

Title	生物の孵化を模倣したパッケージデザイン手法の研究
Sub Title	Research on package design methods that mimic the hatching of living things
Author	浦田, 一輝(Urata, Kazuki) 山岡, 潤一(Yamaoka, Jun'ichi)
Publisher	慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科
Publication year	2024
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	修士学位論文. 2024年度メディアデザイン学 第1139号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40001001-00002024-1139

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 2024 年度

生物の孵化を模倣した
パッケージデザイン手法の研究



慶應義塾大学
大学院メディアデザイン研究科

浦田 一輝

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。

浦田 一輝

研究指導コミッティ：

山岡 潤一 准教授 (主指導教員)

稲蔭 正彦 教授 (副指導教員)

論文審査委員会：

山岡 潤一 准教授 (主査)

稲蔭 正彦 教授 (副査)

大川 恵子 教授 (副査)

修士論文 2024 年度

生物の孵化を模倣した パッケージデザイン手法の研究

カテゴリ：デザイン

論文要旨

近年では、多くのパッケージデザインは、商品の保護や見た目の美しさに重点を置いていて、開封の体験価値が考慮されていない。このような現状から、開封体験を印象的にすることで中にある物に対して愛着が湧き、物を大事にしたいと思えるのではないかと考えた。そこで、本研究では人と物との感情的な結びつきを強くし、物を大事にしたいと思える人工物を提案する。予備実験を行う中で、愛着を抱く人工物を試作し、様々なプロダクトを作った結果、生物の孵化の振る舞いを模倣した箱を本研究の対象にした。孵化の振る舞いを模倣した箱から取り出した物は、通常の箱から取り出すよりも愛着が湧き、大事にしたいと思うことで、人と物の関係の結びつきを強くすることを目指す。孵化する箱は二種類あり、サーボモーターを組み込んだ箱とエアコンプレッサーで膨張、収縮をするエラストマを組み込んだ箱を用意した。本研究では、孵化する箱を通して中に入っている物をより大事にしたいと思えるような箱を目指している。検証では、サーボモーターを組み込んだ箱と、エラストマを組み込んだ箱に、それぞれ規則的な動き、ランダムな動き、遅い動き、速い動きをさせて、生物的なアヒルのおもちゃと、非生物的な猫の小鉢を用意し、被験者が箱から取り出した時の感想を比較実験にて効果を評価した。また、追実験にて箱だけの動きから被験者が思い描く孵化とどの程度相違があるのか評価した。被験者の反応とフィードバックの結果、孵化する箱から物を取り出した時に、愛着が湧くか、箱自体に孵化を感じるのか仮説を検証した。

キーワード：

バイオミメティクス, 生き物らしさ, 愛着, メタモルフォシス, アイデンティティ

慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科

浦田 一輝

Abstract of Master's Thesis of Academic Year 2024

Research on package design methods that mimic the hatching of living things

Category: Design

Summary

In recent years, many package designs have focused on protecting the product and making it look attractive, without considering the experience value of opening the package. Given this situation, we thought that making the experience of opening the package more impressive would make people feel more attached to the contents and want to take better care of them. Therefore, in this study, we propose an artificial object that strengthens the emotional bond between people and objects and makes people want to take better care of them. During preliminary experiments, we created prototypes of artificial objects that people would develop an attachment to, and as a result of creating various products, we decided to focus on a box that mimics the behavior of hatching. We believe that the objects taken out of a box that mimics the behavior of hatching will inspire people to feel an attachment to them and want to take care of them, and that this will strengthen the emotional bond between people and objects. There are two types of hatching boxes: one with a built-in servomotor, and one with a built-in elastomer that expands and contracts using an air compressor. In this study, we aim to create a box that makes people want to take better care of the objects inside it through the use of a hatching box. In the verification process, we made the box with a built-in servomotor and the box with a built-in elastomer we made the box with a servomotor and the box with an elastomer move in regular, random, slow, and

fast motions, and prepared a biological duck toy and a non-biological cat bowl, and evaluated the effect by comparing the impressions of the subjects when they took the objects out of the box in a comparative experiment. We also evaluated in a follow-up experiment the extent to which the subjects' impressions of the hatching differed from the box's movements alone. Based on the results of the subjects' reactions and feedback, we tested our hypothesis about whether or not they would feel a sense of attachment when taking something out of the box that was hatching, or whether they would feel that the box itself was hatching.

Keywords:

biomimetics, life-likeness, attachment, metamorphosis, identity

Keio University Graduate School of Media Design

Kazuki Urata

目次

第1章 序論	1
1.1. 変容するモノ	1
1.2. フィクションとしてのプロダクト	2
1.2.1 フィクションとしてのプロダクトの背景	2
1.2.2 フィクションとしてのプロダクトの現状	4
1.2.3 現状のパッケージデザインの問題	6
1.3. なぜ孵化なのか	8
1.4. 研究目的	10
第2章 関連研究	11
2.1. 異なる条件で作られた物	11
2.1.1 あえて壊れることで価値を創出するプロダクトデザイン	11
2.1.2 擬人化で感情的な価値を創出するプロダクトデザイン	13
2.1.3 ぬけがらを通した物らしさの探究	14
2.2. 生命感, 愛着の研究	15
2.2.1 産卵行動を通して生命感を与える	15
2.2.2 産まれる過程を付与した新たな愛着形成	18
2.2.3 ぬいぐるみを動かすことで生まれる愛着形成	20
2.2.4 犬の愛着行動を応用したロボット	21
2.2.5 ロボットセラピーにおける愛着の形成	21
2.2.6 その人らしさを通じて生命感や愛着を獲得する	21
2.2.7 動かない人工物で愛着を得る	22
2.2.8 温もりを演出するロボットで愛着を形成する	24

2.2.9	使い込むほど愛着がわくタオル	25
2.2.10	思い出を通して生まれ変わりを実感する	25
2.3.	物が変形する	26
2.3.1	静的に変形するプロダクトが与える感情	26
2.3.2	発砲素材で有機的に変化する彫刻	28
2.3.3	生物の蛹を模倣した変形する服	28
2.3.4	エラストマを使った変化	31
2.3.5	熱を利用した変化	31
2.3.6	形状記憶シートで変化する壺	32
2.3.7	皮膜を使った物体の変化	32
2.4.	本章のまとめと貢献	33
第3章	デザインプロセス	35
3.1.	デザインコンセプト	35
3.2.	定義	36
3.3.	第一プロトタイプ	37
3.3.1	デザイン設計	38
3.3.2	展示: メーカーフェア 2023	40
3.3.3	課題と成果	41
3.4.	第二プロトタイプ	42
3.4.1	デザイン設計	43
3.4.2	展示: インタラクション 2024	44
3.4.3	課題と成果	46
3.4.4	展示: メーカーフェア 2024	48
3.4.5	課題と成果	48
3.5.	第三プロトタイプ	50
3.5.1	デザイン設計	51
3.5.2	展示: KMD フォーラム 2025	53
3.5.3	課題と成果	54
3.6.	最終プロトタイプ	55

3.6.1	サーボモータータイプの操作の仕方	56
第4章	検証方法	57
4.1.	検証の目的	57
4.2.	ユーザーテストと実験概要	58
4.2.1	ユーザーテスト	58
4.2.2	実験概要	58
4.3.	実験の流れと検証方法	59
4.3.1	実験の流れ	59
4.3.2	検証方法	59
4.3.3	使用したプロトタイプ	61
4.3.4	データ収集法	62
4.4.	アンケート内容	65
4.5.	実験結果	66
4.5.1	体験を通してのコメント (アヒル)	66
4.5.2	体験を通してのコメント (小鉢)	74
4.5.3	アンケート結果を踏まえて	77
4.5.4	インタビューのコメント	78
4.5.5	インタビュー, アンケートの結果を踏まえて	79
4.6.	追実験	80
4.6.1	実験の流れ	81
4.6.2	検証方法	83
4.6.3	実験結果	85
4.7.	議論と考察	87
4.7.1	検証: 孵化らしさ	87
4.7.2	検証: 物を大事にしたい	88
4.7.3	中ではなく箱を動かす理由	90
4.7.4	孵化らしい動きの応用例	90

第 5 章 結論と今後の展望	93
5.1. 総括	93
5.2. 今後の展望	94
5.2.1 箱に対する希望	94
5.2.2 動作のフィードバック	94
5.2.3 インターフェースについて	95
謝辞	96
参考文献	97

目 次

2.1	Unmaking	12
2.2	EYecom	14
2.3	ぬけがらメトリ	15
2.4	キウイロボット	17
2.5	産まれてウーモ	19
2.6	PINOKY	20
2.7	PARO	22
2.8	GROVOT	22
2.9	Hello Wall	23
2.10	LOVOT	24
2.11	育てるタオル	25
2.12	昔の僕が会いに来た	26
2.13	変形するプロダクトと感情	29
2.14	Emilis	30
2.15	変形する服	30
2.16	BlowFab	31
2.17	ExpandFab	32
2.18	初めから割れている壺	33
2.19	変形する形態	34
3.1	第一プロトタイプ	39
3.2	第一プロトタイプ システム図	39
3.3	第二プロトタイプ	44

3.4	第二プロトタイプの改良	49
3.5	第三プロトタイプ (左: サーボモーター 右: エラストマ)	52
3.6	サーボモータータイプの内部構造	52
3.7	エラストマタイプの内部構造	53
3.8	改良したサーボモータータイプの内部構造	56
4.1	タイプ1	63
4.2	タイプ2～タイプ3 動き方1	63
4.3	タイプ2～タイプ3 動き方2	64
4.4	タイプ4～タイプ5 動き方1	64
4.5	タイプ4～タイプ5 動き方2	65
4.6	実験の様子	68
4.7	Q.1 に関するグラフ (アヒル)	69
4.8	Q.2 に関するグラフ (アヒル)	69
4.9	Q.6 に関するグラフ (アヒル)	70
4.10	Q.1 に関するグラフ (小鉢)	70
4.11	Q.2 に関するグラフ (小鉢)	71
4.12	Q.6 に関するグラフ (小鉢)	71
4.13	追実験の環境	84
4.14	追実験の様子	85

目 次

3.1	フォーラムでのコメント	54
4.1	実験概要	59
4.2	ユーザーテスト順序	60
4.3	体験後アンケート (アヒルの評価)	66
4.4	体験後アンケート (小鉢の評価)	67
4.5	インタビュー内容	67
4.6	アヒルに関するアンケート結果の平均値 (1～5 の 5 段階)	67
4.7	小鉢に関するアンケート結果の平均値 (1～5 の 5 段階)	68
4.8	実験概要	82
4.9	ユーザーテスト順序	82
4.10	インタビュー内容	84

第 1 章

序

論

1.1. 変容するモノ

すべての生物は、時間とともに変化し成長する。生物の変容は単なる時間経過による劣化ではなく、自己を発展させ、新たな形へと生まれ変わる過程であると指摘されている [1]。たとえば、昆虫の羽化という現象は、単に幼虫が成長して大きくなるのではなく、幼虫から成虫へと劇的に姿を変える瞬間だと論じている。この過程は、見た目だけでなく、その機能や生態も一変させる。成長とともに古い殻を脱ぎ捨て、新たな形態を得ることは、昆虫にとって生命を維持し、次のステージへ進むための必要な変化である。これに似た過程は、植物の成長や動物の進化にも見られる。同様に、人間も幼少期から成人期へと成長し続ける中で、身体的な変化だけでなく、精神的な成長を経験することが認められている。アイデンティティは、成長の過程で常に再構築され、環境や経験、記憶、他者との関係によって絶えず変化することが示されている [2]。幼い頃の無邪気さや無意識の感覚は、成長するにつれて異なる価値観や自己認識へと変わり、過去の自分との違いを実感することも多い。このように、人間は変化を通して自己を再認識し、成長することで自己のアイデンティティを深めていくとされている。一方、人工物はこのような変容の過程を持たないと指摘されている。人工物は製造された瞬間にその形状、機能、役割がほぼ決定され、時間とともに物理的に劣化していくと一般的に言われている。たとえば、プラスチックや金属で作られた物は、使用されるにつれて傷がついたり、色が褪せたりしていくとされていく。しかし、その本質や役割は製造時から変わらず、いわば「変わらないもの」としての性質を持っている。この固定性が、人と人工物との関係における限界を生じさせているとの指摘もある。人工物は道具として機能するが、それ以上

の意味や価値を持ちづらい。人々は物に対して愛着を感じることはあるものの、その愛着は主に記憶や感情と結びついており、物自体の変化がそれを促すわけではないという見解もある。しかし、もし人工物が生物のように自ら変化し、生まれ変わることができた場合、人工物が成長や進化を示すことで、それは単なる道具ではなく、生活やアイデンティティと深く関わる [1]。人工物が変わること、それを「育てる」ように扱い、それと共に時間を過ごすことに価値を見出す可能性が議論されている。このような関係性の変化は、物と人との距離を縮め、日常的に使う道具やアイテムに対する見方を根本的に変える力を持っていると考えられている。実際、物と人の関係性は、単なる使用と消費にとどまらない。思い出の品として特定の物に対して強い愛着を感じることは珍しくない。これらの物は、その時代の自分を象徴し、過去の記憶を呼び起こす役割を果たすと述べられている。ある物を見て、特定の時代の自分や出来事を思い出すことは、自己のアイデンティティの一部を再確認する行為でもある。このような記憶の再現や再認識の過程を人工物が担うことで、それは単なる「物」ではなく、自身の延長としての存在に変わることができる考察がある。さらに、人工物が変化することで、人と物の関係はどのように進化するのだろうか。例えば、人工物が脱皮や孵化のような変容の過程を持ち、時間とともにその形や機能が変わるとしたら、それを単なる消費財としてではなく、生き物のように扱うかもしれない。これにより、物を大切にし、使い捨ての文化から脱却する意識が生まれる可能性があるという議論されている。環境問題の観点からも、物を再利用したり、修復したりする文化は持続可能な社会の実現に寄与するだろう。人工物の変容が人間にとってどのような意味を持つのかを探ることは、新たなデザインや技術の可能性を示唆する重要なテーマである。

1.2. フィクションとしてのプロダクト

1.2.1 フィクションとしてのプロダクトの背景

人工物の変容する上で、身の回りにある静的な人工物とは違うフィクションを描くことになる。普通の人工物とはズレた条件で存在することについて考えたい。まず、フィクションとは「人口に膾炙していない」という意味である。現代のプロダ

クトデザインでは、物と人との相互作用がますます重要視されている。これは単に便利な道具を作るだけではなく、物がどのように人間の感情や行動に影響を与えるのかを深く考慮するアプローチへと進化している。特に注目される概念の一つに「Unmaking」がある [3]。この概念は、物を故意に破壊することで生じる変化が、どのように人間の心理に影響を与えるかを探るものである。「Unmaking」は、物を分解し、破壊する行為を通して、その形状や機能にどのような変化が生じるのか、またその変化が人間にどのような感情的反応を引き起こすのかを探求している。破壊の行為自体がもたらす心理的効果は、ただの破壊衝動ではなく、癒しやリラクゼーション、そして物への新たな感情的結びつきを生む可能性を秘めている。このアプローチは、物の単なる消費や使用を超え、感覚に訴えかける新しいプロダクトデザインの方向性を示している。「Unmaking」は、人々が物との関係をどのように再構築するかに焦点を当てた研究である。通常、物が壊れることはネガティブな出来事と捉えられることが多いが、この研究では、破壊行為がポジティブな感情を引き出す可能性があるとされている。例えば、物を破壊することで内に秘めたストレスや不安が軽減され、破壊後に残った断片を見つめることで新たな創造性が刺激されるといった現象が報告されている。また、この過程を通して、物に対する愛着や物を大切に思う気持ちが強まる場合もあるという。このような研究は、プロダクトデザインにおける物の役割を再定義する試みとして、非常に興味深い成果を生み出している。破壊された物が、新たな形で再利用される可能性を考慮したデザインの提案も行われており、物が一度壊れた後にどのように変容するのか、その過程自体がデザインとしての価値を持つという新たな視点を提供している。さらに、物と人との関係性を深めるためのアプローチとして、人工物に人間的な特徴を持たせる研究も行われている [4]。具体例として、Web カメラを擬人化することで物と人との距離感を縮める試みがある。この研究は、カメラに人間的な表情や動作を付与することで、単なる監視ツールとしてのカメラが、使用者にとってより親しみやすく、感情的な結びつきを生む存在となることを目指している。擬人化されたカメラは、人間の表情を模倣したり、動きに応じて反応を示すことで、単なる道具以上の存在として機能する。これにより、使用者はカメラを道具としてではなく、共にコミュニケーションを取る存在として認識し、物と人との間に新たな関係性が築かれることが期待さ

れる。

このような擬人化の試みは、物が単なる機能的な道具であるという従来の概念を覆し、物が人間の感情や行動に積極的に影響を与える存在として再定義される可能性を示している。物が人間的な要素を持つことで、使用者はそれを単なるツールとしてではなく、共感や愛着を持って接するようになり、その結果、物をより大切に扱うことが期待される。これは、物の寿命を延ばし、物を大切にする文化を育むための一つのアプローチとして、プロダクトデザインにおける重要な示唆を提供している。物が人間の感情にどのように影響を与えるかを理解することで、より長く使い続けることのできる物をデザインすることが可能となり、持続可能な社会を目指す上での新たな視点となるだろう。

プロダクトデザインにおいて、人と物との相互作用を深く理解することは、これからのデザインの方向性を決定づける重要な要素である。単なる道具としての機能を超え、物が人間の感情、記憶、そして行動にどのように関与するのかを探究することは、物の価値を再定義するだけでなく、社会や文化全体における物の役割を再考することにもつながる。物が破壊や擬人化といった変容の過程を経ることで、その物自体がどのように人間と関わり合うかを見直し、そこから得られるインサイトを元に、新たなデザインの可能性を模索することが今後の課題である。

1.2.2 フィクションとしてのプロダクトの現状

近年、プロダクトデザインの分野では、あえて「フィクション性」の要素を取り入れたプロダクトが注目されつつある。しかし、現時点ではそのような製品が一般社会で広く普及するには至っていない。たとえば、意図的に壊れるプロダクトや、カメラに擬人化の要素として目を付けたデザインなどは、斬新である反面、実用性の面で課題があるため、広範なユーザー層に受け入れられていない現状がある。このようなプロダクトは、一部のクリエイティブなコミュニティや特定の趣味嗜好を持つ人々の間では一定の評価を得ているものの、一般的な市場においては「使いにくい」「不気味」「非実用的」といったイメージがつきまとい、その普及が難しい状況にある。

この背景には、フィクションとしてのデザインが、通常的生活環境や実用的な用

途から外れてしまっているという事実がある。壊れることを前提としたプロダクトや、視覚的に違和感を与えるデザインは、人々の日常生活に溶け込みにくく、一般的な消費者には「使えない」「奇妙」と感じられることが多い。しかし、これらのプロダクトは単に実用的ではないというだけでなく、人と物の関係性を再考させる挑戦的な試みとして価値がある。特に、物が壊れることによって使用者が得る感情的な反応や、視覚的に異質なデザインが使用者に与える心理的影響は、物と人の新たな関係を模索する上で非常に重要な要素である。

こうした「フィクションとしてのプロダクト」のデザインは、実用性だけを追求するのではなく、人間と物がどのように関係を築いていくかに焦点を当てている。つまり、プロダクトが単なる道具や便利なアイテムとしての役割を超え、使用者との間により深い感情的な結びつきを生む可能性があることを示している。このような物が持つ「フィクション性」は、人々に日常生活の枠を超えた体験を提供し、感覚や価値観に影響を与える力を持っている。しかし、社会に広く受け入れられるためには、フィクションとしての要素と実用的な要素をバランスよく融合させることが求められている。

そのため、フィクションとしてのプロダクトが社会に受け入れられるためには、単に奇抜であるだけでなく、実際に人々の生活に役立つ機能を持ち、具体的なメリットを提供することが重要である。このため、日常の枠を超える新しいデザインアプローチを考える際には、あえて「ズレた」条件やフィクションとしての状況を設定し、その中で人々に役立つ機能を持たせることが鍵となる。このズレた条件とは、例えば普段なら考えないようなシーンや場面を意識したデザインや、通常の使用方法とは異なるアプローチを取り入れた製品のことである。そうした条件下でこそ、プロダクトが人々に新たな気づきや発見をもたらし、使用者の価値観や行動に変化を与えることができると考えられる。

このような新しいプロダクトデザインのアプローチは、物が人にどのように影響を与え、またその逆も成立する「相互作用」の重要性を強調している。つまり、プロダクトは単に人に使われるだけの存在ではなく、人間の成長や生き方に積極的に寄与し、共に発展していく可能性を秘めているのだ。物が単なる消費財ではなく、長期的な関係性を築くパートナーのような存在となることで、人間と物の境界線が曖昧

になり、相互に影響し合う新たなコミュニケーションが生まれる。このような視点から、プロダクトデザインは今後、単に形状や機能だけでなく、使用者の成長や心理的な変化を促す要素を含んだものへと進化していく可能性がある。

本研究では、具体的には、使用者と共に時間とともに変化する物をデザインし、物が自らの形や役割を変えることで、使用者に感情的な反応を引き起こすことを目指している。これを実現するためには、素材の選定や変形のメカニズムについての詳細な検討が必要であり、様々な実験を通じてその実現可能性を探ることが重要である。特に、素材がどのように変形し、どの程度の時間でその変化が起こるべきかといった技術的な側面から、人間がその変化をどのように感じ取るかという心理的な側面まで、広範な視点での分析が求められる。

さらに、こうした変形する物を実際に使ってもらうことで、使用者の反応や感想を収集し、それをもとにプロダクトの改善を図ることも必要である。物が時間とともに変化することで、使用者にどのような影響を与えるのかを検証することで、物と人の関係性に新たな価値を見出すことができるだろう。このように、フィクションとしてのプロダクトが持つ可能性は非常に大きく、それを現実のデザインへと結びつけることで、日常生活に新たな意味や価値を提供するプロダクトを生み出すことができると考えられる。

