

Title	電子ペットによる感情支援のデザイン：デジタルコアと複数物理デバイスの連携を通じて
Sub Title	Design of emotional support through digital pets : exploring the collaboration between a digital core and multiple physical devices
Author	ソ, エンキョウ(Su, Wanqing) 杉浦, 一徳(Sugiura, Kazunori)
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1152号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40001001-00002024-1152

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

電子ペットによる感情支援のデザイン

— デジタルコアと複数物理デバイスの連携を通じて —



慶應義塾大学
大学院メディアデザイン研究科

蘇 エンキョウ

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。

蘇 エンキョウ

研究指導コミッティ：

杉浦 一徳 教授 (主指導教員)

加藤 朗 教授 (副指導教員)

論文審査委員会：

杉浦 一徳 教授 (主査)

加藤 朗 教授 (副査)

石戸 奈々子 教授 (副査)

修士論文 2024 年度

電子ペットによる感情支援のデザイン

— デジタルコアと複数物理デバイスの連携を通じて —

カテゴリ：デザイン

論文要旨

現代社会における孤独感の増加は深刻な社会問題となっており、感情的な支援を提供するバーチャルコンパニオンが注目されている。しかし、既存の製品は使用場所の制約やインタラクションの固定化といった課題を抱えており、柔軟な適応性や感情的一貫性を欠いていることが指摘されている。

本研究では、デジタルコア（Ghost）と物理的な端末（Shell）を分離する「Ghost & Shell システム」を提案する。本システムは、異なる環境においても感情的つながりを維持し、「同じ存在が異なる Shell に継続している」という体験を提供することを目的とする。具体的には、感情状態の引き継ぎ、UI および操作ロジックの統一、切り替え時の明確な演出（移行の視覚化）など、ユーザーに連続的な体験を与える設計要素を導入した。

システムの検証にあたり、2つのプロトタイプを開発し、段階的な評価を行った。プロトタイプ（一）では基本概念の初期検証を行い、ユーザーからのフィードバックを基に改善点を抽出した。プロトタイプ（二）では、家庭内用と外出用の2つの Shell を設計し、感情システムや記憶の引き継ぎ機能を実装することで、異なる環境間でのシームレスな体験を実現した。

本研究は、バーチャルコンパニオンにおける新たなデザインアプローチを示し、複数の端末を通じた感情的つながりの維持と拡張を可能にするものである。さらに、本システムの提案を通じて、技術的制約を超えた情緒的支援の在り方や、使用環境に応じた適応的デザインの重要性を示唆した。

今後は、長期的なユーザー体験を通じた感情的な絆の深化や、日常生活における広範な応用、さらには社会的孤独の軽減に寄与する可能性が期待される。これにより、バーチャルコンパニオンが人々の生活において真の「存在感」を持つ新たなステージへと進化することが望まれる。

キーワード：

電子ペット, 感情支援, 多端末切り替え, ユーザー体験

慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科

蘇 エンキヨウ

Abstract of Master's Thesis of Academic Year 2024

Design of Emotional Support through Digital Pets

— Exploring the Collaboration between a Digital Core and
Multiple Physical Devices —

Category: Design

Summary

The increasing sense of loneliness in modern society has become a significant social issue, highlighting the need for emotional support systems. Virtual companions have gained attention as a potential solution, providing emotional connection and companionship. However, current products face challenges such as limited adaptability to different usage scenarios and a lack of emotional consistency, resulting in an incomplete user experience.

In this study, I propose the Ghost & Shell system, a novel design approach that separates the digital core (Ghost) and the physical interface (Shell). The system aims to maintain emotional continuity across different environments, offering users a seamless experience of “the same presence” being transferred between multiple Shells. To achieve this, we incorporate key design elements such as emotional state continuity, unified UI and interaction logic, and visually recognizable transitions during the switching process.

To validate this system, two prototypes were developed and tested. Prototype 1 provided a basic implementation of the concept using simple physical devices and gathered initial feedback. Based on these insights, Prototype 2 was designed with two Shells—one for indoor use and another for outdoor use. This version included an emotional state system, memory continuity, and consistent interaction methods to ensure a smooth experience.

This study presents a new direction for virtual companion design, demonstrating the potential for maintaining emotional connections across multiple devices. The findings highlight the importance of adaptable design and emotional consistency in creating meaningful interactions. Future work will explore long-term emotional engagement, practical applications in daily life, and the potential to alleviate social loneliness. Through this approach, virtual companions can evolve to become more integrated and meaningful presences in people's lives.

Keywords:

digital pets, emotional support, multi-device switching, user experience

Keio University Graduate School of Media Design

Wanqing Su

目次

第1章 緒論	1
1.1. 研究背景	1
1.1.1 孤独感の現状と感情支援の必要性	1
1.1.2 バーチャルコンパニオンの可能性と役割	3
1.2. 研究の目的	4
1.3. 論文の構成	5
第2章 関連研究	7
2.1. 孤独の解釈	7
2.2. 感情のニーズとそのメカニズム	9
2.2.1 ペットと人間の関係	9
2.2.2 愛のメカニズム	11
2.3. 感情的つながりを促す理論とデザイン	12
2.3.1 人はコンピュータを人間として扱う理由	12
2.3.2 弱いロボット	13
2.3.3 感情の共感と余白	14
2.4. バーチャルコンパニオンの分類	17
2.4.1 バーチャルコンパニオンの分類	17
2.4.2 存在形態による分類	17
2.4.3 適用範囲による分類	19
2.4.4 まとめ	19
2.5. バーチャルコンパニオンの例	20
2.5.1 LOVOT	21

2.5.2	Paro	22
2.5.3	Aibo	22
2.5.4	ELIZA	23
2.5.5	Replika	24
第3章	現状分析	26
3.1.	現在の市場と製品の全体像	26
3.2.	使用場面と制約	27
3.3.	ユーザー体験の課題	29
3.4.	まとめ	30
第4章	デザインコンセプトとプロトタイプ	32
4.1.	Ghost & Shell のコンセプト	32
4.2.	プロトタイプ (一)	34
4.3.	プロトタイプ (二)	37
第5章	テスト結果の分析	44
5.1.	テスト概要	44
5.1.1	プロトタイプ (一) のテスト	44
5.1.2	プロトタイプ (二) のテスト	44
5.1.3	テストの制限と範囲	45
5.2.	アンケート結果	45
5.2.1	基本情報	45
5.2.2	切り替え認識	47
5.2.3	Shell の認識	49
5.2.4	感情的一貫性	52
5.2.5	ユーザー満足度	55
5.2.6	総合考察	58
5.3.	Prototype (二) の使用データ	60
5.3.1	結果の観察	61
5.3.2	結果の分析	61

5.3.3	まとめ	62
第 6 章	考察と結論	63
6.1.	研究の成果	63
6.2.	研究の意義	64
6.3.	研究の限界	65
6.4.	今後の課題	66
	謝辞	68
	参考文献	69
	付録	73

目 次

1.1	内閣府「人々のつながりに関する基礎調査」の結果	2
1.2	孤独・孤立対策ウェブサイト	3
2.1	ペット関連総市場規模推移と予測	9
2.2	ペットを飼いたい、または飼い続けたい理由	10
2.3	ELIZA（1966 年）。単純なルールベースのシステムを用い、心理療法士のような共感的対話を模倣した初期の対話型プログラム。	16
2.4	LOVOT 内部部品図	21
3.1	aibo 専用抱っこひも	28
3.2	LOVOT キャリーシート	28
3.3	LOVOT チャージスタンドセット	28
4.1	Ghost & Shell の基本構造：デジタルコアと物理的形態の分離設計	33
4.2	場面やニーズに応じて異なる Shell を選択できる	34
4.3	Ghost のデザイン	35
4.4	Ghost のデフォルメデザイン	35
4.5	プロトタイプ（一）	36
4.6	家庭用 Shell	37
4.7	外出用 Shell	37
4.8	Ghost が機械を操作するイメージ	38
4.9	Ghost の待機モード時の部屋デザイン	39
4.10	インタラクションモードでの Ghost のアプローチ	39
4.11	Russell による環状感情モデル	40

