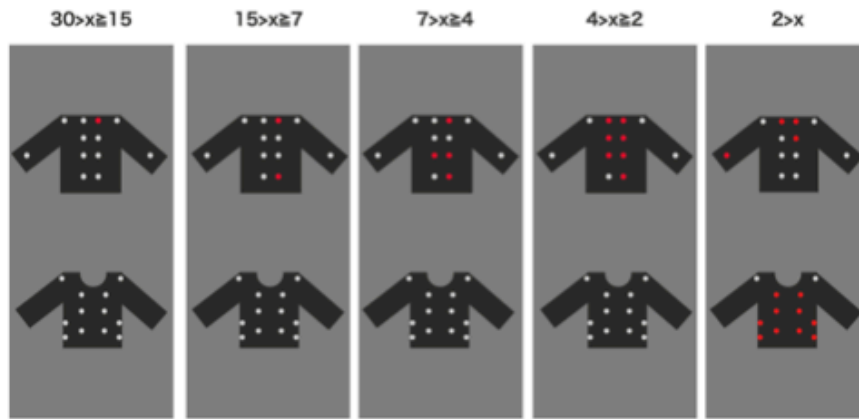


図 4.33 振動パターン1、2、3

パターン4



パターン5

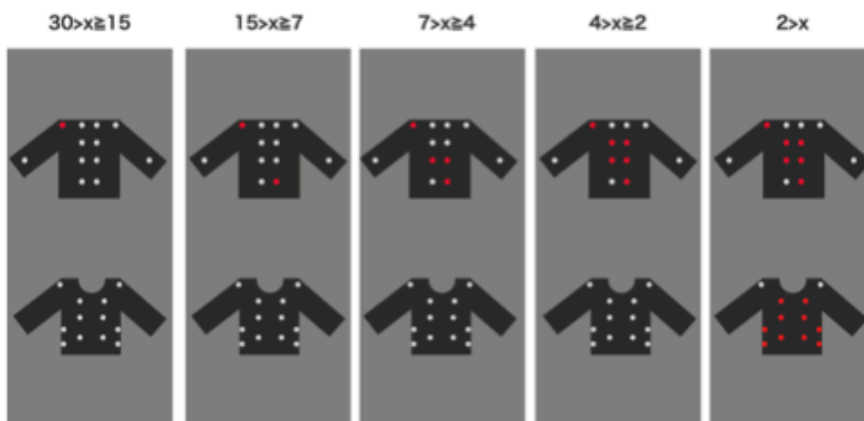


図 4.34 振動パターン4、5

次に、振動頻度の変化のデザインについて記す。距離に応じた振動頻度の変化を以下の図 4.35 に示す。

スポットと体験者の距離 d(m)	振動の時間間隔 (s)
$25 \geq d > 20$	10
$20 \geq d > 15$	7
$15 \geq d > 10$	5
$10 \geq d > 5$	3
$5 \geq d > 3$	1

図 4.35 距離に応じた振動頻度の変化

このようにスポットとの距離が近づくほど、近づいていることが体験者にわかるように振動する頻度を高くした。

ユーザーテスト

今回は5人の被験者に対して、スーツを着用した状態で、付近に振動を誘起するスポットを1か所配置した上で、上に記した距離に応じて振動面積、振動頻度を変化させる振動パターンに基づいて、振動を提示するデモを実施した。何も知らせないまま3分間歩いてもらい、その行動を観察した。そして、実験終了後に感想を伺った。ユーザーテストは、日本科学未来館の敷地内(図 4.36)で行った。