1.2.3 現状のパッケージデザインの問題

変形をするプロダクトがフィクションとしてのズレた条件で存在することを述べたが、生物らしさを模した要素を製品本体の性質やその利用過程に導入するアプローチはあれど、開封という体験に着目した製品の実例は市場になく、そのような研究も見られない。現代のパッケージデザインは、商品自体の保護や見た目の美しさを強調することに重点が置かれている。そのため、消費者が実際にパッケージを開ける際の体験について、深く考えられているケースは多くない。ほとんどのパッケージは、商品の外観を引き立てるために豪華な装飾や鮮やかな色彩を使用しており、開封の瞬間における感情的な反応を誘発するための工夫が不足しているのが現状である。このように、パッケージデザインは視覚的なアピールに偏重している傾向があり、開封時の「体験価値」が軽視されていると言える。

具体的には、多くのパッケージは豪華な紙やリボン、ビニール素材で覆われており、視覚的には魅力的だが、消費者が実際に手で触れ、開封する過程において「触覚的な驚き」や「期待感の高揚」を生み出す要素が不足している。開封という行為は、商品購入の最終的な体験であり、この瞬間が感情に強く影響すると考察する。しかし、現状ではパッケージはその役割を十分に果たしておらず、ただ商品を保護するための容器や箱としての存在にとどまっているケースが多い。

また、パッケージの機能が商品の開封までに限定されている点も、現代のパッケージデザインにおける大きな問題の一つである。多くのパッケージは、商品を取り出した瞬間にその役割を終え、不要なゴミとして廃棄されてしまう。これは、環境負荷の観点からも重大な問題であり、使い捨てのパッケージが大量に発生する現状は、持続可能な社会の実現を妨げる要因の一つとなっている。また、廃棄されずに保管される場合でも、パッケージ自体が消費者にとって特別な存在としての印象を長期間にわたって維持することは難しいのが現状である。パッケージがその一時的な役割を終えた後も、使用者にとって価値を持ち続けるためのデザインや工夫が求められている。

例外的に、特に工夫されたパッケージやユニークなデザインが施されたものは、消費者に深い印象を与えることがある。例えば、開封する際に特定の音が鳴る仕組みや、特別な手触りを感じさせる素材を使用したパッケージなどは、購入者に強い感情的なインパクトを与え、長期間にわたり保管されるケースも見られる。このようなパッケージは、そのデザインの独自性や開封体験の特別さが、消費者に「思い出」としての価値を提供し、単なる容器以上の意味を持たせることに成功していると言える。しかし、こうしたパッケージデザインは限定的であり、一般的には日常生活に溶け込む実用的なパッケージデザインに比べて、広く普及することが難しいという現実もある。

さらに、パッケージのデザインが単なる「外観の美しさ」だけでなく、消費者とのインタラクションを重視したものへと進化する必要がある。開封する過程自体を一つの体験として捉え、その体験が使用者にとって意味のあるものになるような工夫が求められている。たとえば、パッケージが開くと同時に内側からメッセージが現れる仕掛けや、箱の中から光が差し込むような演出は、開封の瞬間を特別なも

のに変えるための一例である。また、パッケージが環境に優しい素材で作られており、開封後も再利用可能であれば、消費者はそれを捨てることにためらいを感じ、大切に扱う可能性が高まる。このようなデザインの工夫は、パッケージが商品と消費者をつなぐ「最初の接点」としての役割をより深めることにつながる。

パッケージデザインの進化には、ただ商品を保護するという目的にとどまらず、商品が手元に届くまでの過程を含めて全体的な体験価値を高める視点が重要である。そのため、視覚的な要素だけでなく、触覚的な要素や音、さらには嗅覚や味覚といった五感に訴えかける要素も取り入れることが求められている。このように、パッケージが消費者に提供する体験が多感覚的であればあるほど、開封の瞬間が特別なものとして記憶に残り、商品に対する愛着が増す可能性が高まる。

また、パッケージが開封後もその価値を維持し続けるためには、商品と共に成長していくような仕組みを取り入れることが考えられる。例えば、開封後もインテリアとして使えるデザインや、特定の場面で再利用できる構造を持ったパッケージは、消費者にとって単なるゴミではなく、持続的な価値を提供する要素となり得る。このように、パッケージ自体が物としての役割を超えて、消費者の生活に長く関わることができるデザインを目指すことが、これからのパッケージデザインに求められる方向性の一つである。

現代のパッケージデザインは、商品の保護や視覚的なアピールに偏った現状を打破し、消費者との感情的なつながりを重視した新たなデザインアプローチが求められている。パッケージデザインは単なる商品保護の手段から、商品と消費者の関係を深めるための重要な要素へと変わっていく可能性がある。

1.3. なぜ孵化なのか

フィクションとしての変形するプロダクトをパッケージデザインとして応用する際に、生物の卵から孵化をする動きに目を付けた。孵化とは、卵からひよこが生まれる瞬間や、幼虫が殻を破って姿を現す瞬間を指す。生命が誕生するこの劇的な瞬間は、多くの人々に感動や驚きをもたらす特別な出来事である。この生命的な動きを箱の中で再現することで、箱というモノに対する人々の認識や感情に変化を

もたらずのではないかと考え、研究を開始した。箱が生命のように振る舞うことで、ユーザーとの間に新たなつながりが生まれ、心理的な距離を縮めることが可能になると考えたからである。

当初、モノに「脱皮」をさせるというアイデアも提案された。脱皮は生物が新しい姿へと進化する象徴的な行為であり、非常に興味深いテーマであった。しかし、試行の結果、脱皮という行為が予想以上に不気味で不快な印象を与えることが分かった（詳細は3章の3.3.3を参照）。結果として、ユーザーがモノから心理的に距離を取る状況を引き起こしてしまった。この経験を踏まえ、生命の誕生に特有の喜びや期待感を引き出す「孵化」の瞬間に着目することとなった。

孵化の瞬間には、生命の誕生を祝福したいという共感や応援の感情が自然と生まれる力がある。この感情を箱の中で再現することで、ユーザーは箱そのものに対して強い愛着を抱く可能性が高い。箱が単なる容器ではなく、生命を宿すかのような特別な存在として認識されるようになり、その結果、箱との関係性が深まると考えられる。孵化から着想を得た仕組みを導入することで、ユーザーが箱を特別なモノとして扱い、大切にできるようになることが期待できる。

また、孵化の瞬間を箱の中で再現することで、ユーザーに生命の誕生を連想させ、箱に対する愛着や共感を促進するという考えは、先行研究からも支持されている。例えば、ベビースキーマの要素を持つキャラクターは、ユーザーの行動変容に寄与することが示唆されている [5]、また、製品に対する愛着形成を目的とした情報提供戦略がユーザーの愛着を高める可能性があることも報告されている [6]。これらの研究は、生命的な動きを取り入れることで、ユーザーと物との心理的距離を縮め、特別な存在として認識される可能性を示している。

このように孵化を模した箱は、単なる道具にとどまらず、ユーザーに感情的な体験をもたらす存在となり得る。孵化を通じて人々に新たな愛着や共感を促すことで、モノとの関係性に新しい可能性を生み出すのが、この研究の目指すところである。孵化という瞬間を再現する技術の探求は、人とモノのつながりを再定義し、未来の新たなコミュニケーションの形を示す手がかりとなるであろう。

1.4. 研究目的

本研究は、使用者と共に時間によって変化する物をデザインし、物が自らの形や役割を変えることで、使用者に感情的な反応を引き起こすことを目的とする。既存のパッケージデザインでは開封体験の体験価値が軽視されており、人と物の長期的な関係を維持することに寄与しない。そこで、生物の孵化から着想を得た箱を提案し、開封体験の価値を向上させる。研究課題として、孵化の動きをした箱が普通の箱よりもユーザーにとって愛着や親しみやすさを持つことができるか調査をする。また、箱の動き（規則的・不規則・速い・遅い）が、孵化らしさの認識にどのように影響するのか調査をする。被験者が普通の箱から物を取り出すよりも孵化する箱から物を取り出した方が、中にある物に意志を感じ、親しみやすさや愛着を抱きやすくなる成果を得ることを目的とする。人とモノの関係性を考える上で、箱自体を動かすことが中にある物に対して、どれだけ親しみやすさに繋がるのか、孵化の動きがどれほど影響を及ぼすのかを中心に考える。

第 2 章

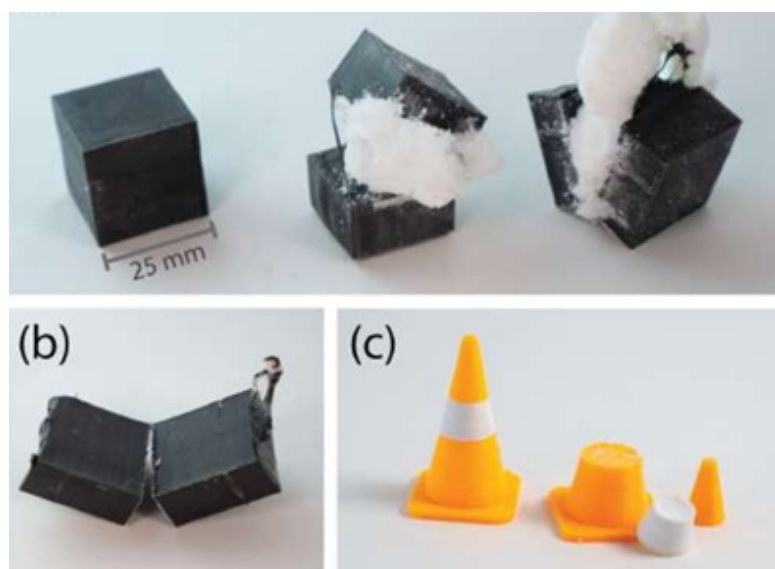
関 連 研 究

2.1. 異なる条件で作られた物

2.1.1 あえて壊れることで価値を創出するプロダクトデザイン

「Unmaking」[3] とは、物（人工物）を意図的に破壊する行為や、それに伴う変化を通じて、物と人間との関係性に新たな視点を見出す概念である。物を破壊することで、その形状や機能に変化を与え、それが人間の感情や行動にどのように影響を及ぼすかを探求するものである。この概念は、単なる製造過程や使用の範疇を超えた、プロダクトデザインの新たな可能性を提示している現代のプロダクトデザインでは、人と物の相互作用が重要視される。この中で「Unmaking」は、物が破壊される過程を通じて人の心理や感性に新たな影響を与えることを目的とする。たとえば、物を意図的に破壊することで、そこに隠されていた新たな側面が顕在化する可能性がある。このような過程を通じて、物は単なる物質的な存在ではなく、感情的な体験をもたらす媒介として機能する。このアプローチは、従来の物が「完成品」としての機能を追求するだけでなく、その変化や破壊の過程をもデザインの一部として捉える点に特徴がある。例えば、Web カメラを擬人化するプロジェクトでは、カメラが人間のような特徴を持つことで、人と物の間に新たな感情的な結びつきが生まれることを示した。このように、「Unmaking」はプロダクトデザインにおいて、人間中心の新たなアプローチを提示する。「Unmaking」による物の破壊は、単なる物理的な損失ではなく、心理的な再生や発見のプロセスを伴う。物が破壊されることで、それに付随する記憶や感情が浮かび上がり、ユーザーに新たな洞察をもたらす可能性がある。この過程は、ユーザーの感情的な成長や視点の転換を促す効果を持つ。また、破壊による変化は、物の新たな役割を発見するきっかけにもなり

得る。たとえば、物が破壊されることで、元の役割や形態を超えた新しい利用価値が生まれる場合がある。さらに、「Unmaking」は、持続可能性や循環型デザインの観点からも注目されている。物が破壊される過程で、その素材や構成要素が再利用可能となり、新たなプロダクトへと生まれ変わる可能性を秘めている。このように、「Unmaking」は物理的な破壊を通じて、新たな創造の契機を提供する点でも意義深い。「Unmaking」の考え方をプロダクトに取り入れて、変形可能なプロトタイプの製作をした。具体的には、水溶性フィラメントやエラストマ素材を使用し、時間や刺激によって物が変化する過程を実験した [7]。これらのプロトタイプでは、物が破壊される（溶解・膨張・剥がれる）過程を通じて、新しい形態や機能が生み出される様子が観察された。このような実験は、物の変化が人々に新たな気づきや感情的な反応を引き起こす可能性を示唆している。このように、「Unmaking」は、物の破壊を創造的なプロセスとして再解釈し、人間の感性や行動に新たな影響を与えるプロダクトデザインの概念である。この概念は、物を単なるツールとしてだけでなく、人間の心理や感情に作用する媒介として位置づけることで、デザインの可能性を拡張する。「Unmaking」は、持続可能性や教育的価値にも貢献できる視点を提供し、プロダクトデザインの未来において重要な役割を果たすと考えられる。



（ [3] より引用）

図 2.1 Unmaking

2.1.2 擬人化で感情的な価値を創出するプロダクトデザイン

Web カメラを擬人化する [4] ことで物と人との距離感を縮める研究は、プロダクトデザインにおける人間中心のアプローチにおいて重要な示唆を与えている。この研究では、Web カメラに人間的な特徴を付加することで、単なる機能的なツールとしてではなく、感情的なつながりを形成する存在へと変容させることが試みられている。カメラが人間らしさを備えることで、人と物の間に新しい関係性が生まれ、その結果、ユーザーはカメラを道具として以上に愛着を持って接するようになる可能性が示唆されている。具体的には、カメラに表情や動作といった擬人化要素を持たせることで、ユーザーはカメラを意識的に「相手」として捉えるようになる。この心理的な変化は、従来の物との関係性には見られなかったものであり、特に感情面での結びつきが大きな影響を及ぼす。たとえば、カメラがユーザーの行動に反応して「うなづく」動作や「まばたき」を模倣するといったインタラクションを提供することで、ユーザーはそのカメラが「自分を理解してくれている」と感じるかもしれない。これにより、単なる記録装置としての役割を超え、カメラが「仲間」や「パートナー」としての役割を担うことが可能となる。さらに、このアプローチには、ユーザーの行動や感情に対するフィードバックを通じて、新しいコミュニケーションの可能性を切り開く潜在力がある。擬人化されたカメラは、ユーザーがリラックスしたり安心感を覚えたりする効果を生む可能性があり、それが使用状況の改善や製品体験の向上につながる。また、ユーザーが感情的にカメラに愛着を持つようになることで、そのカメラをより長く使用し、より大切に扱う可能性も高まる。この点で、製品の持続可能性や環境への配慮といった側面にも寄与することが期待される。この研究の意義は、単にカメラのデザインや技術的側面を改良するだけでなく、物とのインタラクションを通じて人間の感情や行動に積極的に働きかけるプロダクトデザインの新しい方向性を示している点にある。このようなアプローチは、他のプロダクトにも応用可能であり、ロボットや家電製品、さらには教育用ツールや医療機器においても、ユーザーの体験を向上させるための重要な手段となるだろう。たとえば、教育現場で使われるカメラが擬人化されたデザインを持つと、子どもたちがカメラを「怖い装置」としてではなく、「親しみやすいパートナー」として感じる可能性が高くなる。これにより、子どもたちはカメラに対して自然と親

しみを覚え、使用する際の心理的な障壁が軽減される。また、医療現場においても、患者が擬人化された機器を目にすることで安心感を抱き、治療や診断に対するストレスが軽減される可能性がある。このように、擬人化の効果は幅広い分野で有効であり、その応用範囲は今後ますます広がることが予想される。さらに、この研究が示すのは、擬人化によってユーザーと物の間の関係性を再構築することの価値である。従来は道具として「使われる側」に過ぎなかった物が、擬人化によってユーザーと「対話する側」に転じることで、感情的な結びつきを軸とした新しいインタラクションが可能となる。この変化は、デザインの領域において、機能性だけではなく感情的価値を追求するという重要な視点を浮き彫りにしている。総じて、Webカメラの擬人化は、物と人間の関係性を再定義し、単なるツールを超えた感情的な存在としての物の可能性を示している。これは、デザインやテクノロジーが人間の感性や行動にどのように寄与できるかを考える上で、大いに参考になるアプローチであると言えるだろう。EYEcomの擬人化でフィクションを創出した手法を、本研究では身の回りの人工物を孵化させることで再現する。



([4] より引用)

図 2.2 EYEcom

2.1.3 むけがらを通した物らしさの探究

「むけがらメトリ」[8]は、物体に半透明の膜を被せ、フォトグラメトリ技術を用いて「むけがら」のような物体を生成する過程である。この手法では、中身のない

空虚な物体が「そのものらしさ」や「ぬけがら感」を持つかを探る実験が行われている。膜の透明感や質感を通じて、物体が持つ記憶や存在感を再解釈し、その物体がもたらす感情や印象を新たに定義しようとする研究である。本研究では物体が孵化や脱皮をすることで物の存在意義を見直そうとしている試みとしては非常に近い研究であり、抜け殻を研究するか脱皮や孵化の動き自体を研究するかの違いであり、方向性としては同じである。



([8] より引用)

図 2.3 ぬけがらメトリ

2.2. 生命感, 愛着の研究

2.2.1 産卵行動を通して生命感を与える

生命感を感じさせる物の設計は、人間とロボットの新たな関係性を構築するために重要な課題である。その一例として、ニュージーランドに生息するキウイの産卵活動を模倣したロボットの開発が挙げられる [9]。このロボットは、生命の誕生から成長までを一連の過程として再現することで、人間が生命感を感じるように設計されている。キウイロボットは、ニュージーランド固有の鳥であるキウイをモデルにして設計されている。キウイは、飛べない鳥でありながら、体重の約 25 % に相当する大きな卵を産むことで知られる。この特性を活かし、ロボットも同様に産卵を行

う機能を備えている。ロボットの外装は毛皮で覆われ、触れると柔らかさを感じられる設計となっている。また、骨格部分は3Dプリンタで制作され、内部には制御用マイコン、モーター、センサー類が組み込まれている。これにより、歩行や障害物回避、産卵といった多様な動作を再現可能となっている。特に、産卵機構にはベルトコンベアを応用し、卵を押し出す動作をリアルに再現している。さらに、ロボットは体温を模倣するために外装と骨格の間にカイロを装着可能な構造を持つ。このような細部へのこだわりは、触れたときの感触や温もりを通じてユーザーに生命感を与える重要な要素となっている。ロボットの産卵動作は、生命感を感じさせるための主要な機能の一つである。産卵行動そのものが持つ「生命の誕生」という象徴的な意味合いが、ユーザーの感情に強い影響を与えることが期待されている。産卵動作には、卵がゆっくりと押し出される速度と、卵が産まれる際の環境音や振る舞いが含まれる。この研究では、産卵速度を異なる条件（速い産卵と遅い産卵）で比較し、ユーザーがどのように生命感を感じるかを検証した。その結果、ゆっくりとした産卵は、ユーザーに感動的な印象を与えやすいことが示された。このゆっくりとした動作は、リアルな生命体が持つ慎重で緩やかな行動を模倣しており、ユーザーに「生きている」という錯覚をもたらす要因となった。キウイロボットは、単なる機械としてではなく、ユーザーと感情的な関係を築く存在として設計されている。愛着の形成は、産卵行動や触覚体験、音声コミュニケーションを通じて徐々に醸成される。たとえば、ロボットが卵を産んだ後にユーザーがその卵を手取る体験は、生命の誕生を共有するような感覚を生み出し、愛着を深めるきっかけとなる。また、ロボットの産卵速度や動きにはユーザーからのフィードバックが反映されており、「もう少しゆっくりの方がリアルに感じる」といった意見が開発に活かされている。このように、ユーザーの意見を取り入れた設計過程が、ロボットと人間の関係をより深いものにしていく。実験では、ロボットが模倣するキウイの生息環境を再現した特別な会場が用意された。森を模した装飾や環境音、薄暗い照明などが組み合わされることで、ユーザーはロボットの行動を自然の中で観察しているような没入感を得られる。この環境は、ロボットの動作にリアリティを与え、ユーザーが生命感を感じる助けとなった。キウイロボットの開発は、社会的および心理的な観点からも大きな意義を持つ。このようなロボットは、教育やセラピーの分野で活用される可

能性がある。たとえば, 子どもたちに生命のサイクルを学ばせる教育ツールや, 孤独感を抱える高齢者に感情的なつながりを提供するセラピー用ロボットとして機能することが期待される。さらに, 産卵という象徴的な行動を通じて, ユーザーに生命の尊さを実感させることで, 社会全体での生命倫理や環境意識の向上にも寄与する可能性がある。このように, 生命感を持つロボットは, 技術革新だけでなく, 人間の価値観や感情にも影響を及ぼす存在となり得る。このように, キウイの産卵活動を模倣したロボットは, 生命感を感じさせる物として人間との深い関係構築を目指した設計がなされている。このロボットは, 産卵行動や触覚的な体験を通じてユーザーに感動や愛着を与え, 単なる機械を超えた存在として機能する。今後, さらにリアリティを追求することで, 教育や医療, エンターテインメント分野での幅広い応用が期待される。このような取り組みは, ロボットと人間の関係性を新たに定義し, 人々の生活に新しい価値を提供する可能性を秘めている。産卵ロボットの研究では産卵行動に着目して生命感を獲得しているが, 本研究では身近にある人工物を孵化させることで生命感を獲得する。



([9] より引用)

図 2.4 キウイロボット

2.2.2 産まれる過程を付与した新たな愛着形成

産まれてウーモ [10] は, 卵からキャラクターが孵化するという体験を提供する画期的なおもちゃである. その最大の魅力は, 生命の誕生を模した孵化プロセスにある. ユーザーが卵を温めたり触れたりすることで, 卵が反応を示し, やがて殻を破ってキャラクターが登場する. この孵化の瞬間は, 子どもたちにとって驚きと感動を伴う特別な体験となり, おもちゃそのものへの愛着を形成する重要な契機となる. 孵化後のウーモは, 赤ちゃん, 子ども, 大人という3つの成長段階を持ち, それぞれの段階で異なる反応や遊び方が楽しめる. この成長過程により, ユーザーは長期間にわたって興味を持ち続けることが可能となる. 例えば, 赤ちゃんの段階ではお世話をする必要があり, 子どもの段階では反応が増え, 大人の段階ではインタラクションがさらに高度化する. このような仕組みは, 子どもたちが自然に責任感を持つ行動を学ぶ助けとなり, 親が家庭での教育に活用するツールとしても機能する. また, ウーモが持つ感情的なつながりを生む力も特筆すべきである. ウーモはユーザーの声や触れ合いに反応するため, 単なる物体以上の存在として認識される. これにより, 子どもたちはウーモを「育てる」対象として扱い, 他者への配慮や共感を学ぶことができる. また, 孵化前には中にどのキャラクターが入っているかわからないという仕掛けがあり, 偶然性と驚きの要素が遊びの興奮をさらに高めている. さらに, ウーモを通じた体験は創造性や想像力の刺激にも寄与する. どのようにお世話をするか, 成長させるかといったプロセスを自由に工夫することで, 子どもたちは自発的な遊びを展開するようになる. また, 孵化や育成の過程を親子で共有することで, 親子間のコミュニケーションが深まり, 共通の体験を通じた絆が強化される. このように, 産まれてウーモは, このようにして感動的な孵化の瞬間を提供しつつ, ユーザーに責任感や共感, 創造性を育む機会を与えるおもちゃである. 単なる娯楽にとどまらず, 情緒的発達や社会性の学びを促進する存在として, 家庭において教育的な価値をもつ一助となっている産まれてウーモでは産まれる過程から成長を一貫して楽しめる玩具だが, 本研究では身の回りの物を孵化する箱に入れることでより身近に愛着形成ができるプロダクトを開発する.