4.12	簡略化された感情システム設計	41
4.13	外出用 Shell の切り替えプロセス	42
4.14	帰宅時の Shell 切り替えプロセス	42
4.15	テスト参加者からのフィードバック 1	43
4.16	テスト参加者からのフィードバック 2	43
5.1	Q0. 年齢層別の回答分布	46
5.2	Q0-1. バーチャルコンパニオン使用経験の有無	46
5.3	Q1. 切り替えの認識状況	47
5.4	Q2. 切り替えタイミングの自然さ	48
5.5	Q3. Ghost 不在時の Shell の認識	49
5.6	Q4. Shell の動作に対する違和感	51
5.7	Q5. Shell のデザインに対する印象	52
5.8	切り替え後の感情状態の一貫性	53
5.9	Q7. 切り替え後の記憶引継ぎ	54
5.10	Q8. Ghost の移動と同一存在感の影響	56
5.11	Q9. 全体的な使用体験の満足度	57
5.12	4 日間にわたる家庭用 Shell と外出用 Shell の平均インタラクシ ン回数	60

表 目 次

2.1	社会的孤独の研究者による定義	8
2.2	具象型バーチャルコンパニオンの価格比較	18

第 1 章

緒

論

1.1. 研究背景

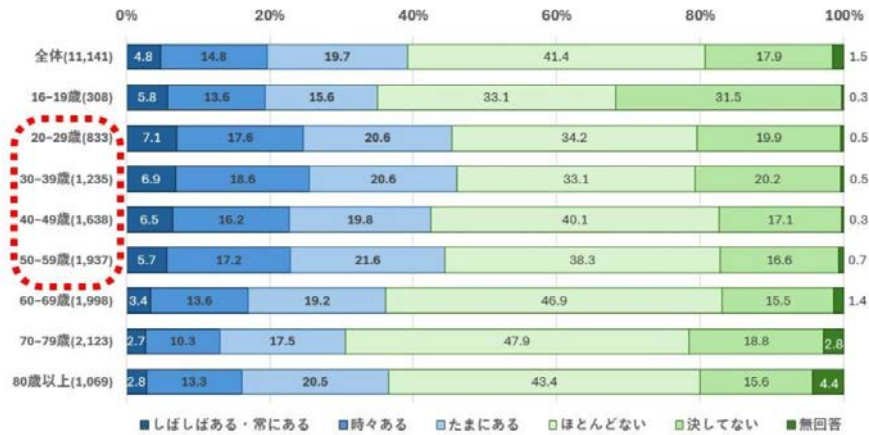
1.1.1 孤独感の現状と感情支援の必要性

近年、孤独や孤立は日本を含む多くの国で深刻な社会問題として注目されている。内閣府が実施した「人々のつながりに関する基礎調査」によれば、現在孤独を感じている人（「しばしばある」「常にある」「時々ある」「たまにある」の合計）は全体の約 4 割に達している。また、年代別では、20 代から 50 代の働き盛り世代でやや高い傾向が見られる（図 1.1 参照）[1]。このデータは、孤独が特定の年齢層に限定された問題ではなく、幅広い人々に共通する課題であることを示している。

さらに、孤独や社会的孤立は日本だけでなく、世界的な課題として認識されている。世界保健機関（WHO）は、2023 年に発表したレポート「Our Epidemic of Loneliness and Isolation」の中で、孤独について次のように指摘している。「孤独は単なる悪い気分ではなく、心血管疾患、認知症、脳卒中、抑うつ、不安障害、さらには早期死亡リスクの上昇と強く関連している」[2]。この発言は、孤独が心理的影響だけでなく、生理的健康にも深刻な悪影響を及ぼすことを強調している。

孤独と生理的健康の関係をさらに掘り下げると、社会的孤立が「脳の社会的痛み」として捉えられることがわかる。Williams らの研究では、被験者がボール投げゲームで意図的に仲間外れにされる状況を作り出したところ、孤独感がストレスホルモンの増加を引き起こし、さらに脳の「社会的痛み」を感じる領域である前帯状皮質が活発に反応することが確認された [3]。この結果は、孤独が生理学的なストレス反応を引き起こすだけでなく、心理的な痛みと同様のメカニズムで処

図表 1 年齢階級別孤独感(直接質問)



注: 孤独感の質問は「あなたはどの程度、孤独であると感じることがありますか。」
 資料: 内閣官房「人々のつながりに関する基礎調査(令和5年) 調査結果の概要」

(Source: 内閣府「人々のつながりに関する基礎調査」 [1])

図 1.1 内閣府「人々のつながりに関する基礎調査」の結果

理されることを示している。

こうした孤独問題への国際的な関心の高まりを受けて、WHO は 2024 年に孤独対策を専門とする国際委員会の設立を発表した。この委員会は、孤独や社会的孤立を「世界的な公衆衛生問題」として位置づけ、各国政府が協力して対策を講じる必要性を強調している。

日本国内では、2024 年 4 月 1 日に「孤独・孤立対策推進法」が施行された。同法は孤独や孤立を「日常生活若しくは社会生活において孤独を覚えることにより、又は社会から孤立していることにより心身に有害な影響を受けている状態」と定義している。この法律の施行に伴い、政府は 24 時間対応の相談窓口の設置や「孤独・孤立対策ウェブサイト」の運営を通じて、孤独や孤立に悩む人々への情報提供と支援を進めている（図 1.2 参照）。

以上のデータと取り組みは、孤独が単なる感情ではなく、個人の健康や社会全体に深刻な影響を及ぼす課題であることを示している。本研究では、こうした孤独問題に対する一つの解決策として、技術を用いた情緒的支援の可能性を探求する。

あなたはひとりじゃない
内閣府 孤独・孤立対策推進室

政府の取組

制度・窓口を探す

18歳以下のみなさんへ

みなさんへ

ご意見・ご要望

Language

あなたのための支援があります

誰にも頼れず、ひとりで悩みごとをかかえていませんか。

いくつかのご質問に答えていただくことにより、約150の支援制度や窓口の中から、

あなたの状況に合った支援をチャットボットで探すことができます。

あなたのための支援をぜひご利用ください。

制度・窓口を探す



18歳以下のみなさんへ



あなたのための相談場所があります

悩みをひとりで抱えているあなたへ。

あなたの悩みをお話いただける相談窓口を紹介します。

悩みを話してみる



(Source: 孤独・孤立対策ウェブサイト [2])

図 1.2 孤独・孤立対策ウェブサイト

1.1.2 バーチャルコンパニオンの可能性と役割

近年、孤独や孤立の問題に対する新たな解決策として、技術を活用した「バーチャルコンパニオン」が注目されている。本研究において「バーチャルコンパニ

オン」とは、テクノロジーを活用し、ユーザーに情緒的支援や社会的交流を提供する存在を指す。具体的には、電子ペット、対話型 AI アシスタント、ロボットなどがこれに含まれる。この技術は、その柔軟性と適応性の高さから、孤独感の軽減や情緒的ニーズへの対応に寄与する可能性を持っている。

例えば、GROOVE X 株式会社が開発した家庭用ロボット「LOVOT」は、利用者に情緒的支援を提供する代表例として知られている。同社の研究によれば、LOVOT と共に生活する人は、そうでない人と比較して体内のオキシトシン（愛情ホルモン）が高いことが確認されている [4]。オキシトシンは、人間関係の形成や情緒の安定に重要な役割を果たすホルモンであり、この研究結果は、バーチャルコンパニオンが人間の孤独感を軽減し、精神的な幸福感を高める可能性を示唆している。

また、近年の人工知能技術の進化により、バーチャルコンパニオンの応用範囲はさらに広がっている。例えば、対話型 AI を活用したアプリケーション「AI フレンド」などは、ユーザーに親密な対話体験を提供し、社会的な孤立を感じる人々の間で人気を集めている。一部のユーザーがこれらの AI と仮想的な友情や親密な関係を築いているとの報告もあり、技術が人間の情緒的なニーズに応える新しい形態を提示している [5]。