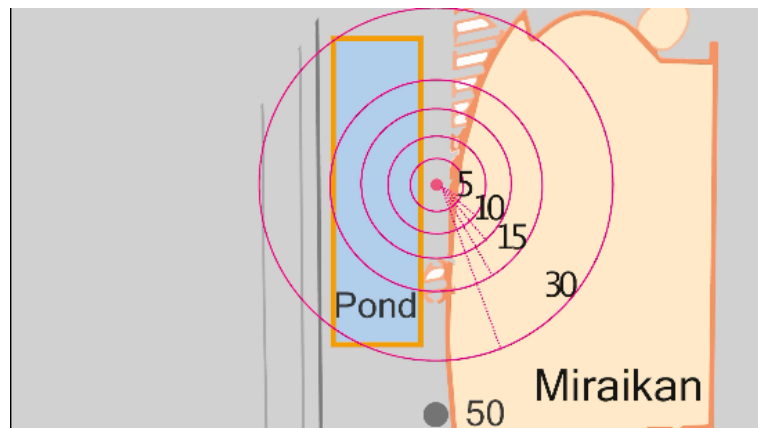


図 4.36 ユーザーテストの実施場所の簡略図

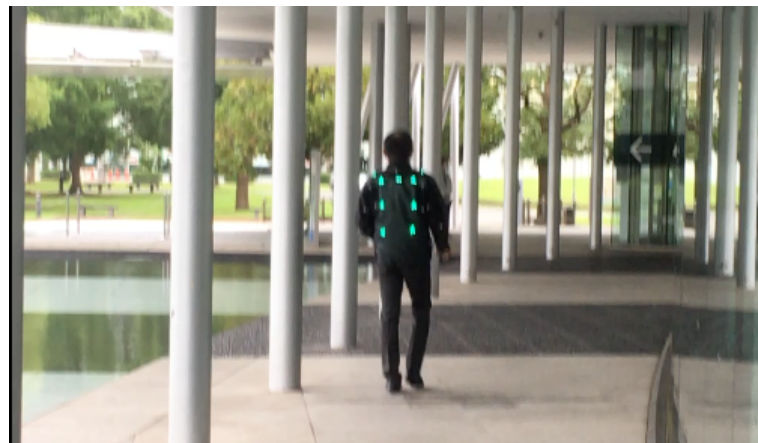


図 4.37 ユーザーテストの様子

フィードバック

体験者のフィードバックを以下に抜粋する。

- 正面の振動が突然きた時に、怖さを感じた。
- 昼ではなく、夜にこのデモが行われたら、より怖かったと思う。

- スポットの厳密な位置を判定することはできなかったが、大まかな近い、遠いという感覚は認識することができた。
- 方向感が実装されていたら、より正確にスポットの位置を把握することができたと思う。

ユーザテストから、実空間のスポットと体験者の距離に基づいた振動デザインは、大まかなスポットの位置感を体験者に提示することができたことを確認できた。今後は、距離に応じて振動強度を変化させるデザインと、方向感の実装をすることで、より納得感のある気配感覚の提示を行えるようにしていきたい。今回のデザインに関しては、ランダム性の付与がどれほど曖昧性を引き出したかを確認することは難しかった。

4.3. 本章のまとめ

本章では、気配恐怖体験を実現する上で必要な2つの要素である気配らしい振動とその振動とホラーコンテキストとの紐付け手法の設計、実装、及びデモ実施について述べた。

気配らしい振動は、まず初めに意識にのぼらない強度、すなわち閾値強度の振動がどれくらいであるかを科学的に検証した。体の部位ごとに強度閾値測定を行い、全身に対する振動が個別の部位に対する振動よりも感度が高いことを実験的に明らかにした。また全身に対して、80Hz付近の閾値振動を行うことが最も気配に近い振動になる可能性が示唆された。その後、動きのある振動の実装では、感覚的なデザインを施せるインターフェースを設計し、振動の種類、流れ、方向によってイメージされる気配の分類分けを行い、コンテキストにあった気配をデザインできるようにした。

ホラーコンテキストとの紐付けに関しては、初めにシナリオベースの紐付けを検討した。ホラー映像と気配振動を同期させた映像デモを作成した。ホラー映像のシナリオに応じて、12個の振動シークエンスを作成した。このデモを実際に10名以上の方に体験していただき、振動が怖さを増幅したというフィードバックを