([10] より引用)

図 2.5 産まれてウーモ

2.2.3 めいぐるみを動かすことで生まれる愛着形成

めいぐるみに機構を加えることで多種多様な動きをさせることが困難なことが課題となっている。そこで、既存のめいぐるみにリングをつけることで生きているように見せる玩具が設計されている [11]。外側からめいぐるみの駆動を制御するためにサーボモーターにフレームが取り付けられており、フレームが動くとき一方のめいぐるみの手が引き込まれ、もう一方は押し出されるため屈曲する。また、フォトリフレクタ機能が搭載されており、めいぐるみの関節がどの程度曲げられたかを認識するために使われた。PINOKY が一般の参加者にも取り扱いが可能か、日頃のめいぐるみとの触れ合い方を確認するために実験が行われた。アンケートによる実態調査では、PINOKY を装着しているめいぐるみに関して調査をしており、好意的な印象評価が多数を占めていた。また、他者と共に PINOKY を触った研究では思い出を共有できる観点から好意的な印象がより強まる傾向が出ていた。ユーザーが所持しているめいぐるみに対して PINOKY を装着したところ愛着がわくことが確認された。PINOKY の研究ではめいぐるみに限った印象評価に留まっている。本研究ではより広範囲な人工物を孵化させる。



([11] より引用)

図 2.6 PINOKY

2.2.4 犬の愛着行動を応用したロボット

ロボットが人との関係性に基づいた行動意図を明確化するため, 犬の愛着行動を参考にしたマルチモーダルなふるまい表現モデルを設計した [12]. このモデルでは, ロボットの移動速度と吠え声 (ボークリゼーション) を用いて, 状況に応じた連続的な行動意図を表現することを目指している. まず, 犬が感じる「不安感」「探索欲」「寂しさ」などのストレス要因を数式でモデル化し, それに基づいてロボットの行動を設計した. 移動速度については, ロボットがオーナーや他者に対する信頼度や状況の変化を反映し, 連続的な速度変化を実現した. さらに, 吠え声を用いて「喜び」「不安」「警戒」などの感情を音で表現している. 実験では, ロボットを実機で動作させ, オーナーや他者が移動するシナリオに基づいて検証を行った. その結果, ロボットの移動速度や提示音が人との関係性や周囲の状況を反映し, 適切な文脈で行動意図を表現できることが確認された. 本研究と愛着を得る過程は違うが, 評価方法を参考にしている.

2.2.5 ロボットセラピーにおける愛着の形成

アザラシ型ロボット「パロ」[13] は, ペットの代替やアニマル・セラピーの代替として設計され, 安全性や衛生面に配慮した設計が施されている. 具体的には, 抗菌加工, 電磁波シールド, 長期間の耐久試験などが実施された. 「パロ」を用いたセラピーは, 医療福祉施設や高齢者施設などで行われ, 心理的 (気分の向上, うつの改善), 生理的 (ストレス軽減), 社会的 (コミュニケーション活性化) な効果が確認されている. 特に認知症患者においては, 会話能力の回復や問題行動の減少が見られ, 薬物利用の低減にもつながる事例があった. 本研究と愛着を得る過程は違うが, 評価方法を参考にしている.

2.2.6 その人らしさを通じて生命感や愛着を獲得する

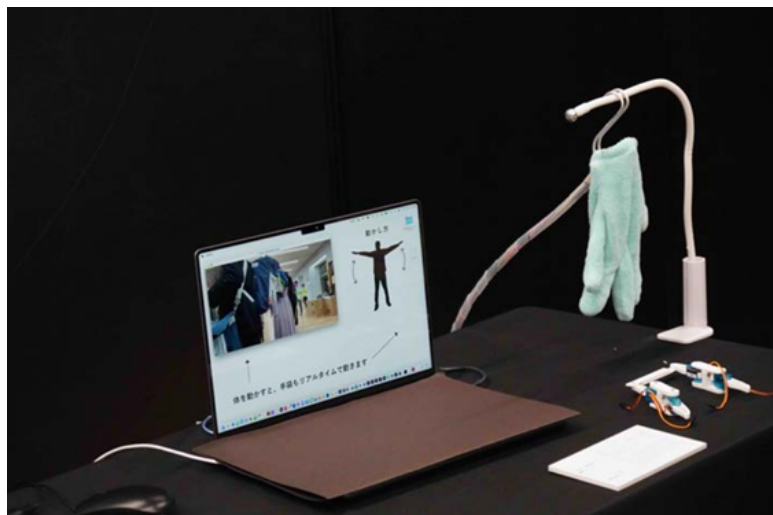
日用品である手袋を動かすことでその人らしさを演出できるか調査した研究である [14]. 親しみやすく, 多くの人が持ち歩いている事から手袋が選ばれ, AR マー



([13] より引用)

図 2.7 PARO

カーで特定した部位を被験者が動かすと手袋が動き出す。それを被験者が見ることで目の前に見えないその人らしさを感じるかの研究である。生命感や愛着を探究する過程は共通しており, 実験手法や評価方法を参考になっている。



([14] より引用)

図 2.8 GROVOT

2.2.7 動かない人工物で愛着を得る

壁という本来動かない人工物に「生き物らしい動き」を取り入れ, 人と壁とのインタラクションを探る試みである。研究では「HELLO WALL」[15] と呼ばれるプ

ロトタイプを制作し, 壁が人の動きに反応して動く仕組みを設計した. 壁の動きは「オズの魔法使い」と呼ばれるプロトタイピング手法を用いて設計され, CATCH (物を掴む動き) と TOUCH (壁を押し出す動き) の2種類の動きを実装した. 展示と調査では, 体験者から「生き物らしさ」や「不気味さ」に関するフィードバックを収集した. その結果, 動きに「生き物らしさ」を感じる人が約半数いた一方で, 多くの人が不気味さを感じる傾向も確認された. また, エラーによる偶発的な動きが「かわいらしさ」を感じさせる場合もあり, 動きの設計において愛着を持たせる可能性が示唆された. 愛着を感じる研究として本研究では評価手法を参考にして

いる.



([15] より引用)

図 2.9 Hello Wall

2.2.8 温もりを演出するロボットで愛着を形成する

GROVEX が開発したロボット「LAVOT」[16]であり, 役に立つロボットから人の心を満たすロボットとして開発された. 体温を調節する機構が内蔵されており, 手にした被験者が温度を感じながら寂しさを和らげる工夫がされている. 愛着を得る研究として本研究で評価手法として参考になっている.



([16] より引用)

図 2.10 LOVOT

2.2.9 使い込むほど愛着がわくタオル

「育てるタオル」[17]は、使い込むほどにその触感が柔らかくなり、まるでタオル自体が「成長する」かのような体験を提供する製品である。素材にはスポンジーコットン100%が使用されており、非常に軽量で扱いやすい。このタオルは、日々の使用を通じて徐々に変化を遂げることが楽しみとなり、ユーザーに愛着を持たせる。機能的な日用品でありながら、物を育てる喜びを感じさせる点で、ユニークな価値を提供している。本研究では成長する概念を取り入れた孵化するプロダクトを研究する。



([17] より引用)

図 2.11 育てるタオル

2.2.10 思い出を通して生まれ変わりを実感する

携帯用ゲーム機器に小学生時代の自分が憑依し、対話することで自分のアイデンティティの確認をしていく過程を描いている [18]. 過去の自分を見ることで今の自分を知る「思い出現象」を通じて新しい自分に生まれ変わる意味では概念上の

孵化と言える。過去の自分から生まれ変わる過程として脱皮や孵化を定義している本研究のルーツである。



([18] より引用)

図 2.12 昔の僕が会いに来た

2.3. 物が変形する

2.3.1 静的に変形するプロダクトが与える感情

形状やその変形は、人間の感情に大きな影響を与えることが知られている。特定の形態は、幸福や悲しみ、恐怖、怒りといった感情を連想させる傾向があり、その変形の度合いや特性によって感情的な反応が変化する [19]。形状は、それ自体が持つ象徴性や視覚的な特徴によって、人間の感情に直接的な影響を及ぼす。たとえば、滑らかで丸みを帯びた形は幸福感や安心感を想起させやすい。これは、赤ちゃんや小動物など、柔らかく丸いフォルムを持つ生物が一般的に「可愛らしさ」や「安心」を象徴することに起因している。一方で、尖った形や鋭いエッジを持つ形状は、攻撃性や恐怖、緊張感を引き起こすことが多い。これらは自然界における危険を連想させる形状が、人間の進化的な経験に基づき恐怖感を喚起するためである。さらに、不均衡で歪んだ形状は、嫌悪や不快感を引き起こすことがある。このような形状は、予測不可能な動きや崩壊を連想させるため、視覚的に安定感を欠いていると感じ

られる。一方で、対称的で調和のとれた形状は、調和や美しさ、安心感を強調しやすい。形状が静的な場合だけでなく、動的に変化する場合にも、人間の感情に大きな影響を及ぼす。形状がどのように変形するかによって、感情的な印象や反応が異なる。例えば、緩やかで滑らかな変形は、落ち着きや幸福感を生み出すことがある。これは、波のような自然界の穏やかな動きを想起させるためである。一方で、急激で予測不可能な変形は、恐怖や驚きを喚起する可能性が高い。たとえば、突然突き出すような動きや、形が急速に崩れる様子は、不安感や危機意識を高める。これは、自然災害や攻撃的な動きを連想させるためである。また、形状がゆっくりと崩壊するような変化は、悲しみや虚無感を誘発することがある。これには、物が壊れる様子や、生物が衰える過程を連想させる要素が含まれる。一方で、形が回復していく過程や、成長を示す変形は、希望や達成感を生み出すことが多い。形状が感情に与える影響を検証するために、多くの研究が行われている。ある研究では、視覚的な形状やその変形過程を被験者に提示し、感情的な反応を計測する実験が実施された。この研究では、幸福を誘発する形状として丸みを帯びたオブジェクトを用い、恐怖や驚きを誘発するために尖った形状や、急激に変化する形状を提示した。結果、幸福感や安心感を強く感じた被験者は、滑らかで対称的な形状に強い好意を示した。一方で、尖った形状や急激に変形する形状は、ストレスや不快感を感じさせることが明らかになった。また、形状がゆっくりと変化するプロセスでは、感情が変化する度合いも緩やかであることが確認された。さらに、これらの形状変化が身体的な反応にも影響を与えることが分かった。具体的には、丸みを帯びた形状を見たときには心拍数が安定し、尖った形状や急激な変化を目にしたときには心拍数が上昇する傾向が見られた。形状が感情に与える影響の理解は、さまざまな分野で応用可能である。たとえば、デザイン分野では、形状を感情喚起のツールとして用いることで、ユーザーエクスペリエンスを向上させることが可能である。製品の形状やその変形メカニズムを工夫することで、顧客に安心感や幸福感を与えることができる。また、医療や心理療法においても、形状を活用することで患者の感情状態を改善することが期待される。たとえば、精神的な落ち着きを促す形状や変形過程を用いたツールは、不安やストレスの軽減に寄与する可能性がある。さらに、エンターテインメントや教育の分野でも、形状の変化を取り入れることで、視覚的な魅力を高めたり、感情的

な没入感を提供したりすることが可能である。子ども向けの教材では、形状の変化を通じて感情教育を行う試みも考えられる。形状と感情の関係性は、人間の心理や行動に大きな影響を与える重要なテーマである。特定の形状が感情を誘発するメカニズムや、その変形過程が感情に与える影響を理解することで、デザインやインタフェース開発において新しい可能性が広がる。本稿で述べた形状の特徴と感情喚起のプロセスは、今後の研究や応用の基盤となるだろう。形状変化を人間の感情に合わせて設計することで、より豊かな体験を提供できる未来が期待される。この研究では静的な人工物の評価に留まっているため、本研究ではより動的な孵化の動きをさせた時の評価を記す。

2.3.2 発砲素材で有機的に変化する彫刻

「Emils」は、発砲素材が持つ特有の性質である融合や破裂の動きを活用し、多細胞生物内で実際に起こっている現象を表現した彫刻である [20]。この作品は、発砲素材の柔軟で変化しやすい性質を巧みに用いて、生物が持つ生命活動の動的なプロセスを視覚化することを目指している。多細胞生物の細胞が互いに融合し、増殖し、生命を構成する一連の過程を芸術的に再構成したものであり、観る者に生命の儚さと力強さを感じさせる表現となっている。この研究では有機的な変化を表現するに留まっているが、有機的な変化を箱にさせた時にどの程度人に心理的な影響を与えるのか本研究では明らかにしたい。

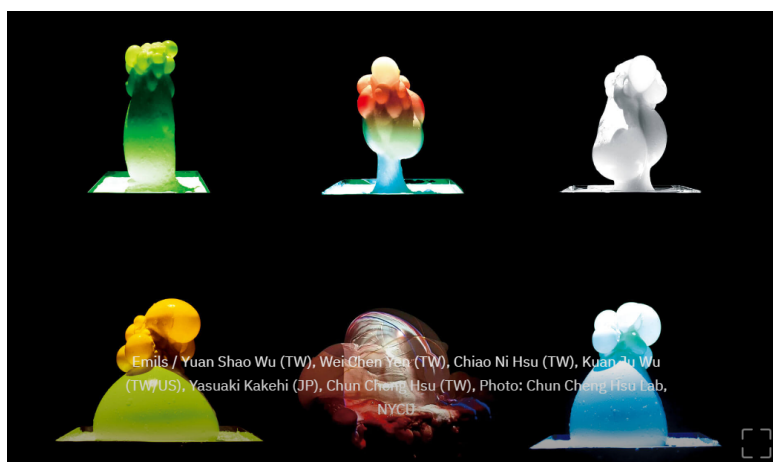
2.3.3 生物の蛹を模倣した変形する服

「変形する服」は、生物学的な変態に着想を得て作られたファッションデザインである [21]。この服は、形状や質感が時間の経過や環境条件に応じて変化し、生物が持つ成長や進化の美しさを象徴する。特に、生き物が形態を変えることで新しい状態へと移行する過程をメタファーとして表現し、服そのものを通じて変化の意味や物語性を強調する。これにより、服は単なる衣服の枠を超え、観る者の想像力を喚起し、着用者に変容の体験を与える存在となる。実際に変化する服を孵化する箱に応用した際に、どの程度人に心理的な影響を与えるのか本研究では明らかにしたい。



([19] より引用)

図 2.13 変形するプロダクトと感情



([20] より引用)

図 2.14 Emilis



([21] より引用)

図 2.15 変形する服

2.3.4 エラストマを使った変化

「BlowFab」[22] は、レーザーカッターと熱癒着技術を組み合わせて作られる素材変形技法である。この手法では、熱と空気を利用してエラストマなどの柔軟な素材を自在に軟化させたり硬化させたりすることが可能である。特に本研究では、この技術を用いて球体が孵化する様子を再現するプロトタイプが作られた。また、熱や空気による変形を通じて、素材に生命的な動きを持たせることで、生物の孵化や羽化過程をリアルに模倣し、観る者に新たな生命の印象を与える試みとなっている。



([22] より引用)

図 2.16 BlowFab

2.3.5 熱を利用した変化

「ExpandFab」[23] は、発泡材料に UV 光を照射して硬化させた後、熱を加えることで数倍に膨張させる技術である。この技法は、短時間で複雑な形状を作り出すラピッドプロトタイピングの一環として注目されている。膨張する素材の特性を活用することで、生物が羽化や成長を遂げる様子を表現することが可能となる。本研究では、この技術を生物の動きや変形を再現する手法として応用し、人々が物体に愛着を抱く新しいデザインアプローチを目指している。



([23] より引用)

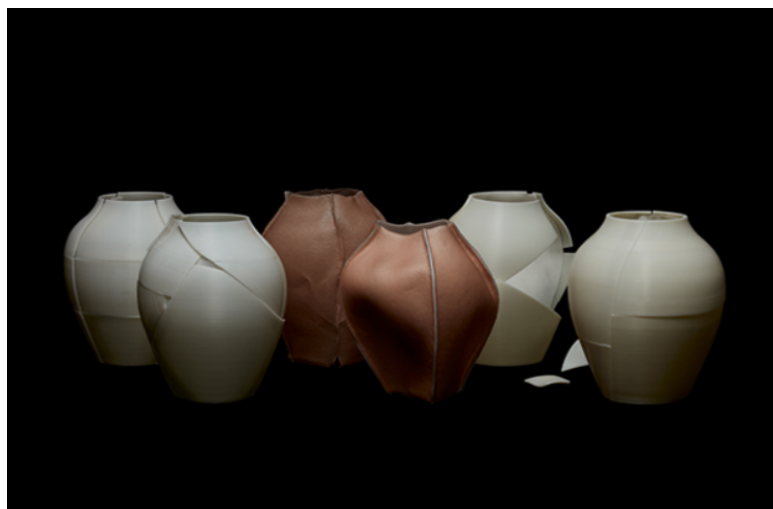
図 2.17 ExpandFab

2.3.6 形状記憶シートで変化する壺

「形状記憶シート× KOKUYO UNFARGMENT」[24] は, 形状記憶技術を活用した芸術作品である. この作品では, 人が触れることでシートが温まり, 壊れた壺が元の形状へと戻る仕組みが採用されている. この技術は, 割れた陶器を修復する伝統的な金継ぎの技法に着想を得ており, 過去と未来の時間軸を往復するコンセプトが含まれている. 形状記憶シートの特性を利用することで, 物体の再生や修復の過程そのものを感動的な体験として昇華させた作品となっている. 本研究では形状記憶シートと似たエラストマ使った孵化の動きを取り入れ, 孵化する動きを再現する.

2.3.7 皮膜を使った物体の変化

「変形する形態の研究」[25] は, 人がどのような変形に対して愛着を感じるかを探求する学術的な取り組みである. この研究では, 物体が生命のような印象を与えることで, ユーザーがその物体に対して愛着や興味を持つ可能性が高まるという仮説を検証している. 特に, 皮膜を使って物体の形状を変化させることで, 生物のような動きを模倣し, 観る者に新たな体験を提供する試みが行われている. この研究で



([24] より引用)

図 2.18 初めから割れている壺

は身近にある人工物での検証がされていない. 本研究では身の回りの人工物を孵化させることで検証を行う.