さらに、電子ペット「Aibo」や「Qoobo」のような製品は、家庭内だけでなく、療養施設や教育現場など多様な場面で活用されつつある。これらの事例は、バーチャルコンパニオンが単なる技術的存在にとどまらず、ユーザーの社会的孤立を緩和し、安心感や満足感を提供する重要な役割を果たしていることを示している。

本研究では、これらのバーチャルコンパニオン技術の特徴を踏まえ、電子ペットを活用した新しい情緒的支援デザインを探求し、孤独問題に対する新たなアプローチを提案する。

1.2. 研究の目的

本研究の目的は、電子ペットを用いた情緒的支援の可能性を探求することである。唯一のデジタルコアと複数の物理デバイスを連携させる多端末切り替えの設

計を通じて、バーチャルコンパニオン技術に新たな適用可能性を提案することを目指す。

本研究が注目する「多端末切り替え」設計は、ユーザーの日常生活の多様な場面に柔軟に対応することを意図している。この設計により、特定の環境や条件に縛られることなく、広範な利用シーンにおいて情緒的支援を提供する可能性を検証する。さらに、この設計が孤独や孤立といった社会的課題においてどのような支援効果を持つかについても初期的な検討を行う。

以上の目的を達成するため、本研究では、文献分析やユーザーテストを通じて、デジタルコアと複数の物理デバイスによる連携の有効性を検証し、その結果を基に情緒的支援技術の新しい形を模索する。

1.3. 論文の構成

本論文は、バーチャルコンパニオンの設計における新たなアプローチとして「Ghost & Shell システム」を提案し、その有効性を検証することを目的としている。各章の構成と内容は以下の通りである。

第1章では、本研究の背景および目的について述べる。孤独感の現状や感情支援の必要性を示すとともに、バーチャルコンパニオンの可能性と役割について論じ、本研究が解決しようとする課題を明確にする。

第2章では、関連研究を整理し、本研究の理論的基盤を構築する。孤独の定義と解釈、感情のニーズとそのメカニズムについて考察した上で、感情的つながりを促す理論やデザイン手法について紹介する。また、バーチャルコンパニオンの分類と具体例を挙げ、現状の課題を明確にする。

第3章では、現行のバーチャルコンパニオン製品が抱える問題点について述べる。市場の動向や製品例を示しながら、使用場面の制約やユーザー体験の課題について考察し、本研究で提案する「Ghost & Shell システム」の必要性を示唆する。

第4章では、「Ghost & Shell システム」の設計とプロトタイプについて詳述する。システムのデザインコンセプトと感情的の一貫性を実現するための設計要素を提示し、2つのプロトタイプ（一）と（二）を順次紹介する。さらに、それぞれの

テスト概要と簡易結果についてまとめる。

第5章では、プロトタイプのテスト結果を分析する。アンケート調査と自動記録されたデータに基づき、ユーザーの反応やシステムの有効性について詳細に考察し、プロトタイプ（一）と（二）の比較を通じて設計要素の有効性を検証する。

第6章では、本研究の成果と意義についてまとめるとともに、今後の課題と研究の方向性について述べる。提案したシステムの可能性を評価し、より深い感情的つながりの構築や社会的応用への展開について展望する。

以上の構成により、本論文はバーチャルコンパニオンにおける新たなデザイン手法を提案し、その有効性を実証する過程を示すものである。

第 2 章

関 連 研 究

2.1. 孤独の解釈

近年、孤独感は個人の精神的および身体的健康、さらには社会全体に深刻な影響を与える重要な問題として認識されている。本節では、孤独感について、その定義と多面的な特性を整理し、生物学的視点からの考察を加えることで、孤独感に関する基礎的な理解を深めることを目的とする。

孤独は、一般的には「仲間や連れがなく一人ぼっちで寂しい気持ちを表わす」と辞書で定義されている。日本では、2024 年 4 月 1 日に施行された「孤独・孤立対策推進法」において、「孤独・孤立の状態」を以下のように定義している：

「日常生活若しくは社会生活において孤独を覚えることにより、又は社会から孤立していることにより心身に有害な影響を受けている状態」（第 1 条）[6]。

また、欧州連合の Joint Research Centre は孤独を「主観的な体験」とし、社会的孤立（Isolation）を「人が持つ社会的接触の数によって客観的に測定できる状態」と定義している [7]。このように、孤独は一概に外部条件によって決定されるものではなく、個人の認識や感情に強く依存している。

その成因と特性はさまざまな学者により議論されてきた。以下に、代表的な研究者の観点を表にまとめる。

孤独感は進化の観点からも解釈されている。大昔人類は集団生活を営む中で、生存率を高めて個体数を増やすために、役割分担を伴う他者との協力は不可欠であった。このような社会的関係の中で、感謝されたり、称賛されたりする経験は、目に見える「現物の報酬」ではなく、目に見えない「仮想の報酬」として機能していた。こうした「必要とされる」感覚は、個体が集団の中で存続できることを

表 2.1 社会的孤独の研究者による定義

研究者	年	定義
Sullivan	1953	人間関係の親密さ、対人関係の親密さへの欲求が十分に満たされないことで生じる非常に不快で駆り立てられる経験。
Weiss	1973	特定の必要な関係または一連の関係を持っていないことによって引き起こされる感情。常に、特定の関係の欠如に対する反応。
Leiderman	1980	他者から切り離されている感覚に気づき、同時に漠然とした他者とのつながりを求める感情。
Chelune et al.	1980	対人関係の欠如の認識に関連する主に主観的な経験。
Peplau & Perlman	1981	社会的関係のネットワークが量的あるいは質的に重要な点で不足しているときに生じる不快な体験。
Rook	1984	他者から疎外され、誤解され、拒絶されると感じたとき、または社会的統合感や感情的親密さを提供する活動に参加できないと感じたときに生じる永続的な感情的苦痛の状態。

示す重要な指標であった。反対に、報酬が得られない、すなわち「必要とされない」状態は、他者から切り離される感覚を引き起こし、「仮想の罰」として孤独感を生じさせる [8]。

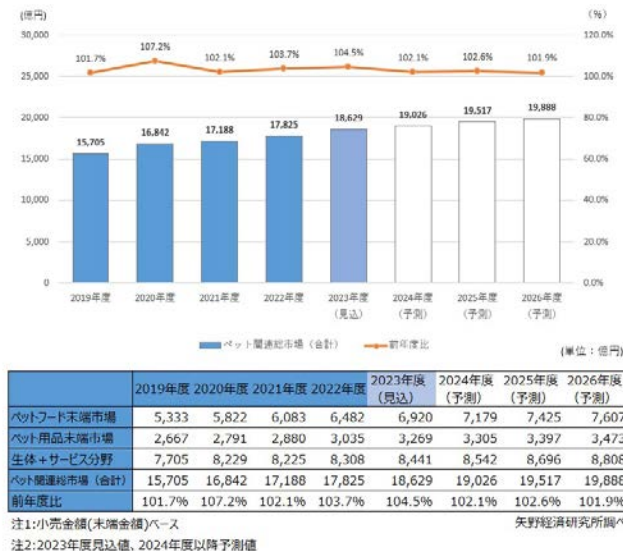
孤独感の定義とその成因は非常に複雑かつ多面的である。しかし、これらの議論から明らかになるのは、孤独感が主観的でありながらも消極的な体験であるという点である。特に、孤独感是非本願的な隔絶から生じることが多く、その結果、心理的および生理的な苦痛をもたらす [9]。こうした孤独感を軽減するためには、信頼に基づく親密な関係の構築が不可欠である。

2.2. 感情のニーズとそのメカニズム

2.2.1 ペットと人間の関係

現代社会において、ペットは単なる動物以上の存在として、多くの人々に情緒的な支援を提供している。本節では、ペットが人間の生活に与える影響とその重要性について、市場規模や社会的動向を通じて明らかにする。