多くいただいた。また、映像デモ視聴時の皮膚電位を測定し、振動がある場合とない場合を比較したときに、振動がある方が感情の変化を多く誘発している傾向が得られた。一方で、振動が逆に映像視聴を疎外しているという意見もいただいた。今後はより、閾値付近の強度の振動を取り入れることで、体験者に無意識的に怖さを引き起こす方向性を検討する。また、皮膚電位の他に脳波の測定も行うことで、より詳細に感情の種類の特定を行う必要があると考えられる。

そして次にロケーションベースの紐付けを実装した。まず初めにスマートフォンとシナスタジアウェアを統合することでスマートフォンのGPS情報に基づいて振動を提示するシステムを構成した。また、振動を提示するスポットと着用者との距離と、スポットと着用者の向いている方向の角度をパラメータとして振動の個数や位置、強度が変動する振動パターンを曖昧性という要素を取り入れながらデザインした。そしてユーザーテストを行い、体験者の感覚的な距離感把握には、GPS精度の向上、方向性の導入などの改善が必要であることが示唆された。

第 5 章

結 論

5.1. 総括

本論文では、帝人株式会社と Enhance Experience, inc. と共同で行った Synesthesia Wear プロジェクトの一環として、Synesthesia Wear を用いた新しい気配感覚を提示する恐怖体験を提案した。Synesthesia Wear の移動性と全身性を生かした新しい恐怖体験のコンセプトのデザイン、その開発プロセスと振動のデザインとプロトタイピングについて述べた。各章の結論は以下の通りである。

第 1 章では、日本文化には曖昧性を重視する傾向があり、曖昧性を取り入れた表現は、恐怖を扱う作品にも多く見られ、その曖昧性こそが観客の想像力を刺激し、怖さの重要な要因として機能していることを述べた。その上で、日常生活で感じられる気配という感覚も同様に、曖昧なものであり、恐怖のコンテキストと紐付いた時に、恐怖を増幅させるきっかけになることを述べた。そして本研究の目的が、曖昧性を有した気配感覚を提示することで、実空間に対する認知を変容させる新しい恐怖体験を提案することであることを述べた。

第 2 章では、様々な恐怖を表現した手法について概説し、日本の恐怖表現が他国の表現と比較した時に、曖昧性を重視していることを述べた。その後、MR 技術などを利用した実空間における恐怖体験の事例を挙げ、この手法が、今までの映画館やお化け屋敷など限定された空間において展開される恐怖体験と比較して、より実世界に密接なものである点が特徴的であることを述べた。また、気配という感覚を引き起こそうとした様々な手法について挙げた後に、とりわけ恐怖体験に付随する気配感覚が鳥肌や寒気など皮膚感覚を感じるものであることから、気配感覚提示には触覚技術が有効であると考え、触覚提示技術に関して概説した。

また、触覚提示の研究では曖昧性よりも明瞭性が求められている傾向があることを述べ、わかりやすい刺激表現だけでなく、微細な皮膚感覚を触覚デザインで取り込むことができれば、恐怖体験の再現や街中に点在する不可視情報の気配提示に応用できるかもしれないことを述べた。

第3章では、実空間における気配恐怖体験のコンセプトを述べた。ホラーコンテンツと紐付けた気配刺激を体験者の体全体に提示することで、体験者に恐怖の表象を与えるきっかけを与え、結果として、体験者の意識の中に恐怖のバイアスがかかり、実空間を歪めて認知する体験を提案した。また、気配インターフェースとしてシナスタジアウェアを使用することを述べた後に、この体験を実現する上で重要な2つの要素、気配らしい刺激と、その気配刺激とホラーを想起させるコンテキストとの紐付け手法の具体的なデザインの方向性を提案した。気配らしい刺激は、意識にのぼらない強度の振動と動きのある振動をデザインし、気配振動とホラーコンテンツの紐付け手法についてはシナリオベース、ロケーションベースの2つの方向でデザインすることを定義した。