2.4. 本章のまとめと貢献

まず, 異なる条件で作られた物を紹介し, 人と物の関係を再構築する試みの例について述べた. あえて破壊をすることで創造性を高めたり, 物を擬人化することで感情的な結びつきが高まるプロダクトを紹介したが, 従来の物作りにはなかった過程を踏ませる行為は本研究の根幹となる重要な概念となっている. また, 生命感, 愛着の研究として産卵行動やぬいぐるみを動かすなど, 様々な方法で愛着を形成する研究について述べたが, 本研究では孵化らしさを演出する過程を用いて愛着や生命感を生み出す. 最後に, 物が変形する研究を紹介したが, 本研究ではエラストマとサーボモーターの二つを扱い, プロダクトの変容を表現する. 本研究では孵化らしさを演出する箱を用いた新たなパッケージデザインの提案をする. 従来のパッケージデザインでは得られなかった印象的な開封の瞬間を演出することで, 中にある物を大事にしたいと思えるデザインを目指す. また, パッケージデザインに限らずプロダクトデザインの中で孵化らしさを演出することがどのような可能性を



([25] より引用)

図 2.19 変形する形態

引き出すのか議論したいと思う．本研究は広範囲なプロダクトデザインの構想設計に寄与すると考える．

第 3 章

デザインプロセス

3.1. デザインコンセプト

第二章で述べたように生命感や愛着を生み出す研究は多くあるが、本研究では孵化らしさを生み出すことで人と物の長期的な関係を維持するプロダクトデザインを提案する。当初、本研究は、物が使用者と共に成長することを促進するデザインを目指していた。この目標を達成するために、「脱皮」をコンセプトとし、花王社が提供しているファインファイバー技術のように、繊維を顔に吹きかけて第二の皮膚を作る「皮がめくれる」ような表現を再現することを検討した。その中で、溶け出したり脱皮するような質感を再現することが大きな課題となった。プロトタイプの制作・展示を進める中で、インタラクション 2024 でのフィードバックを受けた。展示したビンが「収縮と膨張を繰り返しているだけでは、卵から孵化しているように見える」と指摘されたことで、当初の「脱皮表現」、「羽化表現」から「孵化する動作」への変更を行うこととなった。この変更により、表現にさらなる一貫性が加わり、コンセプトの再構築が可能となった。その後、本デザインには玩具としての要素が強いこと、また、Amazon の段ボールのように孵化する動きを加えることで、利用者の扱い方や感覚が変化する可能性が示唆された。これを基に、卵から何かが生まれる感覚をパッケージデザインに応用する方向性を探るため、Amazon の段ボールを利用して開閉可能なプロトタイプを試作した。試作段階では、展示物としての美しさや完成度を高めるために、レーザーカッターで精密に切り出した板を組み合わせた構造を採用した。また、複数の箱を用いることで動きに複雑性を加え、デザインを強化した。さらに、フォーラムでのフィードバックを通じて、製作物の方向性について再評価する機会が生まれた。この議論を通じ、最終的には、孵化の

ように開閉する箱のプロトタイプを完成させた。このプロトタイプは、昆虫タイプと鳥タイプの2種類に分けられ、それぞれの箱が中に収納されている物体を判別するための実験装置としての機能を持つように形を整えた。これらを通して人と物の間にある可能性を探る中で箱が孵化をする過程を詳しく述べたいと思う。

3.2. 定義

メタモルフォシス（日本語で変態）とは、生物の生育過程における形態変容のことをいい、具体的には孵化とは卵の中で発生が進んだ個体が殻を破り、外界に出る過程を指し、脱皮とは古い殻や皮を脱ぎ、新しい外皮を得る過程を指す。最終段階の羽化とは蛹や幼体の状態から成体へと移行する過程を指す。生物が脱皮を行う際、その動作には「今にも殻を破りそうで破れない」という独特の緊張感や「もどかしさ」が含まれている。YouTubeの動画にて蝶やカブトムシの脱皮を観察したり、実際にミヤマクワガタを飼育したことから、硬い殻や柔らかい皮を突き破ろうとする瞬間に、すぐに破れることなく、最後の力を振り絞りながらもがく過程こそが、脱皮の本質を象徴していると考えた。この「もがき」の瞬間には、生命の営みが持つエネルギーやドラマ性が凝縮されており、脱皮が生物特有の動きとして人々に深い印象を与える所以である。一方で、「孵化」という生命的な動きにも、脱皮と共通する要素が含まれている。孵化は卵からひよこが生まれたり、幼虫が殻を破って生まれる瞬間を指し、その動きには生命が新たに誕生するという劇的な意味が込められている。この生命的な動きを箱という人工物で再現することで、ユーザーが箱を手にとった瞬間、人とその中に収納された物との心理的距離が縮まる可能性があると考えられる。当初は物に「脱皮」をさせるというアプローチも試みられたが、不気味さが際立ち、ユーザーを遠ざける結果となってしまった（詳細は3章の3.3.3を参照）。これに対し、孵化の瞬間を再現することで、ユーザーは「応援したくなる気持ち」を抱き、箱やその中身により強い愛着を感じることを期待される。この「孵化」を模した箱は、単なる入れ物の枠を超え、物に対する共感や親近感を呼び起こす、新しいコミュニケーションの形を提供するものである。このように、脱皮が持つもどかしさや緊張感を出発点としながら、孵化の持つ生命的な魅力をデザインに

取り入れることで、箱はユーザーとの新たな関係性を築く可能性を秘めた存在となる。物との関係性を再定義するこの取り組みは、人々に愛着や共感を促すデザインの新しい方向性を示している。

3.3. 第一プロトタイプ

第一プロトタイプの発想は、木の年輪を逆転させたような概念に基づいている。具体的には、過去の自分を象徴する「層」を一枚ずつ剥がしながら、現在の自分を露わにするという動作をデザインに落とし込むことを目指した。これにより、単なる物理的な装置としてだけでなく、時間や成長を視覚的に体現するデバイスを作り出したいという意図があった。このような背景から、初期段階では「脱皮」の構造に注目し、試作を重ねる中でそのコンセプトに適合する形状や動作を模索した。試作の過程では、卵型の容器から膨張性を持つインフレータブルな物体が飛び出す方向性が、当初の脱皮というテーマと一致していると判断した。このアイデアを基に、簡易的でありながらテーマを具現化するプロダクトを設計するための作業に着手した。具体的には、3D プリンタ（Flashforge 社製，Adventurer3）を用いて PLA フィラメントで作られた円弧状のパーツを半径 5cm で 8 枚プリントし、それらをユタカメイク社の水性液体ゴム（黒）を使って重ね合わせた。中にはエラストマ両面テープ（3M 製 VHB テープ Y-4910J）を二枚重ね合わせて、膨らむ箇所にベビーパウダ（ジョンソン社製）を塗ってチューブを差し込み、20L/min でエアコンプレッサで空気を出し入れして膨張と収縮をさせた。この構造は、脱皮の持つ生命的な質感や動きを視覚的に表現することを目的としている。球体の構造を実現するために、3D プリンターを用いて 4 分割された球体パーツを製作した。このパーツ内部にエラストマを挿入し、膨張と収縮を繰り返す動作を可能にすることで、生物感のある動きを再現することを試みた。また、以前の試作段階では、卵型の外殻に液体ゴムを塗布し、その膜の中から何かが出現するという構造を採用していた。この試みは、膜の破れや変化を通じて、脱皮や孵化に似た生命的な要素を再現しようとするものであったが、構造のシンプルさと視覚的なわかりやすさを追求する中で、より洗練された方向性へと進化した。膜と膨張という要素の組み合わせは、脱

皮の持つダイナミックな動きと緊張感を簡潔に表現するための鍵である。このシンプルな構造によって、動きの中に生物らしさやエネルギー感を込めることができる点が、第一プロトタイプの重要な成果であると言える。このプロトタイプを通じて、脱皮の過程が持つ「もどかしさ」や「破る瞬間の緊張感」をより明確に示すことが可能となった。これにより、デザインとしての方向性を具体化し、次の試作段階に進む基盤を築いた。

3.3.1 デザイン設計

第一プロトタイプのデザイン設計は、無機的な人工物を瞬時に生物的な存在へと変容させることを目指して構築された。この目的を達成するため、当初に制作した3D プリンター（Flashforge 社製、Adventurer3）で製作した卵型の容器に柔軟性を持つゴム手袋を組み合わせる設計を応用することにした。具体的には、容器の穴からゴム手袋が膨張して現れる動作を組み込み、その動作によって生命的な躍動感や生物特有の動きを想起させる試みである。球体の容器は4つのパーツに分割されており、その内部には弾力性のあるエラストマ（3M 製 VHB テープ Y-4910J）を挿入する構造が取られている。このエラストマが膨張と収縮を繰り返すことで、外殻の硬さと内部の柔らかさという対照的な要素を同時に演出し、生命体の内部構造、特に内臓のような動きや質感を視覚的に再現することを狙った。これにより、硬い外殻が徐々に破られ、内部から柔軟な物体が伸び縮みする様子を表現することで、脱皮のもつ動的な美しさを表すことに成功した。このプロトタイプの構造は、脱皮の過程における「簡潔さ」と「シンプルさ」を重視して設計されている。球体の容器や膨張するエラストマの動作といった要素は、複雑なメカニズムを排除し、脱皮の本質的な動きや質感を抽出することで、視覚的かつ感覚的に「脱皮感」を強く伝えることを可能にしている。結果として、脱皮という動作がもつ特有の「もどかしさ」や「生命感」を簡易ながらも直感的に示す構造の構築に成功した。この設計は、脱皮の過程が持つシンプルな魅力を活かしながらも、生命感を視覚的に再現するという目標を達成したものであり、今後のプロトタイプ開発においてもその基盤となる重要な要素を提供している。



図 3.1 第一プロトタイプ

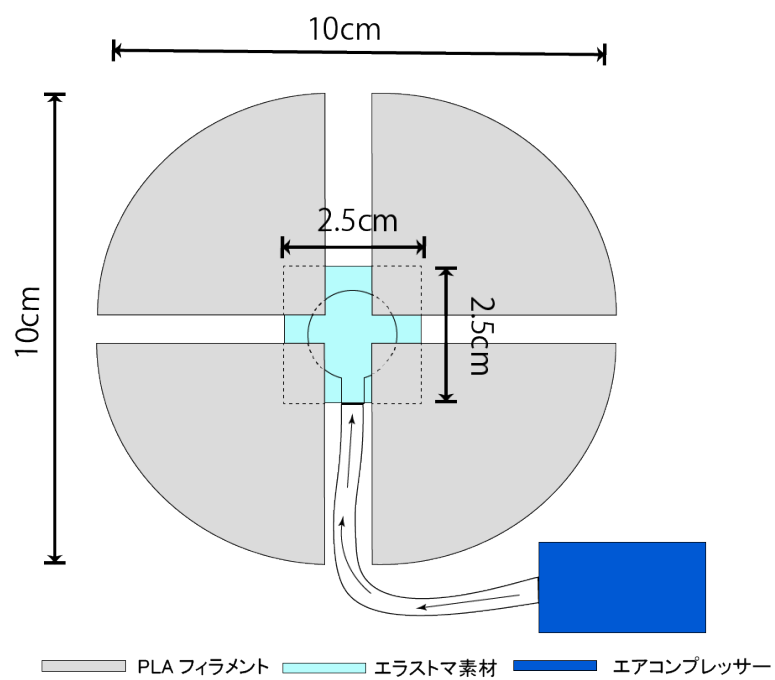


図 3.2 第一プロトタイプ システム図

3.3.2 展示: メーカーフェア 2023

・概要

メーカーフェア 2023 では、第一プロトタイプを用いて来場者からの反応を収集するための展示を行った。この展示では、2 日間で計 30 人の来場者に対し、1 人あたり約 10 分程度プロトタイプに触れてもらい、体験を提供した。展示内容としては、制作したプロトタイプ本体と、それを補足する説明動画を iPad を通じて紹介した。プロトタイプの体験は、人工物に「生きているような感覚」を持たせることを目的とし、来場者にはプロトタイプの膨張・収縮する動作を直接触れて楽しんでもらった。エアコンプレッサーを使用し、空気の注入と排出を繰り返すことで、プロトタイプに動的な変化を持たせ、触感や視覚を通じて生命的な動きを再現した。この体験を通じて、人工物のもつ「生き物らしさ」について考える機会を提供すると同時に、来場者へのインタビューを通じてフィードバックを収集した。展示後のインタビューでは、ほとんどの来場者から「映画のセットに使えるそう」という感想が寄せられた。その中でも、以下の具体的な意見が得られた。途中でエラストマが破裂して破けるトラブルがあり、その度にテープで補強をした。

・結果

全てのフィードバックを注目している箇所ごとに分類した。外見的な構造に注目するか、キャプションで示す考え方に注目するか、全体のコンセプトに着目するのかまとめた。

構造面に関するフィードバック

- 「エイリアンの卵, 巨神兵の卵みたいで, 映画のセットに使えるそう」
- 「中で何かが作られていることが起こったら孵化のデザインは面白いかも」
- 「切り込み次第で面白い生まれ方ができそう」

考え方に関するフィードバック

- 「詰め替えの逆バージョン」
- 「高尚な考え方ですね」

「物が成長していくということね」

「時間の経過を楽しむことができそう」

「成長に合わせて変化する椅子があったら面白いのでは」

「AIによって、個人のポテンシャルによって変わっていくインタラクティブな物が作れたら良いのではないか。人の行動や成長を基に3Dモデルが完成し、それを孵化、脱皮、溶解することで新しい役割を持つ物が生まれるようにすればコンセプトを発展させた物ができるのでは」

コンセプトに関するフィードバック

「ハードウェアという言い方が紋切り型。逆に朽ち果てる物の価値を探究した方が良い。」

「もっと素材のことを知ってあげることが(液体ゴムの質感や水溶性フィラメント)造形力や技術力の向上に繋がると思うよ」

3.3.3 課題と成果

第一プロトタイプの開発を通じて、プロジェクトの方向性を明確にすることができた。特に、孵化を表現するための具体的な形状や構造が決まったことは大きな成果である。このプロトタイプでは、エラストマと3Dプリンターで作成した殻を用いることで、膨張と収縮を繰り返す生命的な動きを再現する仕組みを構築した。これにより、孵化や脱皮を視覚的・触覚的に表現するための基盤が固まった。さらに、メーカーフェア2023での展示を通じて、来場者から直接フィードバックを得ることで、プロトタイプの課題を明らかにし、改善点を具体的に見出すことができた。一方で、このプロトタイプにはいくつかの課題が残されていることも明確になった。まず、現在のプロトタイプは孵化や脱皮を連想させるような動きや質感が十分に表現されていないという問題がある。その結果、来場者にとってはプロトタイプが生命的な動きを持つものとして直感的に理解はされているようだったが、どちらかというと、プロトタイプが映画のセットのように感じられ、日常生活に馴染むデザインとしては親しみやすさに欠けていた。このため、より日常的な用途や形状に適応

可能なデザインへの改良が必要であることが浮き彫りになった。また、プロトタイプの構造は単純で、視覚的なインパクトを持つ一方で、複雑性や汎用性が不足していることが課題として挙げられた。孵化や脱皮を日常的なプロダクトに落とし込むためには、より複雑で明快なデザインのアプローチが必要である。このような課題に対処するため、プロトタイプの設計思想を見直し、孵化や脱皮が持つ本質的な動きや感覚を強調する新しい方向性を模索する必要がある。メーカーフェア 2023 で得られたフィードバックからも、プロトタイプの改良に向けた具体的な示唆が得られた。特に、ユーザーの行動や成長に応じて変化するインタラクティブな仕組みを導入することで、物の成長や変化を体験できるデザインが求められていることが分かった。これにより、プロトタイプが単なるオブジェクトではなく、ユーザーとの関係性を深める媒体として機能する可能性が見えてきた。また、「孵化」や「脱皮」の動きにフォーカスし、ハードウェアとしての適応性や機能性を超えた生命的な感覚を表現するコンセプトの再定義が必要であるという指摘もあった。これらの課題を踏まえ、次のステップとして、プロトタイプをより日常的な用途や形状に適応させる方向性を検討する。また、インタラクティブな仕組みを追加することで、プロトタイプがユーザーの行動や成長に応じて変化する、生命感をより直接的に伝えるデザインを目指す。さらに、素材の特性を深く理解し、それを活かした造形や質感の表現を追求することで、孵化や脱皮の本質を伝えるプロトタイプの完成度を高める。第一プロトタイプの開発と展示は、プロジェクトの方向性を定めるための重要なステップであり、課題と成果の両方を明確にする機会となった。次のプロトタイプでは、得られたフィードバックを基に、孵化や脱皮が持つ本質的な動きや感覚をより深く掘り下げることで、デザインの完成度をさらに高めていく。

3.4. 第二プロトタイプ

第二プロトタイプの開発は、第一プロトタイプで指摘された課題への対応として、より日常的なデザインへの改良を目指して進められた。第一プロトタイプでは、ユーザーがプロトタイプを見た際に、実際の用途や日常生活における使用シーンをイメージしにくいという課題があった。この課題を解決するために、プロトタイプ

の形状を「ビン型」に変更することを決定した。ビンという形状は、日常的に見慣れたオブジェクトであるため、ユーザーに親しみやすさを与え、プロトタイプが持つ機能性や動きの魅力をより直感的に理解してもらう狙いがあった。この改良では、エラストマ（3M 製 VHB テープ Y-4910J）を使用して膨張と収縮を繰り返す構造をビン型に応用し、生命的な感覚を引き出すことに重点を置いた。エラストマの形状もビンのフォルムに合わせて成形され、その膨張動作があたかも生き物の呼吸や成長を思わせるような動きを実現するよう工夫された。この設計変更により、第一プロトタイプで得られた生命感の表現をさらに深化させることを目指した。

3.4.1 デザイン設計

第二プロトタイプでは、日常的な物に近づけるために、デザインの形状をビン型へと変更した。この変更により、ユーザーがプロトタイプを身近な存在として感じられるようになることを狙った。デザインの具体的な実現には、第一プロトタイプで採用された黒い球体の4分割構造を応用し、ビン型の形状を10個のパーツに分割することで、膨張と収縮の動作を可能にした。この形状変更により、日常生活で目にするビンの外観に、生命的な動きが加わるという対照的な効果が生まれた。例えば、硬い外殻が膨張と収縮を繰り返す様子は、静的なオブジェクトであるビンが動的で生命的な存在へと変容する感覚を生み出す。この動きにより、脱皮や孵化のテーマをより直感的に表現できるだけでなく、ユーザーに日常の中で生命的な動きと触れ合う新たな体験を提供することを可能にした。また、エラストマを用いた構造を巨大化することで、動きや質感の表現力を向上させた。これにより、膨張時の柔らかさや収縮時の力の強さがより明確に伝わるようになり、プロトタイプ全体により強い生命感を持たせることができた。これらの改良によって、第二プロトタイプは第一プロトタイプの成果を引き継ぎつつ、より日常的かつ直感的なデザインに進化した。このデザイン設計の変更は、孵化や脱皮というテーマをユーザーに伝えるだけでなく、日常の中で生命の動きを体験する新しいプロダクトとしての可能性を拡大する重要な一歩となった。



図 3.3 第二プロトタイプ

3.4.2 展示: インタラクション 2024

・概要

インタラクション 2024 では, 第二プロトタイプを含め, ユタカメイク社製の水性液体ゴム (赤色) や TRONXY 社製の PVA フィラメント (Temp180-210) を用いて制作した関連作品を展示した. この展示には約 20 人の来場者が訪れ, その多くは大学の教授や学生であった. 展示の主な目的は, 第二プロトタイプのデザインや動作についてフィードバックを得ることであったが, 来場者の多くが「生命感を感じる」という肯定的な意見を述べる一方で, 「複雑な気分になった」という感想も聞かれた. これにより, プロトタイプが持つ生命的な表現に対する感覚的な反応を引き出すことには成功したものの, デザインコンセプトや制作物全体の一貫性に課題があることが明らかになった.

・結果

展示を通じて寄せられた意見の中で特に多かったのは, プロトタイプや制作物の文脈についての指摘である. 「なぜビン型なのか」「なぜ羽化をテーマにしているのか」という根本的な疑問が挙げられ, それぞれの要素がバラバラであり, 制作物全体として一貫性を欠いているという批判が見られた. 以下に具体的な指摘をまとめる.

考え方の指摘

「羽化させようと頑張らなくても経年劣化をさせて新しい物が出てくるようにし

でもよいんじゃないのか？」

「また, 変化することに対して羽化, 脱皮といったところに着眼しているが, もっと生き物のサイクルを広く見たら自分の表現したいものに近づくのではないか。」

「誰でも作れそうな仕組みで人工物を気軽に羽化させられたら面白そう。」

「形態の変化はわかるが, 羽化して全く異なる物が生まれる質的な変化がない。」

「殻に注目してプロトタイプを作っているが, ポスターでは中から出てくることを言っていてズレを感じた. 中から出てくるなら, ビンの中からコンテキストを持って出てくるのが理想だね。」

「孵化と羽化を混同してしまう. プロトタイプが羽化に思えない. 羽化にするなら中から違う物が生まれるようにするべき. ビンから冷蔵庫が出てきて冷やされる物から冷やす物になるのはコンテキストがあるので納得感がある。」

用途の指摘

「車のホイールに壊れても修復できる材料が使えるそう。」

「発話することに連動して羽化させたらポジティブな感情を獲得しやすくなるのではないか。」

「マインドフルネスに使えるのではないか. 人工物に対してグチを言っているうちは黒く変色していき, 言い終わったら皮を脱いで白くなるなど。」

「3D プリンターではなく普段から使っている DS でも羽化をやってみたらより愛着がわくかも。」

「溶ける箇所と溶けにくい箇所を部分的に配置して, 成形されるのであれば羽化らしい. 今のプロトタイプだとただ溶かしただけで終わっていて羽化に見えない。」

まずは考え方に関する指摘である. 展示における考え方に関する指摘の中で, 特に注目すべき点は変化の過程に対する視点である. 「羽化や脱皮をテーマとして取り上げているが, 生物のライフサイクル全体を広い視点で捉えることで, 表現したい内容により近づけるのではないか」という意見が寄せられた. この指摘は, テーマを限定的に捉えるのではなく, 生物的な変化の過程全体を包括的に考察する必要

性を示唆している。また、「形態が変化する様子は伝わるが、質的な変化が感じられない」という意見もあり、単に動作を模倣するだけではなく、変化そのものの意味や本質を掘り下げることが求められる。これにより、プロトタイプの動きやデザインがより深いレベルで説得力を持つようになることが期待される。さらに、プロトタイプとその説明の齟齬に関しても指摘があった。「殻に注目しているプロトタイプと、中から何かが出てくるというポスターの説明が一致していない」とする意見や、「ビン型のデザインであれば、ビンの中から文脈を持つ形で何かが出現する仕組みが望ましい」といった具体的な提案が挙げられた。このような指摘は、デザインにおける形状とその物語性や文脈性が密接に関連付けられるべきであることを示している。特に、ビンという日常的な形状を採用するのであれば、その中から何が出てくるのか、またその動作がどのような意味を持つのかを明確にする必要がある。また、孵化と羽化の概念が混同されている点も指摘された。来場者の中には「羽化を表現するのであれば、中から全く異なるものが生まれるべきであり、それが質的な変化を伴うものでなければならない」との意見を述べる者もいた。この意見は、単に中身が出現するだけでなく、その出現が新たな性質や価値を付与するものであるべきだという視点を提供している。例えば、出現後の物体が元のビンとは全く異なる役割を持つようになることで、羽化や変化の意味がより直感的に伝わるようになる。このようなフィードバックを基に、孵化や羽化のテーマを再定義し、プロトタイプの表現力をさらに高めることが必要である。展示では、プロトタイプの機能やデザインの可能性についてもさまざまな意見が寄せられた。例えば、「車のホイールに壊れても修復可能な材料として活用できそう」や「発話と連動してプロトタイプを変化させることで、ポジティブな感情を得られる仕組みを作れるのではないか」という実用性に基づく提案が挙げられた。また、「人工物が感情に反応して変化する仕組みは、マインドフルネスや心理療法の道具としても応用できる」という意見もあり、より広範な可能性が示された。