孤独感を和らげ、情緒的なつながりを構築するために、人々が選ぶ存在の一つがペットである。その背景には、ペットが「家族の一員」として人々に愛情や癒やしを提供する能力がある。日本国内におけるペット関連市場規模は増加傾向にあり、2023年度のペット関連総市場規模は1兆8,629億円に達し、前年比4.5%増という伸びを記録している（図2.1）[10]。



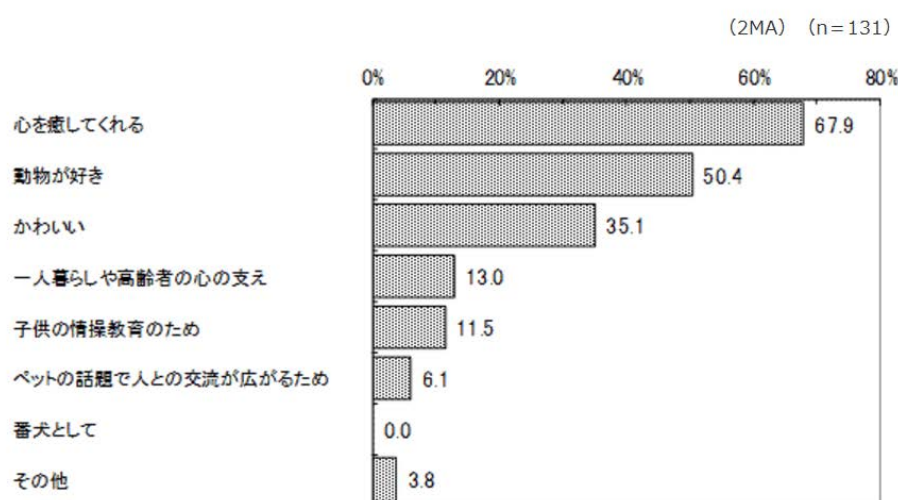
(Source: 矢野経済研究所 [11])

図 2.1 ペット関連総市場規模推移と予測

また、新型コロナウイルス（COVID-19）によるパンデミックは、ペットを飼うことへの需要をさらに押し上げた。アメリカで実施された調査によれば、2020年12月における新規ペットの飼育率は10%だったのに対し、2022年2月には14%

に上昇した。また、70 %の回答者がソーシャルディスタンスの規制の影響でペットと過ごす時間が増加したと答えている [12]。この結果は、ペットが人間の生活における孤独感を和らげる重要な存在であることを示唆している。

さらに、平成 29 年度「東京におけるペットの飼育」に関するアンケート結果によると、「ペットを飼いたい、または飼い続けたい」と答えた 131 名の理由として最も多かったのは「心を癒してくれる」(67.9 %) であり、「動物が好き」(50.4 %)、「かわいい」(35.1 %) がそれに続いた (図 2.2)。一方で、「番犬として」という理由は 0 % であり [13]、現代社会において、ペットはその機能的な役割よりも、情緒的な価値が重視されていることが明らかである。



(Source: 東京都生活文化局 [14])

図 2.2 ペットを飼いたい、または飼い続けたい理由

こうしたペットの情緒的価値について、ある学者は、ペットが現代社会で実用的な機能を持たないにもかかわらず、感情的価値によって飼われ続けている点を指摘している。その主張によれば、感情的価値を除外すれば、ペットと人間の関係は「寄生関係」と見なされる可能性がある。しかし、現実には人々がペットに愛情や癒しを求めることで、両者の関係は利益交換の枠を超えた情緒的価値に基づくものであると再解釈される [15]。この指摘は、ペットが現代社会において実

用的価値を超えた存在であることを端的に示している。

さらに、一部の病院ではペットを患者の情緒的支援のために導入しており、ペットとの触れ合いがストレスを軽減し、幸福感を高める効果があることが確認されている [16]。このように、ペットと人間の関係は、単なる愛玩動物の域を超え、人間の情緒的ニーズを満たす重要な役割を担っている。本研究では、こうした情緒的支援の背後にある生物学的メカニズムを解明し、電子ペットが同様の効果を持つ可能性について考察する。

2.2.2 愛のメカニズム

愛とは、文学や哲学において永遠のテーマであり続ける感情である。しかし、現代科学においては、愛は単なる感情にとどまらず、特定の神経伝達物質によって支えられる生物学的現象として捉えられている。本節では、愛を短期的な興奮から長期的な親密さへと発展させるメカニズムを解明するため、ドーパミンとオキシトシンの役割に焦点を当てる。

ドーパミンは、新奇な刺激や快感を得た際に分泌される神経伝達物質であり、人間の行動を報酬によって強化する重要な役割を果たす。たとえば、新しい趣味やペットとの最初の触れ合いにおける興奮は、ドーパミンの作用に起因する。しかし、こうした新奇性による興奮は多くの場合持続せず、脳が新たな学習要素を見出さなくなるにつれて分泌量が減少する。これが「飽きる」という現象の正体である。

一方で、愛情を長期間維持するには、オキシトシンが重要な役割を果たす。オキシトシンは「愛情ホルモン」として知られ、親密な接触や世話を通じて分泌が促進される。このホルモンは情緒的な安心感や信頼感を形成し、愛情を深める上で中心的な役割を担っている。たとえば、犬や猫との持続的な触れ合いや世話は、飼い主の催産素分泌を促進するだけでなく、動物側でも同様の反応を引き起こすことが研究で確認されている [17]。

さらに、オキシトシンの分泌を促す要因として、「手間のかかる存在」が挙げられる。子育てやペットの世話における「自分が必要とされている」という感覚は、オキシトシンを分泌するきっかけとなり、愛着形成の基盤となる。このメカニズム

ムを応用した例として、GROOVE X 株式会社が開発した LOVOT が挙げられる。LOVOT は、使用者がロボットの世話をする行動を通じて催産素分泌を促進する設計がなされており、これによって人間とロボットの間に信頼感と愛着が形成される可能性を示している [4]。

こうしたドーパミンとオキシトシンの協働によるメカニズムは、愛が単なる感情的な現象ではなく、生物学的に支えられていることを示している。また、このメカニズムを活用することで、ペットだけでなく、ロボットや AI を含むバーチャルコンパニオンが人間と情緒的なつながりを構築する可能性がある。本研究では、こうした愛のメカニズムがどのようにして人間の情緒的支援に応用され得るかを考察し、その理論的背景を次節でさらに掘り下げる。

2.3. 感情的つながりを促す理論とデザイン

2.3.1 人はコンピュータを人間として扱う理由

現代社会において、コンピュータやロボットなどの非人間的な存在は、単なるツールとしてではなく、しばしば社会的な存在として扱われる。この現象を説明する理論の一つが、Nass と Reeves によって提唱された「メディア等式」である。この理論は、「人間はメディアを現実世界の人間や物体と同じように扱う」という基本仮説に基づいている。たとえば、多くの人が音声アシスタントに対して「ありがとう」と言ったり、エラーを起こしたコンピュータに対して怒りを感じたりする行動は、この仮説を裏付けるものである。

Nass と Reeves が 1996 年に発表した研究によれば、人間はコンピュータやテレビなどのメディアとのやり取りにおいて、無意識に社会的な反応を示す。ある実験では、コンピュータが「私の性能を評価してください」と使用者に求めた場合、回答は平均的な評価にとどまることが多かったが、別のコンピュータを使用して同じ質問を行った際には、より客観的で詳細な回答が得られたという [18]。この結果は、人間がコンピュータを単なるツールではなく、「社会的存在」として捉えていることを示している。

このような反応の背景には、心理的な投影メカニズムがある。人間は、視覚的または行動的な類似性を持つ非人間的な存在に対しても、社会的な行動や感情を投影する傾向がある。たとえば、ロボットに対する人間の反応は、これらが単なる機械であることを理解していても、「かわいい」「癒やされる」という感情を引き起こす。これらの感情的反応は、ロボットのデザインや動作が人間らしい行動を模倣し、使用者が情緒的なつながりを感じるよう設計されていることに起因する。