第4章では、気配らしい振動とホラーコンテンツとの紐付け手法を実際に実装する過程について述べた。意識の上らない強度の振動では、体の部位ごとに強度閾値測定を行い、全身に対して、80Hz付近の閾値振動を行うことが最も気配に近い振動になる可能性が示唆された。また、流れのある振動では、感覚的なデザインを行えるインターフェースを設計し、振動の種類、流れ、方向によってイメージされる気配の分類分けを行い、コンテキストにあった気配をデザインできるようにした。シナリオベースでは、実際に映像のシナリオと気配振動を同期させた映像デモを作成し、振動が感情の変化に寄与している傾向が得られた。また、ロケーションベースの紐付けでは、実空間の情報に基づいて振動を行うアプリを制作し、曖昧性、突発性をポイントとした振動デザインを行った。そしてユーザーテストを行い、体験者の感覚的な距離感把握には、GPS精度の向上、方向性の導入などの改善が必要であることが示唆された。

5.2. 展望

気配恐怖体験の実現

この論文では、今回提案した体験を実現する上で必要な2つの要素であるロケーションベースの振動デザインと気配らしい触覚をデザインを行ったことを述べた。今後は、その2つの要素を統合し、実際に実空間における気配恐怖体験を実現すべく、更なる研究を行っていきたいと考えている。

MR空間における情報提示

近年 AR 技術や、IoT 技術の普及により、我々の生活や情報への接し方は大きく変化しようとしており、デジタルツインの概念により、生活空間や都市空間そのものと相互作用することが可能になりつつある。このような未来において今回提案した曖昧性を有した気配感覚提示は、MR 空間における情報提示に有効である可能性を持っている。今回の論文でこの気配的触覚は、感じた人々の想像力を刺激させる目的として曖昧性を持たせている。この間接的な気配感覚による情報提示は、MR 空間に対する人間の想像力を膨らませ、MR 空間と人間の直感的で親密な関わり方を提供できるかもしれない。

より怖い体験作りにむけて

富安由美は以前にも述べたように、心霊を芸術表現に取り入れることは、鑑賞者に自己と外界(虚構と現実)の境目を問い直す経験をさせるものに成り得ると語っている [35]。私も同様のことをホラー表現に感じる。研究活動を通して、自分のホラーに対する愛着とその理由を再認識できた。これからも何かしらの形で、表現の形式に囚われることなく、人々を恐怖と不安のステートに陥れることで、世界と自分を見つめ直すきっかけを与えていけたらと考えている。

謝 辞

指導教員の南澤孝太教授には、熱心なご指導とご支援を賜り、研究を円滑に行うことができました。ここに感謝の意を表します。副指導教員の佐藤千尋教授には、主にこの論文の肝となるコンセプトの部分について大変参考になるアドバイスしていただき、長らく胸に抱えていた自分の欲求を言語化することができました。深く感謝いたします。博士課程であり Enhance Experience, Inc. の研究者としてコラボレーションさせていただいた花光宣尚様には、日頃の研究や開発について、学会への論文執筆や研究発表について、あらゆる場面で多大なサポートをしていただきました。僕の研究に面白みを見出して、方向性を指南してくださらなかったら、この研究を続けていくことはできなかつたです。本当に深く感謝いたします。帝人株式会社、山田順子様、北村啓一様には、リアルプロジェクトのコラボレーションとして、Synesthesia Wear のハードウェアの部分について多くの知識をいただき、突然の疑問や、器具の故障についても迅速に対応いただき、深く感謝いたします。KMD Embodied Media Project の研究員でもあるシードルインタラクション株式会社の神山洋一氏には、振動子のデータの書換器具を製作していただいたことに感謝しています。Embodied Media の Daniel Hynds 氏には日常のディスカッション、デモンストレーション時の補助など多くの面で助けていただきました。深く感謝するとともに、このコラボレーションを通じて自らの研究活動がより一層の発展されることを願います。また、ここに挙げることはできませんが、多くのアドバイスをいただいた先輩方、切磋琢磨し日常的にディスカッションを行い、励ましながら修士課程を過ごした同期達、自分の進む道を応援し、くだらない雑談から研究の核心に関わる深い部分まで、語り合ってくれた大学時代の同期達、学生生活をサポートしてくれた家族、関わっていただけた全ての方に、この場を借りて御礼申し上げ、謝辞にかえさせていただきます。