3.4.3 課題と成果

第二プロトタイプの開発と展示を通じて得られた成果の中で最も重要な点は、孵化と羽化というテーマの選択において方向性を明確に定める契機となったことで

ある。展示では、「羽化」というテーマよりも「孵化」の方が来場者にとってイメージしやすく、直感的に理解できるという意見が多く寄せられた。このフィードバックを受け、今後のプロトタイプ開発では「孵化」を主軸としたデザインコンセプトを構築することが決定された。この成果は、単なるテーマの選択にとどまらず、ユーザー体験やデザインの一貫性を強化する上での基盤となるものであり、プロジェクト全体の進展に大きな影響を与えるものである。一方で、第二プロトタイプにはいくつかの課題も浮き彫りとなった。その中でも特に顕著であったのは、プロトタイプの用途や考え方に関する指摘が多かった点である。来場者からは、プロトタイプが「間に合わせで作られた印象を与えている」との批判があり、設計の意図や目的が十分に伝わっていないことが課題として挙げられた。この批判は、プロトタイプが単なる動作や見た目の模倣に終始しており、その背後にあるテーマやメッセージが明確に示されていないことに起因していると考えられる。また、プロトタイプが表現する生物の「変態」という過程と、それがユーザーに与える感情との間に一貫性が欠けているという指摘もあった。生物の変態は、生命が持つ劇的な変化や進化を象徴するものであるが、第二プロトタイプでは、その本質的な要素が十分に反映されていなかった。このため、プロトタイプが持つ変化の動きがどのような感情や物語を喚起するのかについて、明確なビジョンを持つ必要性が示唆された。そして、何度も膨張と収縮を繰り返し行った影響で外装の殻が取れてしまうアクシデントが多発した。これらの課題を克服するためには、次のプロトタイプ開発において、孵化というテーマの核心を深掘りし、それがどのような形でユーザーに伝わるべきかを慎重に検討することが求められる。単に形態が変化する動きにとどまらず、変化そのものが持つ意味や感情をユーザーが直感的に受け取れるような表現を目指すべきである。第二プロトタイプで得られたフィードバックは、プロトタイプの設計やテーマの再考を促す貴重な機会となった。特に、孵化を中心とした方向性を定めることで、プロジェクトの目的がより明確化され、次のステップへの足掛かりが得られた。今後は、変態の過程をより深く掘り下げ、それに基づいた一貫性のあるデザインと感情表現を融合させることで、プロトタイプの完成度を一層高めていく必要がある。

3.4.4 展示: メーカーフェア 2024

メーカーフェア 2024 では、第二プロトタイプをベースにした改良版を展示した。この改良版は、ビンの外装が耐久性に欠けるという前回の課題に対処するため、ネオジム磁石を使用して外装を固定する構造を採用した点が特徴である。この変更により、外装が以前よりもしっかりと固定され、プロトタイプ全体の耐久性が向上したと考えられる。しかしながら、展示に使用したプロトタイプは前回と同じものであったため、経年劣化が進み、ほとんど機能しない状態での展示となった。この劣化は、特にプロトタイプの主素材であるエラストマの柔軟性や耐久性が大幅に低下していたことが主因であり、動作のスムーズさや膨張と収縮の再現性に影響を与えた。このため、来場者には本来のプロトタイプの動きや意図を十分に伝えることが難しかった。

3.4.5 課題と成果

・ 成果

メーカーフェア 2024 での展示を通じて得られた成果の一つは、エラストマが破損した際にも、外装を取り外して修復を行える構造が有効であることを確認できた点である。展示中、エラストマが何度も破けるというトラブルが発生したが、そのたびに外装を取り外し、プロトタイプの修復を繰り返すことで、再利用可能な設計の実現性を示すことができた。この成果は、プロトタイプの耐久性や保守性を向上させるための設計改善に役立つ知見を提供したといえる。

・ 課題

一方で、展示を通じて明らかになった課題として、使用した素材の選定が適切ではなかった点が挙げられる。第二プロトタイプでは日常的な人工物としてのビンを設定していたが、実際には選択した素材や構造が日常の使用に馴染むものではなく、プロトタイプの動作や意図が伝わりづらい結果となった。特に、エラストマの耐久性が低下したことで、動作の再現性やデザインの一貫性が損なわれたことが課題として浮き彫りとなった。さらに、ビンという形状自体が日常的であることを意図していたにもかかわらず、選択した素材や作り方がそれに見合ったものではなかった。



図 3.4 第二プロトタイプの改良

ため、来場者にとって親しみやすい印象を与えることができなかった。これにより、プロトタイプが「日常的な人工物として機能する」という当初のコンセプトとの間にギャップが生じた。今回の展示で得られた成果と課題を踏まえ、次のステップとして、素材の選定をより慎重に行い、耐久性や日常性を兼ね備えたデザインを追求する必要がある。特に、動作の再現性や保守性を向上させると同時に、プロトタイプが使用シーンを想像しやすい形状や素材を採用することが重要である。また、来場者のフィードバックを基に、プロトタイプのコンセプトを再考し、日常的な人工物としての親和性を高める方向で改良を進めるべきである。メーカーフェア 2024での展示は、プロトタイプの耐久性や保守性に関する重要な知見を得ると同時に、素材やデザインの課題を浮き彫りにする機会となった。これらの知見を活かし、次のプロトタイプではより完成度の高い製品としての形を目指していくことが求められる。

3.5. 第三プロトタイプ

第三プロトタイプは、第二プロトタイプから大きな転換を遂げたデザインである。このプロトタイプでは、物体そのものを変化させるのではなく、その物体を収める「箱」の変化に焦点を当てた。この転換は、「物が直接動かなくても、箱が動けばその中に入っている物に生命感を感じる」という新たなコンセプトに基づいている。このアプローチにより、物体自体に変化を与える試みから、箱そのものが生物的な動きを通じて物体を引き立たせるという方向性へと移行した。第二プロトタイプまでの試みでは、物体自体を膨らませることで生命感を表現していたが、この方法が実用的な価値を持つことは少なく、むしろ限界が明確になった。この反省を踏まえ、第三プロトタイプでは中に収められている物体を「孵化」という動きで演出し、ユーザーにとって大切に扱いたくなるような体験を提供することを目指した。これにより、生命的な動きが物体ではなく、その周囲の構造（箱）によって表現される新たなデザインアプローチが生まれた。また、従来のプロトタイプでは「物が脱皮したら面白いのではないか」という主観的な発想が基盤にあったが、このアプローチが一部のユーザーに「恐怖」や「不快感」を与える可能性があることが分

かった。これを受け、第三プロトタイプでは、デザインの文脈やビジュアル的な表現を通じて問題を解決する方向へとシフトした。この転換は、単なる視覚的な変化ではなく、ユーザーが「箱」の変化を介して物体に感情を抱くような、より洗練された体験設計を意識したものである。さらに、このプロトタイプでは、パッケージデザインの持つ弱点を探り、それを克服するためのデザインの転用が試みられた。特に、従来のパッケージが「静的」であることに對し、動きのあるパッケージが持つ潜在的な可能性に注目し、その動きを「孵化」という生物的なテーマと結び付けることで、単なる物体の保護や収納の枠を超えた新しいデザインを提案している。第三プロトタイプは、箱の変化を中心とした生命感の表現を通じて、物体そのものに新たな価値を付与し、ユーザーが物体に対して抱く感情を深めることを目指している。この転換は、従来のデザインアプローチの限界を乗り越え、新たなコンセプトに基づいた革新的な試みとして位置付けられる。

3.5.1 デザイン設計

第三プロトタイプのデザイン設計では、動きとビジュアル表現を組み合わせた「動く箱」のコンセプトを実現するための構造と機能が採用された。まず、黒い板を基材として使用し、箱の側面には割れた時の模様を描いた。これにより、箱が変化する際に視覚的なドラマ性を与えることを目指した。板材の加工にはレーザーカッターを使用した。具体的には、Xtool 社製の S1 密閉型ダイオードレーザーカッターを用い、電源を 95、速度を 20 に設定して精密な切り出しを行った。この加工により、箱のデザインに統一感と高い仕上がりの精度を実現した。箱の組み立てには、コニシ社製のボンドを使用し、各パーツを堅牢に接合した。内部構造については 2 種類のタイプを試作した。1 つ目はエラストマを内部に組み込んだタイプで、3M 製の VHB テープ（型番 Y-4910J）を用いて弾力的な動きを表現した。このタイプでは、エラストマの膨張と収縮が箱全体の動きに寄与するよう設計されている。2 つ目は、サーボモーターを内蔵したタイプである。このタイプでは、SG90 サーボモーターを使用し、動作の制御には Arduino を採用した。サーボモーターによる制御は、ランダムに左右 180 度回転するようプログラムされており、箱の内部で不規則な運動を生成する仕組みとなっている。さらに、サーボモーターの先端には 1cm ほどの木製

の棒を取り付け、この棒が箱の内部で左右に運動することで箱全体を動かす構造を構築した。この動きは箱が生きているかのような印象を与えることを意図しており、孵化や変化のテーマを表現するための重要な要素となっている。これらの設計により、第三プロトタイプは視覚的なインパクトと動的な要素を兼ね備え、箱そのものが生物的な存在感を持つようにデザインされた。この構造は、従来のプロトタイプの課題を克服し、より直感的かつ物語性のあるユーザー体験を提供するための新たな試みを示している。

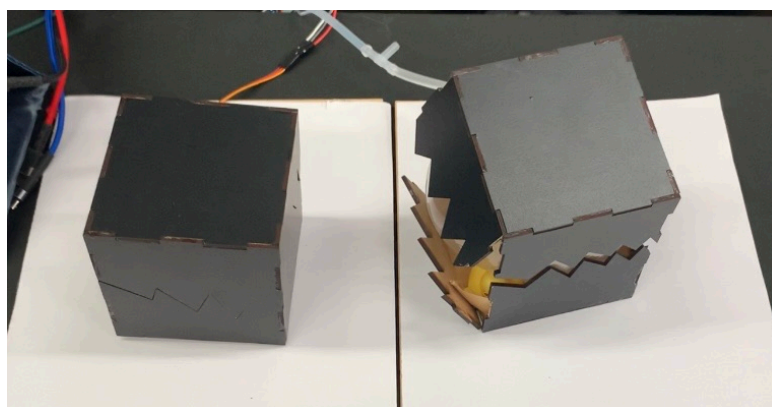


図 3.5 第三プロトタイプ (左: サーボモーター 右: エラストマ)

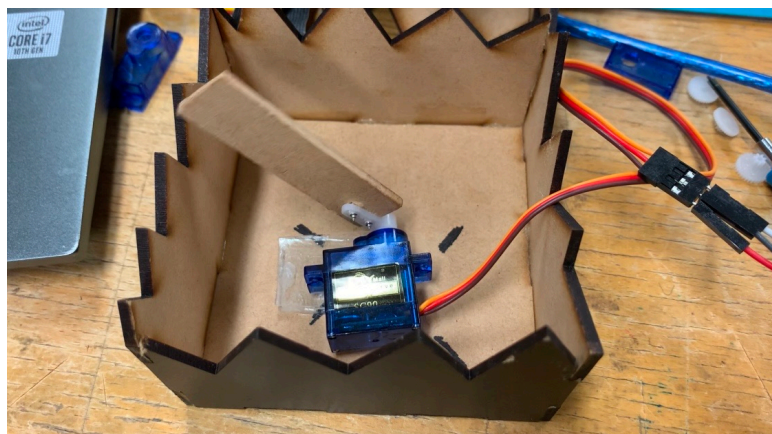


図 3.6 サーボモータータイプの内部構造



図 3.7 エラストマータイプの内部構造

3.5.2 展示:KMD フォーラム 2025

・概要

KMD フォーラム 2025 では、第二プロトタイプの改良版と第三プロトタイプを展示し、それぞれの設計や動作に対するフィードバックを収集した。この展示には、約 10 人の来場者が訪れ、外国人や子どもを含む多様な観客層から貴重な意見を得ることができた。来場者にはプロトタイプの動作を間近で観察し、触れる機会が提供され、それぞれのプロトタイプに対して多様な感想や指摘が寄せられた。第三プロトタイプに組み込まれたサーボモーターの動作について、来場者からは様々な感想が寄せられた。その中には、「コツコツと割ろうとするとところに孵化らしさを感じる」や「早く出たいと中の物が動いているように思える」といった、モーターの動きが孵化の緊張感やもどかしさを連想させるという肯定的な意見が含まれていた。また、「もどかしさを感じる」や「キレのある動きで非常にかわいい」との感想もあり、動きそのものが観察者に生命的な感情を引き起こしていることがうかがえた。一方で、「モーター音が孵化らしさを遠ざける」や「デジタル、ゼロイチ感がある」といった指摘もあった。これらの意見は、サーボモーター特有の機械的な動作や音が孵化の自然さを損なっているという課題を示している。また、「恐怖体験」や「気持ち的に違う」といった感想は、サーボモーターの動きが一部の観客にとって不快感や違和感を与える可能性を示唆している。これらのフィードバックは、動

作の設計や音の制御が自然な孵化感を生み出す上での重要な要素であることを示している。一方、エラストマを使用した動作については、より肯定的な評価が多く寄せられた。「生き物らしさを感じる」や「産まれてくる感がある」といった感想から、エラストマの滑らかな動きや柔らかな質感が自然な生命的印象を与えることがわかった。また、「フワーっという動き」「滑らかな動き、広がっていく動きが孵化らしい」といった意見は、エラストマの動きが孵化や誕生のテーマと調和していることを示している。さらに、「自然な感じで共感を持てる」「アナログ感が良い」との意見もあり、機械的なサーボモーターの動きとは対照的に、エラストマの動きがより親しみやすく、直感的に共感を呼び起こす要素として評価された。一方で、「ホラー感があって怖い」との指摘もあり、一部の観客にはその動きが不安感や恐怖を喚起する可能性も示唆された。このフィードバックは、動作の表現が適切に調整される必要性を示している。

表 3.1 フォーラムでのコメント

サーボモーター	エラストマ
コツコツと割ろうとするとところに孵化らしさを感じる	生き物らしさを感じる
早く出たいと中の物が動いているように思える	産まれてくる感がある
デジタル、ゼロイチ感がある	アナログ
鶏の孵化	昆虫の孵化
キレのある動きで非常にかわいい	自然な感じで共感を持てる
恐怖体験	寝ている感じがする、休んでいる
モーター音が孵化らしさを遠ざける	フワーっという動き、滑らかな動き、広がっていく動きが孵化らしい
孵化だと考えられるが気持ち的に違う	ホラー感があって怖い

3.5.3 課題と成果

第三プロトタイプの展示を通じて得られた成果としては、サーボモーターを使用したタイプとエラストマを使用したタイプのいずれも、多くの来場者から「孵化を感じる」という肯定的な意見が寄せられた点が挙げられる。このフィードバックは、それぞれのタイプの動きやデザインが、孵化というテーマを視覚的・感覚的に

伝える上で一定の効果を持っていることを示している。また、これら二つの異なるタイプを比較検討することで、人が孵化を感じる要素をさらに抽出し、デザインに応用できる可能性が見えてきた。一方で、課題も明らかになった。サーボモーターを使用したタイプについては、動きが機械的であるため、一部の来場者にとって孵化らしさを感じにくいという指摘があった。モーターの動きは、コツコツとした音や切れのある動きで緊張感やもどかしさを表現しているものの、機械的でデジタル感が強いため、孵化の自然な動きを想起させる点では不足があったといえる。エラストマを使用したタイプについては、インフレータブルな滑らかな動きが孵化の感覚をより自然に伝えることに成功し、多くの来場者が生命感や孵化らしさを感じる と評価した。ただし、このタイプにも課題が存在し、内部の構造が見えてしまう点や、動作中に発生する音が原因で、孵化の魅力を損なう可能性が示された。特に、動きの表現が一部の来場者に恐怖感を与えてしまうという意見は、今後のデザイン改良において慎重に考慮する必要がある。また、恐怖感と愛着という二つの相反する感情の間で、どのようにバランスを取るべきかという課題も浮かび上がった。孵化の過程が持つ緊張感や劇的な動きを維持しながら、ユーザーに愛着を持たせるデザインを実現するためには、動きや音、視覚的な要素をさらに精査し、調和させる必要がある。恐怖と愛着という二つの感情の境界線を探り、適切なバランスを見つけることが、次のプロトタイプの開発において重要な焦点となる。このように、第三プロトタイプの展示は、孵化を感じる要素を具体的に特定し、それをより自然で親しみやすい形に改良するための方向性を示す重要なステップとなった。次のプロトタイプでは、これらの課題を踏まえ、人が生命的な動きに対して抱く感情を的確に引き出せるようなデザインを目指す必要がある。

3.6. 最終プロトタイプ

第三プロトタイプを踏まえて、サーボモーターを使用したタイプは内部構造を改良した。具体的には中を取り出しても機構が見えないように厚紙で仕切りを作って設置した。また、安定して箱が動くように木の棒の先端を 0.5mm ほど長くした。エラストマを使用したタイプは 1cm ほど大きく切り出し、中の風船が箱の中で動

いていると悟られるのを防止するために全体を包み込んで膨らむようにした。これらの改良を踏まえて最終プロトタイプとし、検証実験を行った。その結果は、第4章にて記載する。

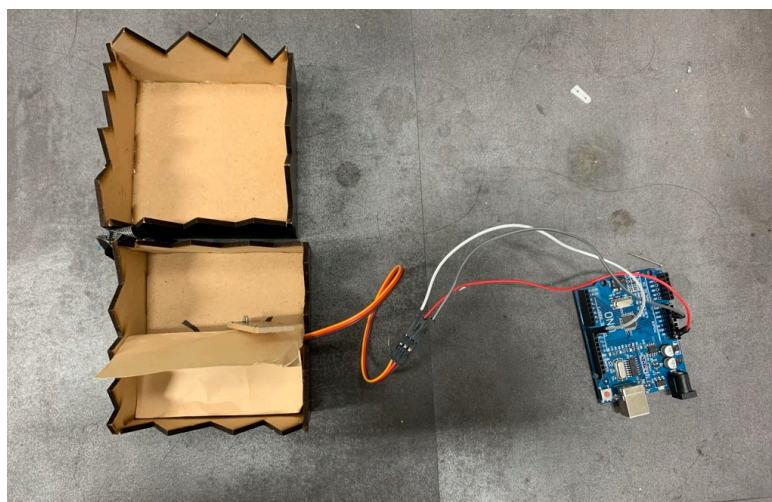


図 3.8 改良したサーボモータータイプの内部構造

3.6.1 サーボモータータイプの操作の仕方

Arudino のジャンパーワイヤーを 5V と GND に接続し、8 番ピンに繋げると 180 度ずつモーターが回転し、箱が等速で動き出す。9 番ピンに繋げるとランダムな角度でモーターが回転し、箱が変則的に動き出す。

第 4 章

検 証 方 法

4.1. 検証の目的

本実験の目的は「孵化らしい動きを持つ箱に入れた中身に対して愛着がどの程度影響するのか」という問いの元、中身、動き方の種類を変えることで印象の比較を行うことである。使用者が本実験を体験し、使用する箱の中身に対して愛着や生物感を抱くかを詳細に評価することである。同時に箱の動作が使用者の孵化らしさのイメージとどの程度相違があるのか評価する。特に、普通の箱と比較して孵化する箱に対してより強い愛着を感じるのかを明らかにすることを目指している。本検証を行うことで、孵化らしさを構成する普遍的な条件、中身が箱の動きによって愛着形成が変わることを知ることに役立つ。本研究における被験者は12名であり、男女比はそれぞれ男性6名、女性6名である。また、追実験における被験者は12名で、男女比は男性5名、女性7名である。被験者の年齢層は23歳から25歳の間に設定されており、この特定の層を対象に検証を進めた。これらの実験を通して以下の仮説に対しての考察を行う。

- 孵化らしさを演出する動きはサーボモーターかエラストマで再現できる
- 孵化の動きを取り入れた箱は、ユーザーにとって通常の箱と比べて愛着や親しみやすさを向上させ、物を大事にしたいと思う

4.2. ユーザーテストと実験概要

4.2.1 ユーザーテスト

実験では、被験者に対して孵化する箱と孵化しない箱に分け、それぞれの箱の中にある物に対して意思や愛着を感じるかどうかをテストした。被験者には椅子に座ってもらい、それぞれの箱を5秒間見つめてもらい、箱の中にある物を10秒間触ってもらう。その後、中に入っている物に対する感想や印象をアンケートで評価してもらい、この過程を10回以上繰り返す形でデータを収集した。

4.2.2 実験概要

実験は、10月28日から11月13日までの間にKMDのC3S07教室にて実施された。実験では、事前に準備された複数の箱を被験者に提供し、5秒間見つめた後、10秒間箱を触るという操作を繰り返してもらった。用意した人工物には5つの条件が設定されており、具体的には「普通の箱」「規則的に動く箱（モーターによる動きの場合）」「ランダムに動く箱（モーターによる動きの場合）」「ゆっくり動く箱（空気圧の動きの場合）」「はやく動く箱（空気圧の動きの場合）」を用意した。これらの条件を基に、各箱の中にある物に対する印象や感情の違いを詳細に評価し、結果を集めることで検証の目的を達成することを目指した。なお、実験の際には、カメラを用いて実験全体の流れを記録した。これにより、被験者が箱の中にある物に対してどのように反応したのかを視覚的に確認することが可能となり、アンケートデータと合わせて詳細な分析が行えるようにした。カメラ映像には、被験者が箱の中の物を見つめたり触れたりする際の動作や表情が記録されており、被験者の無意識の反応や行動を補足的に分析するための重要なデータとして活用された。

表 4.1 実験概要

項目	内容
実施期間	10月28日から11月13日まで
所要時間	1組につき30分
参加人数	12人
対象	大学院生
場所	協生館3階 C307 教室

4.3. 実験の流れと検証方法

4.3.1 実験の流れ

ユーザーテストは次の手順で進められた。孵化する箱を触った際の体験と、その中身を取り出したときの体験や評価を比較するために、各条件ごとに体験終了後にアンケート調査およびインタビューを実施した（表 4.2 参照）。参加者にはそれぞれ異なる箱と中身の組み合わせを順次体験してもらい、すべての条件を満たすよう設計された流れで行われた。また、見る順番で印象が変わるのを避けるために、アヒルを先に見せてから猫の小鉢を見せる順序と猫の小鉢を見せてからアヒルを見せる順序の二タイプを用意し、前半の6人に前者を体験してもらい、後半の6人に後者を体験してもらった。

4.3.2 検証方法

孵化を模した箱の動きを実現するため、サーボモーターとエアコンプレッサーを使用した。被験者には、中に入っているアヒルや猫型の小鉢を触った際の印象を評価してもらった。この評価は「誰かからもらったプレゼント」という前提条件のもとで行われた。実験では、中身が意思を持っているように感じるかどうかを調べることを目的とし、被験者がアンケートに回答している間に次のサンプルへとスムーズに切り替えを行い、バイアスを最小限に抑えた。また、体験時にモーターや空気音

表 4.2 ユーザーテスト順序

事前準備 (1 分)	
研究説明	1 分
本体験【アヒル or 小鉢】 (15 分)	
1 回目の体験	1 分
体験後アンケート記入	2 分
2 回目の体験	1 分
体験後アンケート記入	2 分
3 回目の体験	1 分
体験後アンケート記入	2 分
4 回目の体験	1 分
体験後アンケート記入	2 分
5 回目の体験	1 分
体験後アンケート記入	2 分
本体験 2【アヒル or 小鉢】 (15 分)	
1 回目の体験	1 分
体験後アンケート記入	2 分
2 回目の体験	1 分
体験後アンケート記入	2 分
3 回目の体験	1 分
体験後アンケート記入	2 分
4 回目の体験	1 分
体験後アンケート記入	2 分
5 回目の体験	1 分
体験後アンケート記入	2 分
体験終了後 (5 分)	
実験後アンケート，口頭インタビュー	5 分

が影響しないように, タイプ2~タイプ5(4章の4.3.3参照)ではホワイトノイズを流しながら実験を行った.