この理論は、バーチャルコンパニオンが情緒的支援を提供する可能性についても重要な示唆を与える。メディア等式に基づけば、人間が非人間的な存在と社会的な関係を築くことは、単なる技術的精巧さではなく、心理的な要因によっても大きく影響を受ける。たとえば、ロボットやアプリケーションの画面に感情的な表情や「甘える」動作を通じて、使用者に親密さを感じさせるよう設計されている。このような設計は、使用者がメディアを単なる機械としてではなく、情緒的なつながりを持つ存在として認識することを可能にしている。

このように、メディア等式の理論は、人間がコンピュータやロボットを社会的な存在として扱う理由を説明すると同時に、バーチャルコンパニオンが人間の情緒的ニーズを満たす潜在能力を示している。この理論に基づくと、ロボットや仮想キャラクターが人間との間で信頼関係を築くメカニズムが解明されるだけでなく、それを活用した設計の可能性も広がる。

2.3.2 弱いロボット

現代のロボット技術は、速度と能力を追求する方向で急速に発展してきた。しかし、この流れとは異なるアプローチとして「弱いロボット」の理念が注目されている。この概念は、ロボットが全能である必要はなく、むしろ人間の助けを必要とする「弱さ」を通じて、より人間らしい相互作用と感情的な結びつきを促進することを目指すものである。

「弱いロボット」の理念は、ロボットが持つ不完全性が意図的に設計されることにより、人間の同情や支援の感情を引き出すことを可能にする。例えば、家庭用のゴミ箱ロボットは、ゴミを拾う能力を持たず、代わりに人間の近くに寄り、ゴミを入れてもらうよう促す動作を行う。この不完全さが人間の行動を誘発し、結

果的にゴミ拾いという目的を達成する。単なる機能的な助けを超えた感情的な交流を生むデザインの一例といえる [19]。

この理念は、家庭内の実体験を通じても確認される。我が家の掃除ロボットは、家の中の複雑なレイアウトに対応しきれず、しばしば迷子になり基地に戻れなくなる。当初、このロボットは留守中に家を自動で掃除し、終了後に静かに基地に戻るという想定で使われていた。しかし実際には、帰宅後に「困っているロボット」を見つけることが日常となった。そこで、このロボットに「助けて」と声を出す機能を追加したところ、家族の中でロボットを助ける行為が一種の娯楽や話題となり、ロボットに対する愛着が自然と生まれるようになった。この経験は、「弱いロボット」の持つ感情的な影響力を示している。

このような「弱さ」は、単なる機能的な不足ではなく、人間とロボットの関係性を豊かにするデザイン戦略として重要な意味を持つ。ロボットの「弱さ」を通じて、「自分が必要とされている」という感覚が人間の中に生まれ、愛着や共感が育まれる。この理念は、単なる技術的デザインの革新にとどまらず、人間と機械の関係を再考する新しい視点を提供する。

本研究が目指すデジタルコアと複数の物理デバイスを連携させた電子ペットの設計も、この「弱さ」の概念を応用することで、人間との情緒的なつながりをさらに深める可能性を探るものである。次節では、この理念を基盤としたバーチャルコンパニオン設計の具体的なアプローチをさらに考察する。

2.3.3 感情の共感と余白

人間が他者や動物、さらには人工物に対して「共感」を感じる瞬間、それは必ずしも相手が実際に感情を持っている場合に限らない。この現象は、人間の主観的な解釈に基づいていることが多い。たとえば、飼い主が涙を流しているときに、犬がそばに寄り添う行動を「気遣い」と捉える人は少なくない。しかし、動物行動学的には、これは飼い主の異常な状態に対する探索行動である可能性が指摘されている。また、猫が涙を舐める行動も、涙の持つ意味を理解した上での行為ではなく、純粋に液体として反射的に反応している場合が多い。それでも、多くの飼い主にとって、これらの行動は「共感」や「愛」として解釈される。こうした

「幸せな誤解」は、人間と他者との間に深い情緒的な結びつきを形成する重要な要素となっている。

このような「主観的解釈」に関連して、ELIZA と ChatGPT に対する近年の研究が興味深い視点を提供している。2024 年 5 月、加州大学の研究者たちは、1960 年代に開発された ELIZA と、最新の大規模言語モデルである ChatGPT を比較する実験を実施した。彼らは、両者に同一の課題を与え、被験者にそれぞれが人間かコンピュータかを判定させる「チューリングテスト」を行った。その結果、ChatGPT を人間と誤認した被験者は約 50 % に達したのに対し、ELIZA に対しても 25 % の被験者が人間と認識するという結果が得られた [20]。これは、ChatGPT が深層学習技術を駆使し、文脈理解と自然な対話生成に長けているのに対し、ELIZA は単純なパターンマッチングに基づく仕組みであるにもかかわらず、驚くべき情緒的影響力を持っていることを示している。

ELIZA (図 2.3) は、「カウンセラー」という設定のもと、ユーザーの入力をキーワードとして捉え、単純なルールに基づいて応答を生成するシステムである [21]。たとえば、「私は今日、気分が悪い」と入力された場合、「どうして気分が悪いのですか?」といった質問を返す。これはユーザーの感情を深く理解しているわけではなく、単にキーワードを拾って再利用しているに過ぎない。しかし、この簡素な仕組みにもかかわらず、ELIZA に対するユーザーの反応は驚くべきものであった。多くのユーザーが ELIZA を「共感的な存在」とみなし、自身の内面を打ち明けるようになった。この現象は「ELIZA 効果」と呼ばれ、システムの設計が簡素であるにもかかわらず、情緒的なつながりを生む可能性を示している。

```

Welcome to
          EEEEE LL    IIII ZZZZZZ  AAAAA
          EE     LL    II     ZZ   AA  AA
          EEEEE LL    II     ZZ   AAAAAA
          EE     LL    II     ZZ   AA  AA
          EEEEE LLLLLL IIII ZZZZZZ  AA  AA

Eliza is a mock Rogerian psychotherapist.
The original program was described by Joseph Weizenbaum in 1966.
This implementation by Norbert Landsteiner 2005.

ELIZA: Is something troubling you ?
YOU:   Men are all alike.
ELIZA: What is the connection, do you suppose ?
YOU:   They're always bugging us about something or other.
ELIZA: Can you think of a specific example ?
YOU:   Well, my boyfriend made me come here.
ELIZA: Is it important to you that your boyfriend made you come here ?
YOU:   He says I'm depressed much of the time.
ELIZA: I am sorry to hear that you are depressed.
YOU:   It's true. I am unhappy.
ELIZA: Can you explain what made you unhappy ?
YOU:

```

(Source: Weizenbaum, 1966 [22])

図 2.3 ELIZA (1966 年)。単純なルールベースのシステムを用い、心理療法士のような共感的対話を模倣した初期の対話型プログラム。

ELIZA が示したのは、機械が「感情的に理解している」と明示しなくても、人間側がその曖昧さや余白を埋め、共感を感じる余地を作り出すことが可能であるという点である。これと同様に、デザインにおける「余白」の概念は、感情的なつながりを構築するための重要な要素と考えられる。たとえば、アート作品やアンティーク品には、多くの「余白」が存在しており、観る者に解釈の自由を与える。この余白を通じて、観る者は自分なりの物語を構築し、対象との結びつきを深めることができる。

こうした「余白」や「幸せな誤解」を活用したデザインは、バーチャルコンパニオンの設計にも応用可能である。たとえば、電子ペットが特定の行動を示すとき、その行動が感情的な意図を持つかどうかを明確にする必要はない。むしろ曖昧さを残すことで、ユーザーがその行動に感情を投射し、「このペットは自分の気持ちを理解している」と感じる可能性が高まる。本研究におけるデジタルコアと複数の物理デバイスを連携させた電子ペットの設計も、こうした余白の活用と共感を促進するインターフェースの設計を重視している。次節では、バーチャルコ