参 考 文 献

- [1] 安田登. 日本人の身体. 筑摩書房, 2014/9/8.
- [2] 桑島秀樹. E. バークにおける詩画比較論とその美学的基礎. イギリス哲学研究, Vol. 21, pp. 21–35, 1998.
- [3] Valerie Wee. Visual aesthetics and ways of seeing: Comparing” ringu” and” the ring”. *Cinema Journal*, pp. 41–60, 2011.
- [4] 関喜一, 伊福部達, 田中良広. 盲人の障害物知覚と反射音定位の関係. 日本音響学会誌, Vol. 50, No. 4, pp. 289–295, 1994.
- [5] Kiyooki Takiguchi, Takayuki Wada, and Shigeki Toyama. Human body detection that uses electric field by walking. *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing*, Vol. 1, No. 3, pp. 294–305, 2007.
- [6] 小中千昭. ホラー映画の魅力ーファンダメンタル・ホラー宣言. 岩波書店, 2003/9/6.
- [7] NTT西日本. ひらパーお化け屋敷に振動デバイスと位置情報や ar を活用した技術協力, 2018. <https://www.ntt-west.co.jp/news/1807/180713a.html>, アクセス日:2020年12月.
- [8] GungHo. 妖怪ウォッチワールド, 2018. <https://youkaiww.gungho.jp/>, アクセス日: 2020年12月.
- [9] 鈴木謙太, 阿部洸也ほか. 準静電界を用いた hmd 内での気配の知覚方法の提案. エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2019 論文集, Vol. 2019, pp. 359–361, 2019.

- [10] Olaf Blanke, Polona Pozeg, Masayuki Hara, Lukas Heydrich, Andrea Serino, Akio Yamamoto, Toshiro Higuchi, Roy Salomon, Margitta Seeck, Theodor Landis, et al. Neurological and robot-controlled induction of an apparition. *Current Biology*, Vol. 24, No. 22, pp. 2681–2686, 2014.
- [11] 平野祐也, 竹永正輝, 西川尚志, 丸山寛人, 浅野日登美, 椎名星歩, 千葉麻由, 武田雄太, 渡邊真輝, 橋本直ほか. ブレインツリー: 頭部での植物の成長を表現する触覚インタフェース. エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2019 論文集, Vol. 2019, pp. 6–11, 2019.
- [12] 小松祐介, 河合凌輝, 坂口正道. 生理反応を誘発する温度刺激が情動増幅に及ぼす影響. ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 2018, pp. 1P1–M16. 一般社団法人 日本機械学会, 2018.
- [13] Shogo Fukushima and Hiroyuki Kajimoto. Facilitating a surprised feeling by artificial control of piloerection on the forearm. In *Proceedings of the 3rd Augmented Human International Conference*, pp. 1–4, 2012.
- [14] 伊藤謙治. 人間工学ハンドブック. 朝倉書店, 2003/7/1.
- [15] Stanley J Bolanowski Jr, George A Gescheider, Ronald T Verrillo, and Christin M Checkosky. Four channels mediate the mechanical aspects of touch. *The Journal of the Acoustical society of America*, Vol. 84, No. 5, pp. 1680–1694, 1988.
- [16] Thomas H Massie, J Kenneth Salisbury, et al. The phantom haptic interface: A device for probing virtual objects. In *Proceedings of the ASME winter annual meeting, symposium on haptic interfaces for virtual environment and teleoperator systems*, Vol. 55, pp. 295–300. Chicago, IL, 1994.
- [17] Yukihiro Hirata and Makoto Sato. 3-dimensional interface device for virtual work space. In *Proceedings of the IEEE/RSJ international Conference on Intelligent Robots and Systems*, Vol. 2, pp. 889–896. IEEE, 1992.