4.3.3 使用したプロトタイプ

実験では, 以下の5種類の箱のパターンと2種類の中身の組み合わせを用意した.

1. タイプ1: 普通の箱
 - 何も動かないただの箱.
2. タイプ2: 規則的に箱が動く (サーボモーターで動作)
 - 箱の動作が一定のリズムで制御され, 決まったパターンで動き続ける状態. 内部の木の板が180度左右に回転して箱を動く.
3. タイプ3: ランダムに箱が動く (サーボモーターで動作)
 - 箱の動作が一定のパターンを持たず, 不規則に変化する状態. 内部の木の板が180度の範囲の中でランダムに角度を選んで箱を動く.
4. タイプ4: ゆっくり箱が動く (エアコンプレッサーで動作)
 - 空気の圧力を用いて, 箱がゆっくりとした動作を示す状態. 3秒間空気の噴出口を塞いだり離したりする動作を繰り返す.
5. タイプ5: 速く箱が動く (エアコンプレッサーで動作)
 - 空気の圧力を用いて, 箱が小刻みに動く状態. 1秒間隔で空気の噴出口を塞いだり離したりする動作を繰り返す.

また, 中に入れる物も2つのパターンで取りそろえた.

1. アヒル

- 生物的で既視感を感じやすいアイテム

2. 猫型の小鉢

- 非生物的でもらったら嬉しいと思えるアイテム

サーボモーターを使用した箱は鳥のような「コツコツ」とした動きを再現し、エアコンプレッサーを使用した箱は昆虫や爬虫類を想起させる「じわっとした」動きをさせた。

4.3.4 データ収集法

データ収集は、以下の手法を用いて行われた。

1. アンケート

- ・被験者には5段階評価のアンケートを記入してもらい、各条件の体験ごとに感想や印象を記録。
- ・自由記述欄を設け、定量的なデータに加え、個々の体験や感覚についての定性的なデータを収集した。

2. 行動観察

- ・実験中、被験者の行動や発言をカメラで記録し、データ分析の際に活用した。これにより、アンケート結果に含まれない微細な反応や動作も分析対象に含めた。

3. インタビュー

- ・アンケート回答後に簡単なインタビューを実施し、被験者の感想や改善点の提案を直接収集した。このインタビューの内容は、実験の改良や後続研究の参考データとして活用された。

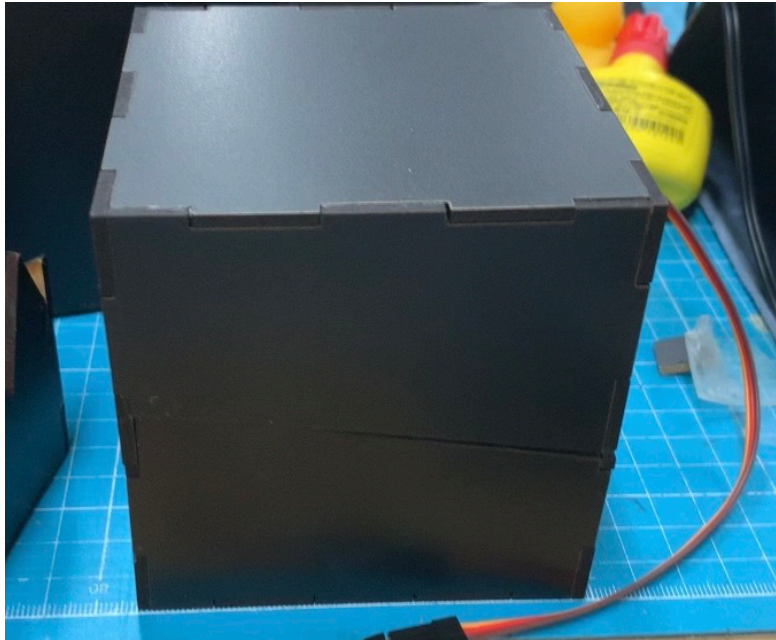


図 4.1 タイプ1

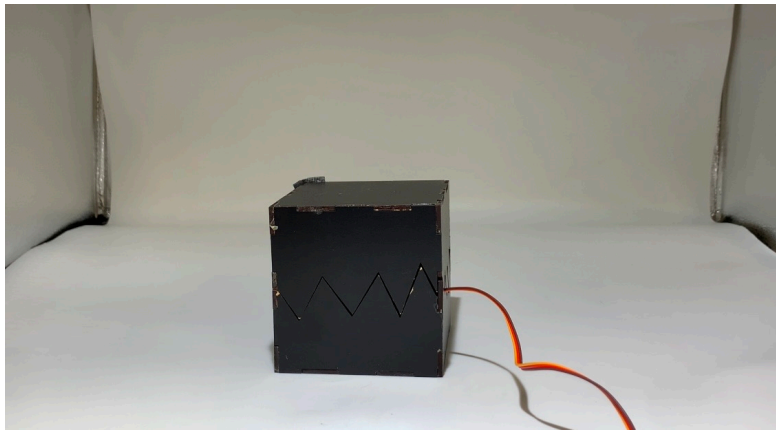


図 4.2 タイプ2~タイプ3 動き方1

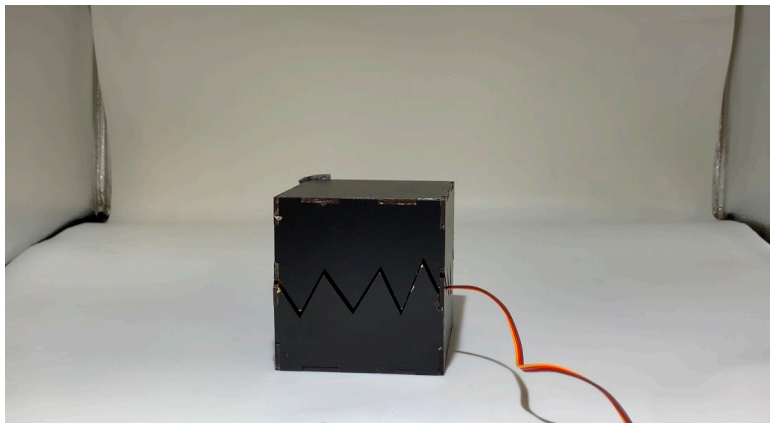


図 4.3 タイプ2～タイプ3 動き方2

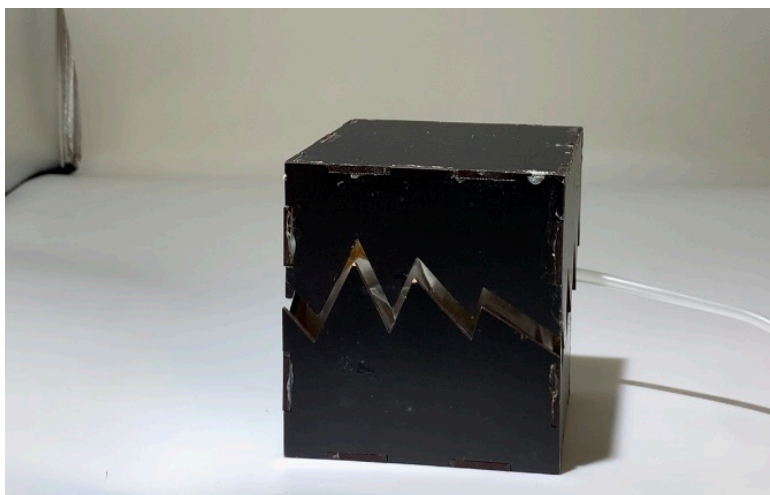


図 4.4 タイプ4～タイプ5 動き方1



図 4.5 タイプ4～タイプ5 動き方2

4.4. アンケート内容

実験に参加した12名全員には、2種類のアンケートに回答してもらった。アンケートは各体験ごとに7問が設定され、全10体験の合計で70問から構成されていた。これにより、各条件下での被験者の感覚や感情を詳細に把握することを目指した。

- アンケート

各項目に対して、以下の5段階評価で回答してもらった。

- － 5: 非常にそう思う
- － 4: そう思う
- － 3: どちらともいえない
- － 2: あまりそう思わない
- － 1: 全くそう思わない

- アンケート内容の特徴

- － 1: 中身や箱に対する印象（例：「中に入っている物が意志を持っているように感じた」）。
- － 2: 箱の動きに対する評価（例：「箱の動きは生物的であると感じた」）。
- － 3: 使用体験後の感情（例：「箱を触った後, 親しみを感じた」）。

- 中身の変更時の対応

箱に入っている物が異なる場合には, それに応じた内容で別の種類のアンケートを記入してもらった. これにより, 中身が被験者の感覚に与える影響を独立して評価することが可能となった.

表 4.3 体験後アンケート (アヒルの評価)

質問番号	質問内容
Q1	アヒルが意思を持って動いていると思いましたか？
Q2	アヒルに親しみやすさを感じましたか？
Q3	アヒルを燃やしたり, 壊すのは悲しいですか？
Q4	アヒルに対してポジティブな感情がわきましたか？
Q5	アヒルに対してネガティブな感情がわきましたか？
Q6	箱から孵化を感じましたか
その他	その他に何か感想, 質問やコメントがあればお願いします.

4.5. 実験結果

アヒルと小鉢の評価を 5 段階評価で出力した. それぞれの平均値を出して, タイプ 1 よりも親しみやすさがあるのか定量的に評価をした. また, 自由記述欄でいただいたアンケートにて定性的な評価を得ることができた.

4.5.1 体験を通してのコメント (アヒル)

- タイプ 1

表 4.4 体験後アンケート (小鉢の評価)

質問番号	質問内容
Q1	小鉢が意思を持って動いていると思いましたか？
Q2	小鉢に親しみやすさを感じましたか？
Q3	小鉢を燃やしたり, 壊すのは悲しいですか？
Q4	小鉢に対してポジティブな感情がわきましたか？
Q5	小鉢に対してネガティブな感情がわきましたか？
Q6	箱から孵化を感じましたか
その他	その他に何か感想, 質問やコメントがあればお願いします.

表 4.5 インタビュー内容

質問番号	質問内容
Q1	孵化する箱を触って普通の箱よりも印象は変わりましたか？
Q2	実験やプロトタイプの改善点を教えてください
Q3	普通の箱よりも孵化する箱の方が愛着が湧いたり, 大切にしたいと思いましたが？

表 4.6 アヒルに関するアンケート結果の平均値 (1~5 の 5 段階)

	タイプ 1	タイプ 2	タイプ 3	タイプ 4	タイプ 5
Q1	1.25	1.833	2.417	2.833	2.833
Q2	2.5	2.917	3.0	3.667	3.333
Q3	3.917	4.0	3.917	4.417	4.417
Q4	2.417	2.75	2.833	3.333	3.083
Q5	1.583	1.583	1.75	1.417	1.5
Q6	1.167	2.167	2.417	3.583	2.917



図 4.6 実験の様子

表 4.7 小鉢に関するアンケート結果の平均値（1～5 の 5 段階）

	タイプ 1	タイプ 2	タイプ 3	タイプ 4	タイプ 5
Q1	1	1.75	2	2.833	2.833
Q2	2.167	2.667	3.083	3.0	3.167
Q3	3.417	3.417	3.583	3.75	3.833
Q4	2.667	2.75	3.083	3.083	3.417
Q5	1.25	1.5	1.5	1.583	1.5
Q6	1.083	2.333	2.5	3.583	3.167

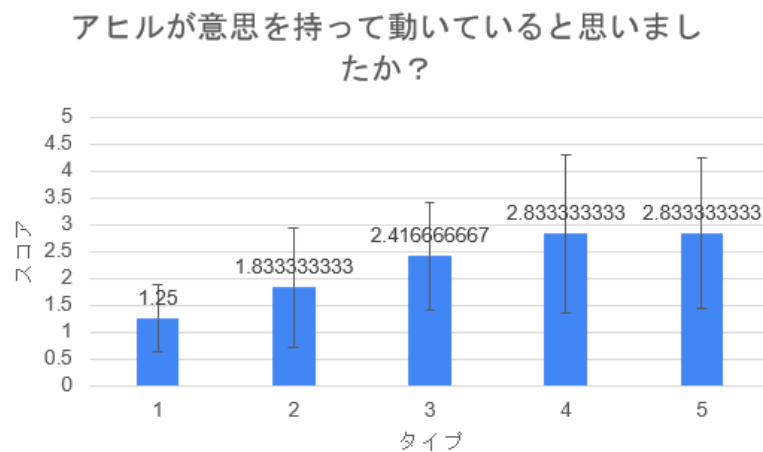


図 4.7 Q.1に関するグラフ (アヒル)

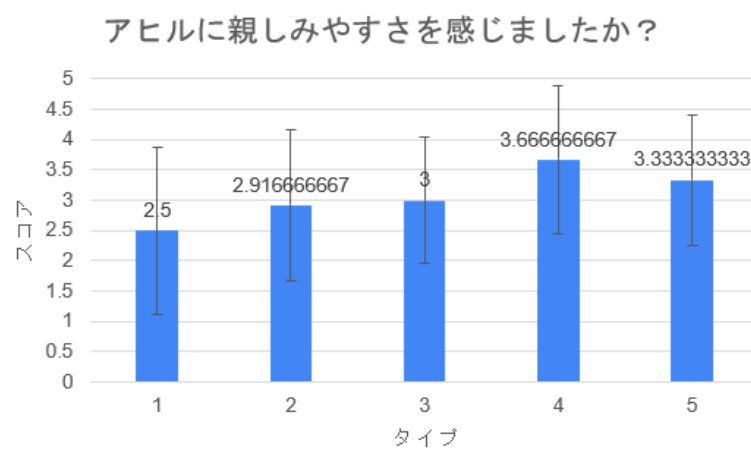


図 4.8 Q.2に関するグラフ (アヒル)

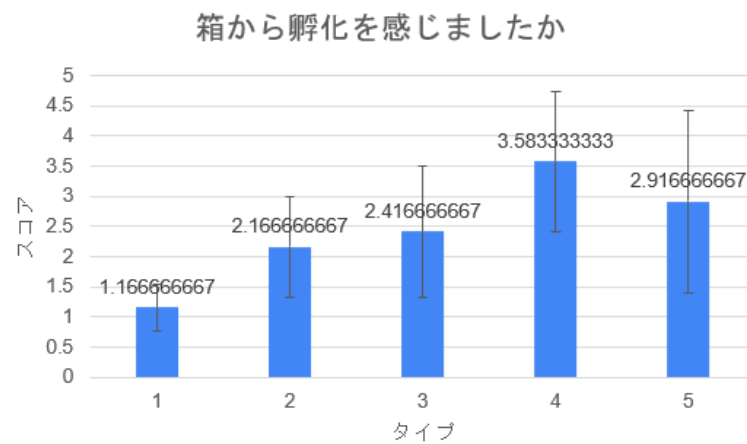


図 4.9 Q.6 に関するグラフ (アヒル)

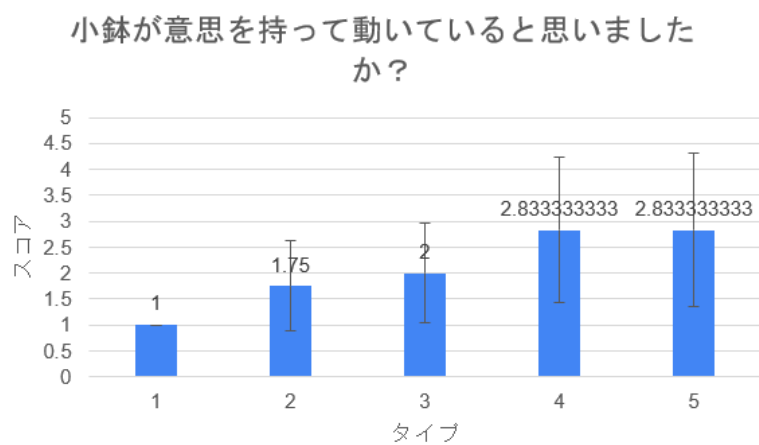


図 4.10 Q.1 に関するグラフ (小鉢)

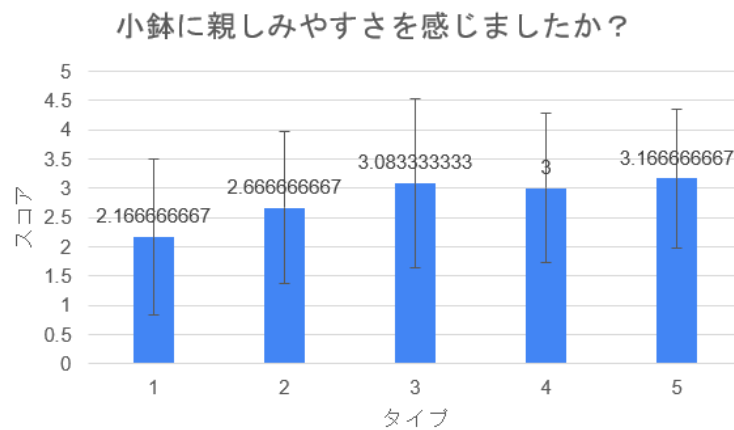


図 4.11 Q.2 に関するグラフ (小鉢)

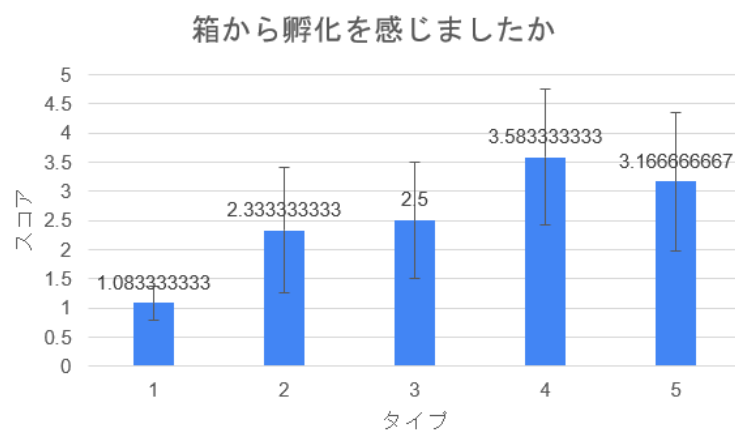


図 4.12 Q.6 に関するグラフ (小鉢)

－ ポジティブな印象:

- * 少しホコリが付いていたので、ネガティブな感情が湧いた。でも、かわいいなと思った。
- * アヒルを見るとプレゼントを送ってきた人のことを思い出す。
- * 先程とは変わり中がアヒルで驚いた。

－ 中立・特になし:

- * よく見るアヒルだなと思った。
- * 特になにも感じなかった。箱から取り出したなあ〜って感じ。
- * ポジティブにもネガティブにも感情は湧かなかった。

－ ネガティブな印象:

- * 特になし。

● タイプ2

－ ポジティブな印象:

- * 1回目のアヒルよりも大きくて「おおっ!」となったが、「1回目に見たアヒルと同じか」という気持ちも生じた。
- * アヒル自体動けばもっとリアルと思う。
- * 卵からアヒルが産まれた感じがした。

－ 中立・機械的印象:

- * 孵化というよりアニメーションっぽい動きと感じた。
- * 箱だけが動いている感じがした。
- * 箱のカタカタを中のアヒルがやっていたんだと、アヒルを見た時にそう見えた。

－ ネガティブな印象:

- * 背後の仕組みが見えている状態だったので、リアルに孵化している感じはなかった。

- * 機械的な動きに感じた.