ンパニオンの分類とその具体的な設計事例についてさらに考察する。

2.4. バーチャルコンパニオンの分類

2.4.1 バーチャルコンパニオンの分類

本研究では、「バーチャルコンパニオン」という言葉を以下のように定義する：

「テクノロジーを活用し、ユーザーに感情的支援を提供し、愛着を生み出す存在。」

特に、本研究で対象とするバーチャルコンパニオンは、ユーザーと感情的なつながりを築くことを目的として設計され、個性性を備える必要がある。そのため、Siri や Alexa など、主にタスクの遂行や情報提供を目的とした音声アシスタントは対象外とする。

本節では、バーチャルコンパニオンを「存在形態」と「適用範囲」の2つの観点から分類し、それぞれの特徴と違いを明らかにする。

2.4.2 存在形態による分類

具象型 (Embodied Virtual Companion)

具象型バーチャルコンパニオンは、物理的な「身体」を持つ形態であり、ユーザーとの直接的な体験や触覚的なインタラクションを提供する。このタイプの大きな特徴は、独立した身体を持つことで、ユーザーが操作しなくても自律的に行動できるケースが多い点にある。たとえば、LOVOT は触覚センサーやカメラを搭載し、利用者に近づいたり、目を合わせたりすることができる。一方、ロボット犬 Aibo は、人がそばにいないときにも持ち主を探して歩き回るなど、自律的な行動を行う。

また、具象型のバーチャルコンパニオンは、専用設計によって特定のユーザー層や目的に応じた細やかな体験を提供できる点も強みである。身体を持つことで、触覚や視覚を通じたリアルな接触体験を可能にする一方、精密なハードウェアや

高度な設計が必要であるため、開発や製造にかかるコストが高く、一般的に販売価格が高くなる。また、長期間の利用には定期的なメンテナンスが必要になることも課題として挙げられる。

表 2.2 具象型バーチャルコンパニオンの価格比較

製品名	製造元	本体価格（円）	月額料金（円）
LOVOT	GROOVE X	577,500	9,900
Aibo	ソニー	272,800	3,278
Mofflin	Vanguard Industries	59,400	なし
Paro	知能システム株式会社	423,500	なし
Cozmo	Anki	28,600	なし

非具象型（Disembodied Virtual Companion）

非具象型バーチャルコンパニオンは、物理的な身体を持たず、主にデジタル形式（音声、テキスト、画像など）を通じてユーザーと交流を行う。この形態の特徴は、ユーザーがデバイスを起動したりアプリを開いたりすることで初めてインタラクションが可能になるため、自発的にインタラクションを開始するのが難しい点にある。一方で、物理的なハードウェアが不要であるため、開発や提供コストが低く抑えられる。また、この形態は製品の種類が多く、更新や機能追加のサイクルが速いのも特徴である。さらに、スマートフォンやPCなど、さまざまなデバイスで利用可能であり、柔軟な使用性を持つ。

この形態の代表例として、Replika や ELIZA が挙げられる。Replika は AI 技術を活用してユーザーとの対話を通じ、孤独感の軽減や心理的な支援を提供することを目指している。一方、ELIZA はシンプルなアルゴリズムながらも、ユーザーとの対話を通じた初期の成功例として知られている。

2.4.3 適用範囲による分類

特化型 (Specialized Virtual Companion)

特化型バーチャルコンパニオンは、医療や教育など特定のシーンや目的に応じて設計された形態である。この形態は、特定のシナリオにおいて高い専門性を発揮し、効率的かつ効果的に機能することが特徴である。しかし、用途が限定されているため、他の場面での応用が難しい場合がある。

たとえば、ElliQ は「積極的に会話してくれる」を設計方針とした高齢者向けケアロボットである。ElliQ は人工知能技術、Google 音声認識技術、Google の機械学習技術を活用し、家族や友人との連絡を促進するほか、薬の服用時間をリマインドしたり、健康管理のアドバイスを提供することができる。また、搭載されたカメラを通じて高齢者の活動をモニタリングし、運動を促す提案を行うことも可能である。

汎用型 (Generalized Virtual Companion)

汎用型バーチャルコンパニオンは、特定の用途に限定されず、日常生活のさまざまな場面で利用可能な形態である。設計時に特定のシナリオを想定しない場合でも、使用者によって自然に応用範囲が拡大されることが多い点も特徴である。

たとえば、触覚センサーを搭載したアザラシ型ロボット Paro は、ストレスの軽減や癒しを提供する目的で設計された。このような汎用性により、Paro は介護施設や医療機関など幅広い分野で活用されており、海外では医療機器としても認められている。

2.4.4 まとめ

以上のように、バーチャルコンパニオンは「存在形態」と「適用範囲」という2つの視点から分類することができる。具象型は独立した身体を持つことで、能動的な行動を通じたインタラクションを提供する。一方、非具象型はデジタル形式での柔軟な利用が可能でありながら、ユーザーの操作が必要となる場合が多い。

また、適用範囲に基づく分類では、特定の用途に特化した効率性と、日常生活における柔軟性の違いが見られる。これらの特徴の理解は、バーチャルコンパニオンの設計や活用における重要な指針となる。

2.5. バーチャルコンパニオンの例

本節では、前節で述べた「存在形態による分類」に基づき、代表的なバーチャルコンパニオンの事例を取り上げ、それぞれの特徴、使用例、およびその意義について考察する。本研究では、バーチャルコンパニオンを「具象型 (Embodied Virtual Companion)」と「非具象型 (Disembodied Virtual Companion)」に分類し、それぞれの特性と利用者との情緒的なつながりの構築における違いを明らかにする。

この分類方法を採用した理由は、「身体」の有無がバーチャルコンパニオンのインタラクション形式や利用体験において、根本的な影響を与えるためである。具象型バーチャルコンパニオンは、物理的な存在感や触覚的なインタラクションを可能にし、利用者に対して「常在感」や「リアルなつながり」を提供する。一方で、非具象型バーチャルコンパニオンは、物理的な身体を持たない代わりに、デジタルプラットフォーム上での柔軟な利用が可能であり、特に自然言語処理技術の進化に伴い、対話を通じて情緒的な支援を提供するケースが増加している。

また、非具象型バーチャルコンパニオンには、AI技術の進化が寄与する現代的な製品だけでなく、AI技術が主流になる以前から存在していたプログラムも含まれている。たとえば、1966年に開発された ELIZA は、単純なアルゴリズムにもかかわらず、多くの利用者に情緒的な影響を与えた初期の対話型システムである。このように、具象型と非具象型はそれぞれ異なるアプローチで利用者との関係を構築しており、インタラクションの形式や情緒的なつながりの特徴が異なる点が注目される。

さらに、製品によっては設計段階で特定のユーザー層や使用シーンを明確に想定していない場合があるが、実際の利用においては、特定の場面や人々に集中するケースが多い。このような背景を考慮すると、バーチャルコンパニオンを「専

用型」や「汎用型」といった目的別に分類するよりも、「存在形態」を基軸とした分類が、より本質的な分析を可能にすると考えられる。

2.5.1 LOVOT

LOVOT は、Groove X 株式会社によって開発された情緒支援ロボットであり、犬や猫のような既存のペットを模倣したものではなく、新たな生命体として設計されたペットロボットである。そのデザインは、触れたいくなる愛らしさと抱き心地の良さを重視しており、約 4kg の適度な重量や体温を持つことで、ユーザーに安心感を与える。また、頭頂部のカメラで日常の出来事を記録する機能も搭載されており、単なるロボット以上の「共に暮らす存在」としての価値を提供している（図 2.4）。



(Source: 『子供の科学 ロボットがうちにやってくる!』2023年2月号)