- [18] 浅野. フォースディスプレイを用いた仮想環境における手術シミュレーションの要素技術開発. 日本バーチャルリアリティ学会第1回大会論文集, 1996, pp. 95–98, 1996.
- [19] Kouta Minamizawa, Yasuaki Kakehi, Masashi Nakatani, Soichiro Mihara, and Susumu Tachi. Techtile toolkit: a prototyping tool for design and education of haptic media. In *Proceedings of the 2012 Virtual Reality International Conference*, pp. 1–2, 2012.
- [20] Ali Israr, Seung-Chan Kim, Jan Stec, and Ivan Poupyrev. Surround haptics: tactile feedback for immersive gaming experiences. In *CHI'12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1087–1090. 2012.
- [21] Ali Israr and Ivan Poupyrev. Control space of apparent haptic motion. In *2011 IEEE World Haptics Conference*, pp. 457–462. IEEE, 2011.
- [22] Ali Israr and Ivan Poupyrev. Tactile brush: drawing on skin with a tactile grid display. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 2019–2028, 2011.
- [23] Yukari Konishi, Nobuhisa Hanamitsu, Benjamin Outram, Kouta Minamizawa, Tetsuya Mizuguchi, and Ayahiko Sato. Synesthesia suit: the full body immersive experience. In *ACM SIGGRAPH 2016 VR Village*, pp. 1–1. 2016.
- [24] Alexandra Delazio, Ken Nakagaki, Roberta L Klatzky, Scott E Hudson, Jill Fain Lehman, and Alanson P Sample. Force jacket: Pneumatically-actuated jacket for embodied haptic experiences. In *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1–12, 2018.
- [25] Satoshi Hashizume, Shinji Sakamoto, Kenta Suzuki, and Yoichi Ochiai. Live-jacket: Wearable music experience device with multiple speakers. In *International Conference on Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions*, pp. 359–371. Springer, 2018.

- [26] Enhance Experience. Synesthesia x1-2.44, 2019. <https://synesthesialab.com/>, アクセス日:2020年12月.
- [27] Esther W Foo, J Walter Lee, Crystal Compton, Simon Ozbek, and Brad Holschuh. User experiences of garment-based dynamic compression for novel haptic applications. In *Proceedings of the 23rd International Symposium on Wearable Computers*, pp. 54–59, 2019.
- [28] Caroline McMillan. Virtual adornments: Haute couture practices for iot connecting apparel. In *Proceedings of the Thirteenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction*, pp. 727–731, 2019.
- [29] Taichi Furukawa, Nobuhisa Hanamitsu, Yoichi Kamiyama, Hideaki Nii, Charalampos Krekoukiotis, Kouta Minamizawa, Akihito Noda, Junko Yamada, Keiichi Kitamura, Daisuke Niwa, et al. Synesthesia wear: Full-body haptic clothing interface based on two-dimensional signal transmission. In *SIGGRAPH Asia 2019 Emerging Technologies*, pp. 48–50. 2019.
- [30] Akihito Noda and Hiroyuki Shinoda. Inter-ic for wearables (i 2 we): Power and data transfer over double-sided conductive textile. *IEEE transactions on biomedical circuits and systems*, Vol. 13, No. 1, pp. 80–90, 2018.
- [31] 古川泰地. 感覚を拡張する全身触覚インターフェイス. 慶應メディアデザイン研究科, 2020.
- [32] Olivier Bau, Ivan Poupyrev, Ali Israr, and Chris Harrison. Teslatouch: electrovibration for touch surfaces. In *Proceedings of the 23rd annual ACM symposium on User interface software and technology*, pp. 283–292, 2010.
- [33] Marieke van Dooren, Joris H Janssen, et al. Emotional sweating across the body: Comparing 16 different skin conductance measurement locations. *Physiology & behavior*, Vol. 106, No. 2, pp. 298–304, 2012.

- [34] Robert K Katzschmann, Brandon Araki, and Daniela Rus. Safe local navigation for visually impaired users with a time-of-flight and haptic feedback device. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, Vol. 26, No. 3, pp. 583–593, 2018.
- [35] 富安由真ほか. 心霊表象論: 心霊イメージの変遷から読み解く 「不気味な」表現の可能性.