- タイプ3

- ポジティブな印象:

- * タイプ1よりは生きている感じがした.
- * 孵化まで行かないが, なにか生きているものがある感じはした.
- * アヒルが産まれる前の予兆のように感じた.

- 中立・機械的印象:

- * 3回同じアヒルを見ているが, 親しみは感じず, 「また見たことあるやつだ」というネガティブな感情が出た.
- * タイプ2と箱の揺れが似ていて, タイプ2の時ほど驚きは感じなかった.

- ネガティブな印象:

- * 箱が不規則なリズムだったので, 孵化のリアルさはやや上がったと思うが感情移入は薄い.

- タイプ4

- ポジティブな印象:

- * 箱が本物の卵みたいな動きをしていたので, アヒルも本物の生き物みたいに大切にしなきゃという気持ちになった.
- * アヒルがチラッと見えて本当に孵化を見ているような経験だった.
- * タイプ2,3よりも動きが曲線的で, 箱の中の子アヒルの動きが連想された.

- 中立・工夫への期待:

- * もし膨らむやつがアヒル自体なら結構面白いかも.
- * 箱自体が生きているようなイメージを感じた.

- ネガティブな印象:

- * エラストマが箱を動かしている感じが強くて孵化感が薄れた.
- * 箱の動きが奇妙であった.

- タイプ5

- － ポジティブな印象:

- * 箱の動きが心臓の鼓動と近いように感じた.
 - * 4回目の方が新鮮さを感じた.
 - * 箱の振動がワクワク感を与えた.

- － 中立・工夫への期待:

- * 不規則な早い動きが孵化感を弱めたと感じた.
 - * 箱が生きているイメージを感じた.

- － ネガティブな印象:

- * エラストマが箱を動かしている感じが強かった.
 - * テンポが早いと孵化を感じにくかった.

アヒルと孵化の文脈が接続した際に孵化をしていると感じる結果だった。タイプ4では中身のエラストマに影響されて生命感が減衰することはあったが、リアルな孵化を思い浮かべる被験者が多く、肯定的な意見だった。一方でタイプ2～3はアニメーションのような動きで人によって孵化を感じたり、遠ざかるようだった。また、箱自体が孵化をしていて中身が孵化しているように思えないという意見も多くあった。中の仕組みが見えることも孵化から遠ざかる要因となっている。

4.5.2 体験を通してのコメント (小鉢)

- タイプ1

- － ポジティブな印象

- * 温かみのある色使いや猫が好きなことから親しみを感じた.
 - * かわいい猫の陶器だからポジティブな印象を受けた.

- * 妹が好きなキャラクター(ハチワレ)と似ており親しみを感じた.
- * 小鉢自体のデザインに目が惹かれた.

－ 中立・工夫への期待

- * 箱が大きいが小鉢が小さいので微妙な感じがした.
- * 小鉢があるなあという感覚.
- * 箱に何が入っているのか気になったが,開けても特に驚きはなかった.

－ ネガティブな印象

- * 特に感じなかった.
- * 物だなという感覚しかなかった.

● タイプ2

－ ポジティブな印象

- * 箱が動いているという意外性が親しみやすさに繋がった.
- * 箱が卵の殻のように感じ,何が出てくるかワクワクした.
- * Hatchimals のような遊びを連想した.

－ 中立・工夫への期待

- * リズムがもっと自然だと,小鉢が意思を持っているように感じられたかもしれない.
- * 箱そのものの孵化感は感じられたが,小鉢には孵化感がなかった.
- * 箱がうるさいと感じた.
- * 小鉢の顔が見えないため,意思と繋がりにくかった.

－ ネガティブな印象

- * タイプ1の箱と大きな変化を感じなかった.
- * 特に感じなかった.

● タイプ3

－ ポジティブな印象

- * 動きがランダムで, 生物らしさが出ていた.
- * 箱が動いていることで, 生きている感じがした.
- * 卵を連想させる割れ目が動いていて, アニメやマンガの卵を思い出した.

－ 中立・工夫への期待

- * 隙間から小鉢の一部が出てきたら面白いと思った.
- * 動きに新鮮さがなく, ポジティブな感情を持ちにくかった.

－ ネガティブな印象

- * 箱からの孵化感が消えた.
- * 特に感じなかった.

● タイプ4

－ ポジティブな印象

- * 箱の動きが呼吸のようで自然に見えた.
- * 息をしている感じが強く, リアルに感じた.
- * プレゼントをもらう場面で使うと効果的だと思った.

－ 中立・工夫への期待

- * 横にも動くによりリアルになりそう.
- * 小鉢が生きている感じはあまりしなかった.
- * 膨らむ様子が気持ち悪いと感じた.

－ ネガティブな印象

- * エラストマが押し出しているようにしか見えなかった.
- * 箱が動くのに中身が動かないことに違和感を感じた.

● タイプ5

－ ポジティブな印象

- * 箱が小刻みに動いていて生命のエネルギーを感じた.
- * プレゼント以外の面白いシーンに活用できると感じた.
- * 動きがリアルで良かった.

－ 中立・工夫への期待

- * インフレーターブルが見えにくく, タイプ4より気持ち悪さが少なかった.
- * 箱の動き方が生き物のようだった.

－ ネガティブな印象

- * 孵化感はなく, ホワイトノイズのシミュレーションもよくわからなかった.
- * 動きが不規則で, 中のものがつぶれたように見えた.

アヒルと異なり, 肯定的な意見を見ても小鉢に孵化を感じたという被験者はいなかった. ネガティブな意見では違和感を感じるコメントが多い. また, モーターの音やエアコンプレッサーの音が影響して孵化から遠ざかるようだった. 猫の小鉢に孵化を感じないからこそ, 箱の動きに焦点を当てたコメントが多かった. タイプ4はアヒルと同じで呼吸の動きから生命感を感じると同時に, 気持ち悪さを感じるようだった.

4.5.3 アンケート結果を踏まえて

特に, Q.6「箱から孵化を感じましたか」のスコアは, 「孵化らしさ」の指標として重要な役割を果たしており, これを中心に分析を進めた. アンケート結果(図4.9, 図4.12)によると, アヒルおよび小鉢の評価で共通して, タイプ1のスコアは比較的低く, タイプ2およびタイプ3ではスコアが上昇した. さらに, タイプ4およびタイプ5は最も高いスコアを示した. 具体的には, アヒルに関してタイプ4は3.583, タイプ5は2.917, 小鉢に関してタイプ4は3.583, タイプ5は3.167と, 他のタイプを上回る結果となった. この結果から, タイプ4およびタイプ5の動きの特徴が「孵化らしさ」の印象を強化していると考えられる. タイプごとの動き方の違いは, 「孵

化らしさ」の印象に直接的な影響を与えていると考えられる。タイプ2とタイプ3では、動きがランダムかつより複雑になったことで、生物的な動きを感じやすくなり、スコアが上昇したと考えられる。特に、タイプ3のランダムな動きは「予測不可能性」を生み出し、これが孵化のリアリティを増す要因となった可能性がある。さらに、タイプ4およびタイプ5ではエラストマによる動きが採用されており、これは動きの大きさと滑らかさを実現していた。この点について、体験者のコメントの中に「箱が本物の卵のような動きをしていた」「呼吸のように見えた」という記述があり、エラストマの動きが生物の生命活動を連想させたことがうかがえる。特に、タイプ4では「孵化を見ているような経験」とのポジティブなコメントが見られ、ランダム性と動きの滑らかさが合わさることで強い印象を与えたことが考えられる。Q.1「意思を持って動いていると思いましたか？」とQ.2「親しみやすさを感じましたか？」にて、アヒルと小鉢共にタイプ4およびタイプ5がタイプ1よりも上回った結果となったことから愛着形成に効果的な影響を与えることが推察される(図4.7, 図4.8, 図4.10, 図4.11)。しかし、実験中において、一部のタイプで「箱の動きが小さくなる」といったトラブルが発生したことも記録されている。この点について、動きの大きさが孵化のリアリティに影響を与える可能性が高いため、動作不良がスコアを引き下げる要因になったと推測される。仮に、動作の安定性を確保し、動きをより大きく、滑らかにできていれば、さらに高いスコアが得られた可能性がある。

4.5.4 インタビューのコメント

本研究では、インタビューを通じ、体験者の感想を収集し、その特徴や改善点、愛着の形成に関する影響を探った。以下に、各項目を定性的に整理する。

1. 体験時の気づき

体験者は、タイプ4の箱から「自然に孵化していく感じがある。意志を持って動いていると思った」「生きている感じがした」「今は寝てるのかなとか色々な生き物っぽさを想像できました」というように、エラストマの動きが呼吸のように感じられ、生物らしさを増すことを指摘した。また、開封前に期待感が高まり、孵化の演出

にワクワクするという声があった。一方で、箱そのものの動きが印象的で、中身よりも箱に意識が向いてしまう場合もあった。音に関しては、モーター音が大きく、ホワイトノイズでは隠しきれないという問題が挙げられた。さらに、箱の隙間から中身が見えてしまうことで、没入感が低下するという指摘もあった。

2. 改善点

一定のリズムではなく、ランダムな動きを取り入れることで、より自然な印象を与えることが求められた。また、遮音性の向上が必要であり、モーター音を軽減することで没入感を高めることができる。視覚的演出については、中身や機構が見えない工夫を施し、特に開封時の期待感を維持することが重要とされた。さらに、孵化の意味合いや状況を明確にすることで、より感動的な演出が可能になると考えられる。箱から出てくる物のデザインについても、「開ける前に期待していたのに開けてからの出落ち感が否めなかった」「開けた時に動いていないので、感覚が戻ってしまう印象を受けた」「箱から生き物の感触を感じたのに、猫の小鉢はがっかりした」という声が多かったのに対して、「アヒルは生物に近い見た目で文脈に合っていてワクワクした」「アヒルが出てきて感動があった」という意見をもらい、アヒルのような生物らしく、期待を裏切らない形状であることが求められた。

3. 愛着の形成

孵化の新鮮さが影響し、初回体験時には守ってあげたいという気持ちが湧きやすいが、同じものが続くと慣れが生じ、愛着が薄れる傾向があった。文脈の影響も大きく、孵化の状況がポジティブな場面（恋人からのプレゼント、誕生日など）で行われるほど感動が増すと考えられる。また、改善点でも述べたように箱から出る物が期待と異なる場合、落胆が生じる可能性がある。触感や材質に関しては、硬いものよりも柔らかい素材の方が生物感を強調でき、より愛着が湧くことが示唆された。

4.5.5 インタビュー、アンケートの結果を踏まえて

本インタビューから、孵化する箱が愛着や驚きを生むためには、以下の要素が重要であることが分かった。

1. 動きの不規則性：一定のリズムよりもランダムな動きが生物らしさを演出する.
2. 遮音性の向上：モーター音が大きいと没入感が損なわれるため, 対策が必要.
3. 視覚的な隠蔽：機構が見えてしまうと, 孵化の神秘性が失われる.
4. 中身のデザイン：箱から出てくるのが生物らしく, 期待感を裏切らないことが重要.
5. シチュエーションの設定：孵化の意味合いや演出を適切な文脈で伝えることで, より強い愛着や感動を生む.

不規則な動きが生物らしさを表現する上で欠かせない要素であることが確認された. 一定のリズムではなく, 変則的な動きを取り入れることで, 生命感をより強く感じさせることができる. また, モーター音などの環境音が没入感を損なう要因となるため, 遮音性の向上が求められることも明らかになった. 視覚的な隠蔽を工夫することで, 孵化の神秘性が高まり, 体験者の期待を裏切らない演出が可能となる. 箱から出てくるもののデザインは, 孵化の演出と調和するよう工夫することで, より強い印象を与えられる. 孵化のシチュエーションを適切に設定することで, 愛着や感動を深める効果が期待できる. 演出の文脈を丁寧に設計することが重要である. 以上の点を考慮し, プロトタイプの改良と実験手法の再検討を行うことで, 孵化する箱の体験価値をより向上させることができると考えられる.

4.6. 追実験

本追実験では, 孵化する箱の動きが「孵化らしさ」をどの程度感じさせるのかを検証することを目的としている. これまでの先行実験では, 中身が孵化する動作によって人々の印象がどのように変化するかを検討した. しかしながら, この実験では中に入っている物に対する愛着を測定することが困難であることが判明した. ま

た, 中身に影響されて箱が孵化をしていると誘導尋問的なデザインになっており, 適切な評価ができていないという指摘があった. そのため, 最終的なゴールとしての愛着ではなく, 過程としての「孵化らしさ」に焦点を当てることで, 孵化する箱の動きそのものが孵化の印象を形成する要因となり得るかどうかを評価することになった. 孵化という現象は, 単なる物理的な変化にとどまらず, 生命の誕生や成長といった生物的・心理的な要素を伴うため, 人間がどのようにその過程を認識し, 感情的にどのような反応を示すのかを明らかにすることは, デザインやロボティクスの分野においても有意義な知見を提供すると考えられる. 本研究では, 孵化する箱の動きが持つパターンに着目し, 規則性やランダム性, 動作の速度や媒介する力の違いが, 被験者の主観的な評価にどのような影響を与えるのかを分析する.

4.6.1 実験の流れ

実験は, KMD ディスカッションルーム CS307 教室にて実施し, 1 月 20 日から 2 月 1 日までの期間で行う (表.4.8). 被験者の募集は M2 および M1 の学生を対象とし, FC (特定の研究プロジェクトに関わる学生) と FC 以外の学生を含めた 12 名が参加する. 実験では, 事前に準備された複数の箱を被験者に提供し, 10 秒間見つめてもらう動作を繰り返してもらった.

本追実験では次の手順で進められた (表.4.9). 事前説明は被験者に対し, 実験の趣旨を説明した上で, 「孵化とは何か」について自身の考えを思い浮かべてもらうよう促す. この段階で, 孵化に対する個人的なイメージを形成してもらうことを目的とする. 被験者は順番に 4 つの異なる動作パターンを持つ箱を体験し, それぞれの動作がどのように感じられるかを評価する. 各動作パターンを体験した後, 孵化らしさに関する主観的評価を記録するアンケートに回答してもらう. また, 遮音性を上げるためにヘッドホンの WH-1000XM5 (SONY 社製) のノイズキャンセリング機能を用いて, ホワイトノイズを流しながら実験を行った.

表 4.8 実験概要

項目	内容
実施期間	1月20日から2月1日まで
所要時間	1組につき20分
参加人数	12人
対象	大学院生
場所	協生館3階 C307 教室

表 4.9 ユーザーテスト順序

事前準備 (1分)	
事前説明	1分
本体験【アヒル or 小鉢】 (12分)	
1回目の体験	1分
体験後アンケート記入	2分
2回目の体験	1分
体験後アンケート記入	2分
3回目の体験	1分
体験後アンケート記入	2分
4回目の体験	1分
体験後アンケート記入	2分
体験終了後 (10分)	
口頭インタビュー	10分

4.6.2 検証方法

本追実験では,異なる動作パターンを持つ孵化する箱を用い,被験者にその動きを体験してもらった後にアンケートとインタビューを実施することで,孵化らしさの主観的評価を行う.具体的には,以下の4つの異なる動作パターンを設計し,それぞれが孵化の印象にどのような影響を与えるかを検討する.

1. タイプ2: 規則的に箱が動く (サーボモーターで動作)
 - 箱の動作が一定のリズムで制御され,決まったパターンで動き続ける状態.内部の木の板が180度左右に回転し箱を動かすこと.
2. タイプ3: ランダムに箱が動く (サーボモーターで動作)
 - 箱の動作が一定のパターンを持たず,不規則に変化する状態.内部の木の板が180度の範囲の中でランダムに角度を選んで箱が動くこと.
3. タイプ4: ゆっくり箱が動く (エアコンプレッサーで動作)
 - 空気の圧力を用いて,箱がゆっくりとした動作を示す状態.3秒間空気の噴出口を塞いだり離したりしたこと.
4. タイプ5: 速く箱が動く (エアコンプレッサーで動作)
 - 空気の圧力を用いて,箱が小刻みに動く状態.1秒間隔で空気の噴出口を塞いだり離したりしたこと.

被験者は合計12名(男女含む)とし,実験の所要時間は約23分とする.被験者は各動作パターンを順番に体験し,それぞれの体験後にアンケートに回答する.さらに,体験終了後にインタビューを実施し,孵化の概念に関する自由記述やプロトタイプの評価・改善点についての意見を収集する.

表 4.10 インタビュー内容

質問番号	質問内容
Q1	あなたにとっての孵化とはどんなものですか？
Q2	あなたが思い描いた孵化に近いプロトタイプはどれでしたか？
Q3	孵化らしく感じることができず, 改善した方が良くと思うのはどれですか？
Q4	箱に限らず, 孵化する人工物の可能性をあげてください

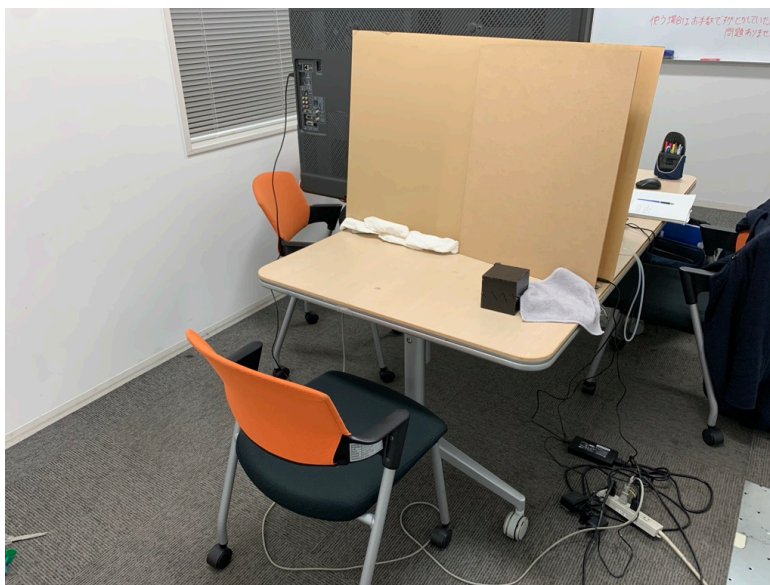


図 4.13 追実験の環境



図 4.14 追実験の様子

4.6.3 実験結果

1. 孵化のイメージ

インタビューの結果,多くの回答者は「卵に亀裂が入り,その内部から生命が誕生する様子」を孵化として認識していた.その際,亀裂の入り方には個人差が見られたものの,共通して「徐々に殻が割れ,内部の生物がゆっくりと動きながら誕生する」というイメージを持っていた.動きの特徴としては,一定ではなく,ランダムで不規則なリズムを伴う点が重要視されていた.また,回答者の中には,孵化する生物として鳥を想起する者が多かったが,一部には昆虫の孵化を想像し,「ゆっくりと膨らみながら開閉するような動きが孵化らしい」と感じる人もいた.