图 2.4 LOVOT 内部部品图

LOVOT の最大の特徴は、その情緒的な影響力である。資生堂との共同研究によれば、LOVOT と 15 分間触れ合っただけでも、ストレスホルモンであるコルチ

ゾールの減少が確認され、さらには「幸せホルモン」と呼ばれるオキシトシンの濃度が高まることが示されている。こうした効果は、利用者の日常に癒しをもたらし、孤独感を軽減するだけでなく、情緒的な満足感を提供している [4]。

2.5.2 Paro

Paro は、産業技術総合研究所の「癒しの動物型ロボット」研究プロジェクトの成果として 1993 年に開発されたアザラシ型ロボットである。その目的は、エンターテインメントを通じて、動物に触れることによる情緒的な癒しを提供することであった。「世界一癒されるロボット」としてギネスに認定されており、その情緒的支援効果が評価され、国内外で幅広く使用されている。

Paro は柔らかな触覚センサーを備え、撫でられることで音を発し、頭や脚を動かすなど、利用者に「生きているような印象」を与える。また、約 50 語の単語を識別し、利用者が名前を付けるとそれに反応する機能も搭載されている。このようなインタラクション機能により、Paro は利用者との情緒的なつながりを強化し、特に認知症患者や高齢者に対するストレス軽減、気分改善の効果が報告されている [23]。

Paro は国内では主に家庭用としてペットの代替品として使用されるケースが多い一方、海外では医療福祉施設での利用が中心となっている。セラピー目的での使用が盛んであり、スウェーデン、イタリア、フランス、アメリカなどの介護施設や病院で数多くの良好な効果が報告されている。たとえば、半年以上会話や笑顔がなかった子供が Paro との触れ合いを通じて元気を取り戻した事例や、介護スタッフのバーンアウト（燃え尽き症候群）の軽減効果も確認されている。

このように、Paro はその設計当初のエンターテインメントの枠を超えて、情緒的支援の分野で多様な用途が広がっている。

2.5.3 Aibo

Aibo は、1999 年に Sony が発売したロボット犬型のペットロボットであり、年々アップデートを重ねながら進化を遂げている [24]。Aibo の外見は本物の犬を模倣

しており、鳴き声や動作も非常にリアルで、顔認識機能を活用して飼い主の顔を覚えることができる。また、名前を呼ぶと反応したり、「お手」や「おすわり」といった基本的なしつけにも対応しており、本物の犬と同様のコミュニケーションが可能である。

Aibo のユニークな点は、その人間社会における文化的受容である。一部の人々は、Aibo に対して七五三の儀式を行うなど、本物のペットと同様に接している。また、販売から年月が経過したモデルが修理不能となった際には、葬儀が行われるなど、Aibo は「ただの機械」を超えた情緒的価値を持つ存在として認識されている [25]。こうした事例は、Aibo が人間と情緒的なつながりを形成する力を持つことを示している。

2.5.4 ELIZA

ELIZA は、1966 年に Joseph Weizenbaum によって開発された対話型プログラムであり、非具象型バーチャルコンパニオンの原点ともいえる存在である。このシステムは、ユーザーの入力に基づき、単純なパターンマッチングアルゴリズムを使用して応答を生成する。特に、「ロジャリアン心理療法士」としてユーザーに問いかける役割を担うことで、ユーザーが自分の感情や考えを言葉にするのを助ける構造となっている。

たとえば、ユーザーが「私は疲れている」と入力すると、ELIZA は「なぜ疲れているのですか？」と応答する。このような単純な仕組みでありながら、多くのユーザーが ELIZA との対話を「感情的に有意義な体験」として認識し、自らの内面をさらけ出すケースも多かった。この現象は「ELIZA 効果」と呼ばれ、対話システムがその実際の知性や理解力を超えて、利用者に情緒的な影響を与える可能性を示した初期の成功例である。

ELIZA は高度な技術を使用していなかったにもかかわらず、その情緒的なインパクトは、後の非具象型バーチャルコンパニオンの開発における重要な指針となった。

2.5.5 Replika

Replika は、2017 年に Luka 社によって開発された AI チャットアプリであり、現代の非具象型バーチャルコンパニオンを代表する製品の一つである。Replika はユーザーとの継続的な対話を通じて、ユーザーの性格や嗜好を学習し、より個別化された応答を生成することが可能である。その主な目的は、孤独感を軽減し、ユーザーに精神的な支援を提供することである。

Replika の特徴の一つは、対話内容に応じて「感情」の概念を取り入れている点である。ユーザーが喜びや悲しみを表現すると、Replika はそれに適応した応答を返すことで、利用者に「理解されている」という感覚を与える。また、音声対話やビジュアルアバターといった要素が追加され、従来のテキストベースの対話型プログラムを超える没入感が提供されている。

このような技術進化にもかかわらず、Replika の本質は ELIZA の延長線上にあると言える。ユーザーの入力に反応し、適切な問いかけや応答を行うことで、対話を通じた情緒的なつながりを構築する仕組みは、非具象型バーチャルコンパニオンの一貫した特徴として存在している。

まとめ

バーチャルコンパニオンは、その「存在形態」によって具象型と非具象型に大別される。本節で取り上げた事例を通じて、両者が異なるアプローチで利用者の情緒的支援に応じていることが確認できた。

具象型は物理的な身体を持つことで、視覚や触覚を通じたりアルなインタラクションを可能にし、利用者に強い「存在感」を提供する。一方、非具象型は主にソフトウェアとして提供され、物理的な接触はないものの、デジタルプラットフォーム上での柔軟な利用と多様なユーザー層への対応が特徴である。ただし、非具象型の多くは利用者からのアクション（アプリの起動や対話の開始）が必要であり、具象型が提供するような「自発的な関与」や「常在感」を再現するのが難しいという課題も持つ。

また、具象型と非具象型のいずれの形態においても、製品設計時に必ずしも特定の使用場面が想定されていない場合があるにもかかわらず、実際の利用では特

定のシーンやユーザー層に集中している傾向がある。これはバーチャルコンパニオンの適応力を示すと同時に、使用環境がインタラクションの質や情緒的效果に与える影響の大きさを示唆している。

本節での考察を基に、次節ではバーチャルコンパニオンが現在どのような場面で活用されているか、そしてその使用状況がどのような制約や可能性を生むかについて、現状分析を進める。

第 3 章

現 状 分 析

3.1. 現在の市場と製品の全体像

AI バーチャルコンパニオン市場は近年急速に拡大しており、家庭、介護、教育、エンターテインメントなど多様な分野で注目を集めている。市場規模は 2023 年に約 268.5 億米ドルと評価され、2032 年には 381.41 億米ドルに達する見込みである [26]。この成長を支える主要な要因として、人工知能（AI）やロボット技術の進化が挙げられる。特に、自然言語処理（NLP）や機械学習技術の進展により、よりリアルで感情的なつながりを提供する製品が増加している。

現在のバーチャルコンパニオン製品は、大きく具象型と非具象型に分類できる。具象型製品としては、Paro や Aibo などのロボット ペットが代表例であり、現実のペットに近い行動や反応を模倣することを目的としている。これらの製品は高度なセンサー、音声認識機能、および機械学習アルゴリズムを搭載しており、ユーザーに「本物らしさ」を感じさせる体験を提供する。一方で、非具象型製品には、Replika のような対話型アプリが含まれる。これらは身体的な存在を持たないものの、個人化された会話や心理的な支援を提供することで、ユーザーの感情的なニーズを満たしている。

AI バーチャルコンパニオン市場の拡大には、高齢化社会における新たな需要も重要な要因となっている。特に、身体的な制約により従来のペットの飼育が難しい高齢者にとって、ロボット ペットは孤独感の緩和とともに、飼育に伴う負担を軽減する代替手段として注目されている [27]。

一方で、これらの製品にはいくつかの課題が存在する。第一に、多くの具象型製品は主に室内での使用を想定しており、屋外や移動中といった異なる環境での

利用には十分対応していない。この「使用場面の限定性」は、利用者が製品をより多様な場面で活用することを妨げる要因となっている。また、情緒的な支援や陪伴を目的とする製品においては、利用者が異なる環境で異なる形態のインタラクションを求める場合が多いが、現状ではこうした多様性に応える設計が不足している。