2. 孵化らしさを感じるプロトタイプの評価

孵化の動きを再現するために用意された複数のプロトタイプに対する評価を行った結果,孵化らしさを表現する上で重要となる要素が明らかになった.まず,タイプ3のようなランダムな動きを特徴とするプロトタイプでは,「緩急のある動きが孵化のリアリティを強調し,より没入感がある」と評価された.また,動きに一定の停止時間が含まれることが,より自然な孵化の表現につながることも示唆された.一方,タイプ4のようなゆっくりとした動きを重視したプロトタイプでは,「内部の半透明な膜が見え隠れすることで,孵化の過程をよりリアルに感じることができる」

という意見が見られた。さらに、タイプ5の小刻みな鼓動のような振動を伴う動きは、「生命の誕生を連想させる」として高く評価された。

3. 孵化らしさを感じられないプロトタイプの評価

一方で、孵化のイメージと乖離していると感じられたプロトタイプも存在した。例えば、タイプ2のような機械的で等速な動きをするものに対しては、「アニメーションのようでリアルさを感じられない」という意見が多数寄せられた。また、タイプ2～3の揺れが小さいものに関しても、「孵化のダイナミクスが不足している」と指摘された。さらに、タイプ4～5の心音や呼吸を連想させる動きについては、「孵化というよりは生き物の鼓動に見えてしまい、意図するイメージと異なる」との意見が見られた。動きが速すぎるものについても、「変化が唐突で、孵化のゆっくりとした過程を感じられない」という点が問題視された。こうした評価結果を踏まえ、孵化のリアリティを高めるためには、ランダムで緩急のある動きや、時折停止を伴う動作、小刻みな鼓動の表現が重要であると考えられる。また、「コツコツとした動き」と「ピクピクとした動き」を組み合わせることで、より孵化らしさが増す可能性が示唆された。

4. 孵化の動きを応用する人工物の可能性

インタビューでは、孵化の動きをどのような人工物に応用できるかについても意見を収集した。その結果、孵化の動きは「特別な時間を演出する装置」としての役割を果たし得るという考えが示された。具体的には、プレゼントの箱に孵化の動きを取り入れることで、開封の瞬間にワクワク感を与える演出が可能であるという意見があった。また、受験勉強のモチベーションを高めるための動く置物として活用し、努力の成果が形となる過程を表現する手段としての可能性も指摘された。さらに、目覚まし時計やオルゴールといった日常用品に孵化の動きを取り入れることで、生活の中に新たな刺激を加えるアイデアも提案された。加えて、エンターテインメント分野への応用も考えられた。例えば、遊園地の演出装置として孵化の動きを取り入れることで、特定のテーマに沿った世界観を強調することが可能である。また、抽選会の演出装置として活用することで、当選者が発表される瞬間の緊張感や期待感

を高めることができると考えられた。さらに、食事の際に子どもが苦手な食べ物を楽しく食べるための仕掛けとして孵化の動きを取り入れるといったアイデアも提案された。一方で、孵化の動きは特別な時間や演出に向いているものの、日常的なインテリアとしては適さないとの意見もあった。そのため、使用するシーンや目的に応じたデザインや機能の調整が必要であることが示された。

4.7. 議論と考察

本研究において重要な「孵化らしさ」「物を大事にしたい」について考察を行う。仮説として立てた2点について考察をする。

- 孵化らしさを演出する動きはサーボモーターかエラストマで再現できる
- 孵化の動きを取り入れた箱は、ユーザーにとって通常の箱と比べて愛着や親しみやすさを向上させ、物を大事にしたいと思う

4.7.1 検証: 孵化らしさ

実験結果および体験者のコメントを踏まえ、以下の改善案が「孵化らしさ」のさらなる強化につながると考えられる。動きが小さくなるトラブルを防ぐため、ハードウェアの改良が必要である。特に、サーボモーターやエラストマの動作範囲や強度の調整により、大きく滑らかな動きを安定して再現できるようにするべきである。また、追実験のアンケートやインタビューの結果から「不規則な動きに生物的な要素を感じる」「卵は一定間隔で動かないから、ランダムな動きとしてタイプ3がベストだった」という意見があり、ランダム性や非直線的な動きが生物的印象を与えることが明らかとなったため、これをさらに強化する動作パターンを設計することが有効である。箱の動きと体験者の行動（例：触れる、音を立てる）を連動させることで、体験者の関与を高めることができる。これにより、動きへの感情移入がさらに高まり、「孵化らしさ」をより強く感じられるようになると期待される。以

上の分析から、「孵化らしさ」を体験者に感じさせるためには、動きの大きさ、滑らかさ、ランダム性、緩急のある動きが重要であることが示唆された。特に、タイプ3およびタイプ4による動きは、ランダムな動きと滑らかさを内包しており、孵化らしさを強化する上で有効な手段と言える。二つのタイプを合わせたプロトタイプが望ましいと考察される。これらの特性をさらに活用することで、中に入っている物に対する感情移入を一層促進できる可能性がある。また、動作の安定性の確保やインタラクションの導入によるさらなる改善が求められる。

4.7.2 検証: 物を大事にしたい

本研究では、普通の箱よりも孵化する箱の方が、中に入っている物を大事にしたいという感情を引き出す可能性があると考えた。この仮説を検証するため、実験中の被験者の会話や行動を分析した結果、物を大事にしたいと感じるかどうかは、中に入っている物の種類によって異なることが示唆された。具体的には、猫型の小鉢に対しては、孵化のイメージが結びつきにくいため、一部の被験者が恐怖や調査の結果、孵化の演出が適切に機能することで、被験者に「生命が生まれる」という感覚を喚起し、物を大事にする意識を促進する可能性があることが示唆された。アンケートやインタビュー結果から、中に入っている物の種類が「物を大事にしたい」という感情に与える影響が明らかとなった。アヒルの場合、孵化のイメージが箱の動きと強く結びついたため、被験者の多くが「親しみやすい」「愛着を感じる」といったポジティブな感情を抱いていた。一方で、猫型の小鉢の場合、孵化のイメージとの関連が薄く、被験者が「無感情」あるいは「違和感」を覚えるケースが見られた。この違いは、箱の動きが中身の性質と一致しているかどうか、感情的なつながりに大きく影響を与えることを示している。例えば、アヒルについて「箱からチラッと見える動きが生命感を与えた」「孵化する様子を見て中のアヒルを守りたくなった」といったコメントが寄せられた(4.5.1)。これに対し、小鉢の場合は「孵化の動きが小鉢とつながらなかった」「物でしかないという感覚が強かった」との指摘が多く、中には「気味が悪い」といったネガティブな反応も見られた(4.5.2)。これらの結果は、中身が箱の動きや孵化のイメージと一致している場合に、被験者が中の物を大事にしようという感情を抱きやすいことを示している。孵化する箱

は単なる容器ではなく、「生命の誕生」という象徴的なイメージを持つ演出装置として機能していると本研究では考えている。特に、タイプ4およびタイプ5の動きは、エラストマによる滑らかで曲線的な動きが「呼吸」や「心臓の鼓動」といった生物的な活動を連想させることから、被験者に強い印象を与えた。これにより、箱と中身に対して心理的な距離が縮まり、「物を大事にしたい」と思わせる感情が喚起されたと考えられる。特に、アヒルに対する Q.3「アヒルを燃やしたり、壊すのは悲しいですか？」において、タイプ4およびタイプ5は高いスコアを示している（表 4.6）。一方で、小鉢の場合、同じ質問に対するスコアはアヒルよりも低く、被験者のコメントからも「物でしかない」という印象が強かったことが確認されている（表 4.7）。この結果は、孵化の動きが中身と関連付けられていない場合、愛着や保護の感情が生まれにくいことを示唆している。これらの結果から、「物を大事にしたい」という感情を引き出すためには、中身の選定が重要な要素であることがわかる。孵化する箱はその動きによって「生命が誕生する」という感覚を伝えることが可能であるが、その効果を十分に発揮するためには、中に入れる物が孵化の演出と適切に結びついている必要がある。アヒルの場合は卵から孵化するという生物学的な知識や先入観があるため、箱の動きとの関連が直感的に理解され、被験者が「命が生まれる」という感覚を持ちやすい。一方、小鉢のような非生物的な物の場合、孵化のイメージを直接的に喚起することが難しく、箱の動きが単なる機械的な動作として受け取られやすい。これにより、中身との感情的なつながりが希薄になり、「大事にしたい」という感情を引き出す効果が低下する。この考察では、「孵化する箱」が中に入っている物に対する愛着や「大事にしたい」という感情を引き出す可能性が示された。その効果を十分に発揮するためには、中身が孵化の演出と適切に関連付けられていることが重要であり、この点が物を大事にしたいという感情に直接的に影響を与えることが確認された。今後は、中身の選定基準を明確にし、箱の動きの工夫を加えることで、より多様な中身に対して「物を大事にする」感情を引き出す可能性を追求する必要がある。

4.7.3 中ではなく箱を動かす理由

木野ら（2006）によると、物に対する愛着が自己や他者との類似性や関係性を感じさせることで強化されることが示されている [26]. 箱全体が動くことで、ユーザーは箱そのものに対して生命的な印象を抱きやすくなる. この動きは、中に何かが「存在する」という感覚を強く喚起し、単なる容器としてではなく、意思や感情を持つ「他者」として認識される可能性が高まる. さらに、箱全体の動きは視覚的に大きなインパクトを持つ. 動きそのものがユーザーの注意を引きつけ、中にあるものに対する関心を高める効果がある. この点は、論文で物が「重要な対象」と認識されることが愛着形成に寄与するという指摘に対応している. 箱全体の動きによってユーザーの関心が引き出されることで、その中身への愛着形成がより深まると考えられる. また、箱全体が動くことで、擬人化が促進されるという効果もある. 動く箱に対して、ユーザーはその動きの背後に「意思」や「感情」を感じやすくなる. この擬人化された感覚は、箱とユーザーとの心理的距離を縮める. 論文では、物に対する愛着が擬人化を通じて強化されることが示されており、箱全体の動きはそのような関係性を構築するうえで重要な役割を果たすといえる.

4.7.4 孵化らしい動きの応用例

孵化の動きを取り入れたデザインは、インテリア、エンターテインメント、日常生活といった多様な分野に応用可能である. インテリアデザインにおいては、プレゼントの箱が開封時に卵が割れるような動きをすることで、驚きと感動を演出することができる. また、学習をサポートする置物に孵化の動きを取り入れることで、努力に応じて変化し、モチベーションを高める役割を果たす可能性がある. さらに、オルゴールに孵化の動作を組み込むことで、音楽の流れとともに視覚的な楽しみを加え、目覚まし時計においては時間の経過とともに徐々に孵化する演出を取り入れることで、目覚めの楽しさを提供できる. エンターテインメントの分野においても、孵化の動きは大きな可能性を持つ. 遊園地の演出装置に取り入れることで、テーマパークの世界観を強化し、観客に特別な体験を提供することが可能となる. 例えば、特定のイベントのクライマックスで孵化の動きを用いることで、没入感のある

ストーリー体験を創出することができる。また、抽選装置に孵化の要素を加えることで、当選発表の瞬間に驚きと期待感を演出し、観客の興奮を高める効果が期待できる。さらに、舞台装置や展示会においても、孵化の動きを活用することで、新しいデザイン表現の可能性が広がる。日常生活の中でも孵化の動きはさまざまな用途に活かすことができる。例えば、子供向けの食器や収納用品に孵化の動きを加えることで、食事や整理整頓を楽しいものに変えることが可能である。また、靴のデザインにおいては、歩くたびに孵化のような視覚的変化が起こる仕掛けを組み込むことで、日常の動作に遊び心を加えることができる。さらに、知育玩具に孵化の概念を組み込むことで、学習の過程で発見や成長の喜びを体験させることができる。孵化の動きを活用したデザイン研究においては、まず体験価値の向上を目指すことが重要である。孵化の動きを適切に取り入れることで、ユーザーに期待感や感動を提供し、特別な瞬間の価値を高めることができる。そのためには、どのような動きが孵化として認識されるのか、また、どの程度の動きが最適であるのかを実験的に検証する必要がある。そして、孵化の動きを実現するためには、メカニズムやデジタル技術との融合が不可欠である。センサーやアクチュエータを活用することで、時間の経過やユーザーの操作に応じて孵化の動作を実現することが可能となる。これにより、インタラクティブなデザインの可能性が広がり、体験の質を向上させることができる。さらに、孵化の動きが行動変容や教育に与える影響を探究することも重要である。特に、子供の学習支援や健康行動の促進に役立つデザインの可能性を模索することで、社会的意義のある研究へと発展させることができる。例えば、学習習慣の定着を支援する置物や、健康的な生活を促進するインタラクティブな製品の開発に応用することで、孵化の動きをより実用的なデザインへと昇華させることができる。以上のように、孵化の動きを取り入れたデザイン研究は、インテリア、エンターテインメント、日常生活といったさまざまな分野において、新たな可能性を生み出すものである。特に、特別な瞬間の価値を高めるデザインとして活用することで、ユーザー体験を豊かにすることができる。また、技術との融合によってより精緻な孵化の動きを再現し、インタラクティブな要素を加えることで、従来のデザインにはない新しい表現が可能となる。今後の研究においては、具体的な動きの設計やユーザーの反応の分析を進め、孵化の動きを最大限に活かしたデザインの可能性を

追求することが求められる.

第 5 章

結論と今後の展望

5.1. 総括

本研究は、人と物との感情的な結びつきを強めることを目的とし、生物の孵化の振る舞いを模倣した箱をデザインし、その効果を検証したものである。この箱は、サーボモーターやエラストマ素材を活用し、孵化の動きを再現することで、ユーザーに中にある物への愛着や「大切にしたい」という感情を引き起こすことを目指している。研究の結果、孵化を模倣する箱を通じて取り出された物に対して、ユーザーが通常の箱から取り出した場合と比較して、より強い愛着を抱く傾向が顕著に確認された。この傾向は、孵化を模倣する箱が持つ生命的な動きがユーザーの感情に深く作用したことを示している。特に、ランダムな動きを伴うサーボモーターを用いた箱と、遅い動きを伴うエラストマを用いた箱では、緩急のある動きや、その柔軟な質感やゆっくりとした動きがユーザーに生命らしさを強く印象付けた。この結果、ユーザーは中身だけでなく、箱自体に対しても親近感や特別な感情を抱くようになった。箱が単なる物体ではなく、意思や感情を持つ存在のように感じられる点が、この愛着形成に大きく寄与していると考えられる。この生命的な動きの要素は、ユーザーに中身が「生きているかのような」錯覚を与え、箱全体を通じて中身への興味や期待感を高めた。また、サーボモーターや、エラストマのランダムな動きが生命的な印象を強調する一方、その動きが完全に制御されたものでなく自然であるため、不気味さを感じさせず、ポジティブな感情を引き起こす要因となったと考えられる。この点は、箱全体の動きや動き方のパターンがユーザーの認識や感情に与える影響を分析するうえで重要な知見を提供している。加えて、参加者が文脈を理解した際に、箱が中身を「守り育てる存在」として認識されることで、ユーザーは中

に入っている物をより大切にしたいという感情を抱きやすくなることが明らかになった。このように、箱そのもののデザインが中身との関係性を深め、ユーザーの心に特別な印象を与える役割を果たしている。以上の結果から、孵化を模倣する箱の設計は、ユーザーに感情的な体験を提供し、物との新しい関係性を築くための強力なツールであることが確認された。このデザインアプローチは、単なる消費財としての製品設計を超え、愛着形成を目的とした製品やサービスの開発において重要なインスピレーションを与える可能性を秘めている。本研究の成果は、長期的にユーザーとの関係性を築く物のデザインにおける新たな可能性を示すものである。

5.2. 今後の展望

5.2.1 箱に対する希望

今後は、箱そのもののデザインをさらに洗練させ、より多様な使用場面に対応できるように改良していく必要がある。特に、中に入れる物が孵化のイメージと一致しない場合でも感情的な結びつきを生むデザインを模索することが重要である。そのためには、箱の動きや形状にさらなる工夫を加え、「孵化」の概念をより抽象化し、幅広い物に適用可能なデザインを考案することが求められる。特にタイプ3とタイプ4の動きを融合させた箱の開発に向けて着手したい。また、箱の内部構造が露出することで孵化感が失われるという課題についても、技術的な改良が必要である。インフレータブル構造の隠蔽や動作音の軽減など、よりリアリティを高める設計が求められる。これにより、箱そのものが物理的な容器にとどまらず、感情を喚起するデバイスとしての役割を果たすことが期待される。

5.2.2 動作のフィードバック

被験者のフィードバックからは、動作の規則性や速度が「孵化らしさ」に強く影響することが示された。特にゆっくりとした動きや、予測できないランダム性が感情的なつながりを高める傾向が見られた。この知見を基に、動作のパターンやフィードバックメカニズムをさらに細かく調整し、物が自ら「生きている」かのような

印象を与えるデバイスの開発を進めるべきである。また、ユーザーとのインタラクションを拡張する方法も考慮する必要がある。例えば、箱が中身の特徴に応じて動きを変える、あるいはユーザーの触れ方に応じて反応する機能を追加することで、より個別化された体験を提供できるようになるだろう。

5.2.3 インターフェースについて

本研究は、人工物に生命感を持たせることで、物と人間の関係性を深める新たな可能性を提示した。孵化を模倣した箱は、単なる道具ではなく、感情的な体験を提供するデザインとして、多くの可能性を秘めている。しかしその一方で、箱の動きや中身の選定、さらには使用者の期待を超える感動を生み出すための課題も明らかになった。今後の研究では、技術的な改良と新たな応用分野の開拓を通じて、孵化する箱をさらに発展させ、物と人間の間に関情的なつながりを創出するデザインの可能性を探求していくべきである。将来的には、この取り組みが、物を使い捨てる文化に変革をもたらし、物を大切にする社会の実現に寄与することが期待される。

謝 辞

本研究の指導教員であり、幅広い知見からの的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山岡潤一准教授に心から感謝いたします。私が困難に直面し挫けそうになる時も、最後まで可能性を信じて温かい助言をいただき、おかげさまで乗り越えることができました。研究の方向性について様々な助言や指導を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稲蔭正彦教授に心から感謝いたします。ご入学前から親身にご相談に乗ってくださり、この研究科で成果を残そうと努力を続けることができたのは、先生のご指導とご支援のおかげでございます。共に励まし合い研究に協力してくれた FutureCraftsProject や同期、先輩の皆さま、日々の生活を陰ながら支えてくれた家族のおかげで研究を進めることができ成果として収めることができました。特に本研究を遂行するにあたり、精神的な支えのみならず、食事の衛生面への配慮や研究室へ向かうまでの助言など、あらゆる面でサポートしてくれた母に深く感謝いたします。その温かい支えがなければ、本研究を無事に進めることはできなかったでしょう。本当にありがとうございました。

参 考 文 献

- [1] Hisao Nojima. Norman, d. a. (2004). emotional design: Why we love (or hate) everyday things. new york: Basic books. fujita, k. (ed.) (2007). affective science. kyoto: Kyoto university press. volume 15, pages 705–706, 2008.
- [2] H. L. Williams, M. A. Conway, and G. Cohen. Title of the paper (replace with actual title). volume XX, 2008.
- [3] Katherine W. Song and Eric Paulos. Unmaking: Enabling and celebrating the creative material of failure, destruction, decay, and deformation. In *Proceedings of the ACM CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, May 2021. ACM.
- [4] Marc Teyssier, Marion Koelle, Paul Strohmeier, Bruno Fruchard, and Jürgen Steimle. Eyecam: Revealing relations between humans and sensing devices through an anthropomorphic webcam. In *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '21, New York, NY, USA, 2021. Association for Computing Machinery.
- [5] Nanami Sakashita and Mitsunori Matsushita. Triggering a detour act using a character with kindchenschema factors. In *TBC2020009 Proceedings*, pages 1–10. Kansai University, 2020. Accessed: 2024-06-01.
- [6] Moe Watanabe and Miwa Nakanishi. 製品に対する愛着形成をねらいとした情報提供戦略の提案と検証. デザイン学研究 (*Bulletin of Japanese Society for the Science of Design*), 63(5):49–56, 2017. Accessed: 2024-06-01.

-
- [7] Kazuki Urata and Junichi Yamaoka. 生物の羽化を模倣したモノと共存するためのデザイン. In 情報処理学会 インタラクション 2024, 2024.
- [8] Mari Morita, Daisuke Iwai, and Tomoko Hashida. むけがらメトリ：半透明膜を用いたフォトグラメトリにより物体の表面を現実と異なるかたちで抽出・造形する手法. In 情報処理学会 インタラクション 2024, pages 1B–46. 情報処理学会, 2024. Accessed: 2024-06-01.
- [9] Kaito Nakamura, Takuto Akiyoshi, Yusaku Takahama, Kenta Takahashi, Kota Nieda, and Taishi Sawabe. Investigation of the effect of the egg-laying speed of a pseudo-egg-laying robot on young people for inducing a lifelikeness. In *Human-Agent Interaction Symposium 2024 (HAI Symposium 2024)*, Nara, Japan, 2024. Nara Institute of Science and Technology.
- [10] Takara Tomy. Woomo alive. <https://www.takaratomy.co.jp/products/woomoalive/>, 2024. Accessed: 2024-06-01.
- [11] Yuta Sugiura, Calista Lee, Masa Ogata, Anusha Withana, Daisuke Sakamoto, Yasutoshi Makino, Takeo Igarashi, and Masahiko Inami. Pinoky: A device that animates plush toys. *Information Processing Society of Japan Journal*, 57(12):2542–2553, 2016. Accessed: 2024-06-01.
- [12] Naoya Kimura. 愛着行動を示すコミュニケーションロボットのための人との関係性に基づくふるまいのマルチモーダル表現設計. Technical Report 17, 精密工学専攻, 2023. PDF document converted to BibTeX format.
- [13] Takanori Shibata. メンタルコミットロボット「パロ」の開発と普及: 認知症等の非薬物療法のイノベーション. *情報管理*, 60(4):217–228, 2017. Accessed: 2024-06-01.
- [14] Fumito Tsuji and Junichi Yamaoka. Grovot: 身近な日用品を用いたアバターロボットの提案. Master’s thesis, Keio University Graduate School of Media Design, 2023. 修士学位論文, 2023 年度メディアデザイン学 第 1062 号.

- [15] Satoru Osawa, Masahiro Ichino, Ryota Sakurai, Keisuke Shimakage, Tamaki Takeuchi, Yuichi Tamada, Hiromi Tomitsuka, Noriko Hirusawa, Ryo Kodama, Kyo Akabane, and Nobuya Suzuki. Hello wall: 生き物らしい動きをする壁と人とのインタラクションに関する基礎的研究. In 情報処理学会 インタラクション 2015, pages 950–953, 2015. Accessed: 2024-06-01.
- [16] Inc. GROOVE X. Lovot: A robot that touches your heart. <https://lovot.life/>, 2024. Accessed: 2024-06-01.
- [17] Sodateru Towel. 育てるタオル - オフィシャルサイト, 2024. Accessed: 2024-06-01.
- [18] Dear. 昔の僕が会いにきた, 2024. Accessed: 2024-06-01.
- [19] Jung Min Lee, Jongsoo Baek, and Da Young Ju. Anthropomorphic design: Emotional perception for deformable object. *Frontiers in Psychology*, 9(1829):1–12, 2018. Accessed: 2024-06-01.
- [20] Ars Electronica. emils - an exploration of ownership in ai and creativity, 2024. Accessed: 2024-06-01.
- [21] Donna Sgro. Metamorphic fashion: A transformative practice. 2014. Accessed: 2024-06-01.
- [22] Junichi Yamaoka, Ryuma Niiyama, and Yasuaki Kakehi. Blowfab: Rapid prototyping for rigid and reusable objects using inflation of laser-cut surfaces. In *Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '17)*, pages 461–469, Quebec City, QC, Canada, 2017. ACM.
- [23] Hiroki Kaimoto, Junichi Yamaoka, Satoshi Nakamaru, Yoshihiro Kawahara, and Yasuaki Kakehi. Expandfab: Fabricating objects expanding and changing shape with heat. In *Proceedings of the 14th International Conference*

- on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction (TEI '20)*, pages 153–162, Sydney, NSW, Australia, 2020. ACM.
- [24] Inc. Mitsui Chemicals. 拡張ファブリックの紹介 - 三井化学 molp, 2018. Accessed: 2024-06-01.
- [25] Kyushu University Faculty of Design. バイオミメティクスデザインワークショップ 2024 開催のお知らせ, 2024. Accessed: 2024-06-01.
- [26] Kazuyo Kino, Tatsuya Iwaki, Shigekazu Ishihara, and Hiroyuki Dekihara. モノへの愛着の分析: 対人関係とのアナログによる測定. 感性工学研究論文集, 6(2):33–38, 2006.