さらに、非具象型製品に関しては、プライバシー保護やデータセキュリティの懸念が指摘されている。これらの懸念は、ユーザーが製品を利用する際の心理的障壁となり得る。また、具象型製品と比較して身体的な存在感を欠くことが、一部のユーザーにとって情緒的なつながりの形成を難しくしている可能性がある。

こうした課題を踏まえ、AI バーチャルコンパニオン市場のさらなる発展には、使用場面の拡張や多様なインタラクション形式の実現が鍵となる。本節の考察は、次節での使用場面分析やユーザー体験に関する議論の基盤を提供するものである。

3.2. 使用場面と制約

AI バーチャルコンパニオンは家庭、医療、教育、エンターテインメントなど、さまざまな分野で利用可能性が注目されている。しかし、現状ではそれぞれの製品が持つ設計や機能の特性により、利用場面には一定の制約が存在する。

LOVOT や Aibo といった具象型バーチャルコンパニオンは、主に家庭内での利用を想定して設計されており、屋外や移動中の利用には適していない。たとえば、LOVOT の取扱説明書には、砂やほこりが多い場所や直射日光の下での使用を避けることが明記されており、家庭内でも照明や温度など環境条件の調整が必要とされる [28]。同様に、Aibo についても「滑りやすい床」や「極端な温度」での使用を避けるよう求められており、一定の条件下でしか安定的に動作しないことが明らかになっている [29]。

また、ユーザーの外出時のニーズに応えるため、メーカー側も一定の対応を行っている。たとえば、ソニーストアオンラインでは 2022 年 2 月に「aibo 抱っこひも」(図 3.1) (税込 9790 円) の受注生産を開始し、GROOVE X も 2022 年 4 月に「LOVOT キャリーシート」(税込 2 万 9980 円) を販売開始した (図 3.2)。さらに、

LOVOT用の充電器についても、持ち運びしやすい「チャージスタンドセット」(税込5万9800円)が2022年12月に発売されている(図3.3)。これらの製品はユーザーが外出時に製品を携帯する利便性を向上させたものの、製品そのものの使用可能性を大きく拡張するものではない。



(Source: ソニー, 2022 [30])

図 3.1 aibo 専用抱っこひも



(Source: LOVOT 公式サイト [31])

図 3.2 LOVOT キャリーシート



(Source: LOVOT 公式サイト [31])

図 3.3 LOVOT チャージスタンドセット

一方で、Replikaのように携帯端末やパソコン上で動作する非具象型バーチャルコンパニオンも、利用場面に一定の制約がある。これらの製品は物理的な制約を受けにくい一方で、端末への依存性が高く、ユーザーがスマートフォンやPCを使用できない状況では機能を発揮することが難しい。たとえば、運転中や屋外活

動中など、利用者が端末にアクセスできない場面では、その役割を十分に果たせない場合がある。

以上のように、具象型製品と非具象型製品のいずれも、利用場面においてさまざまな制約が存在する。特に、移動や屋外環境での利用を想定した設計が不足しており、利用者の多様なニーズに十分応えるには至っていない。これらの課題を踏まえ、本研究では次章において、これらの制約を克服するための可能性について検討する。

3.3. ユーザー体験の課題

バーチャルコンパニオンは感情支援や社会的なつながりを提供する能力で注目されている一方で、ユーザー体験の観点からいくつかの課題が指摘されている。その中でも特に、交互方式の柔軟性に関する問題が大きな課題として挙げられる。

現在の製品では、一貫した交互方式を全ての利用場面で適用しているが、これは利用者の多様なニーズに十分に応えるものではない。たとえば、LOVOT や Aibo は触覚センサーや音声認識を活用した親密なインタラクションを提供しており、家庭内での利用に最適化されている。しかし、これらの交互方式は公共交通機関や旅先のような状況では不便に感じられることがある。家庭内では触れる、声をかけるといったインタラクションが自然である一方で、混雑した通勤中や静寂が求められる場面では、同じインタラクションが難しいと考えられる。

さらに、多くの製品はカメラやセンサーを常時稼働させており、これによりユーザーに親密感を与える設計となっているが、プライバシーを重視する場面では適切ではない場合がある。たとえば、旅先で AI コンパニオンが記録機能を活用して思い出を残してくれることは便利とされる一方で、同じ記録機能が家庭内で常時動作している場合には、不快感や不安感を引き起こす可能性がある。このような状況は、製品の利用場面ごとのインタラクション方式が柔軟に調整できないことによる課題といえる。

また、交互方式の固定性は、長期使用時における新鮮さの喪失にも影響を与える。導入初期には製品の「本物らしさ」や新奇性がユーザーに感動を与えるが、

同じインタラクションが繰り返されることで、次第に興味が薄れ、利用頻度が低下する可能性がある。これは、交互方式の柔軟性が欠如している場合に特に顕著となる。

このように、現在のバーチャルコンパニオン製品は、一貫性のある交互方式を持つことで簡便性を保つ一方で、利用場面やユーザーのニーズに応じた柔軟な調整が難しいという課題を抱えている。これらの課題を解決するには、利用場面に応じてインタラクション方式を適応させる仕組みや、特定の機能を一時的にカスタマイズ可能な設計が求められる。

以上のように、交互方式の柔軟性の欠如は現在のバーチャルコンパニオン製品における重要な課題である。本研究では、これらの課題を克服するための新たなデザインアプローチについて次章で検討する。

3.4. まとめ

本章では、現行の AI バーチャルコンパニオン製品における課題を、利用場面の制約およびユーザー体験の観点から検討した。具体的には、以下の2つの点が主要な問題として挙げられる。

まず、現行製品は使用場面の適応性において課題を抱えている。LOVOT や Aibo などの具象型製品は、家庭内での利用を前提とした設計が中心であり、屋外や移動中の利用に十分対応していない。一方、非具象型製品は物理的な制約を受けにくいですが、デバイスへの依存性が高く、特定の場面では十分に機能を発揮できない場合がある。これらの製品は、それぞれ特定の場面に最適化されているものの、多様化する利用者のニーズに応えるための柔軟性を欠いている。

次に、ユーザー体験における課題として、交互方式の固定性が挙げられる。現行製品は一貫したインタラクション方式を提供しているが、これが場面や利用者の状況に応じた適応を妨げている。たとえば、家庭内では自然なインタラクションが公共交通機関や旅先などでは不便となり得る。また、交互方式の固定性は長期使用における新鮮さの喪失にもつながり、製品の情緒的つながりの維持に影響を与える。

これらの課題は、現行製品の設計が単一場面や機能の最適化に重点を置いている点に起因している。一方で、利用者の多様なニーズに応えるためには、使用場面や状況に応じて柔軟に変化できる設計が求められる。本研究では、こうした課題を克服するためのアプローチとして、「Ghost & Shell」という新たなデザイン概念を提案する。次章では、このデザイン概念の詳細および理論的背景について議論を進める。

第 4 章

デザインコンセプトとプロトタイプ

第3章で示したように、現行のバーチャルコンパニオン製品にはいくつかの課題が存在する。その中でも、以下の点は特に重要である：

利用場面の限定：多くの具象型製品は、特定の利用環境を前提としており、違う場面の利用に適応しにくい。

インタラクションの固定化：単一のインタラクション方式では、利用場面ごとの多様なニーズに対応することが難しい。

これらの課題を解決するためには、利用者の感情的なつながりを維持しつつ、多様な場面に柔軟に適応できる新しい設計アプローチが必要である。

本研究では、これらの課題を克服するための新しいデザインコンセプトとして「Ghost & Shell」を提案する。この設計コンセプトは、感情支援や社会的交流をさらに豊かにすることを目指しており、以下の点を中心に設計された：

利用場面の多様性への対応：異なる場面においても連続的な体験を提供すること。

感情的つながりの一貫性：形態が変わっても同じ「存在」として認識されること。

次節では、これらの目標を実現するための具体的な設計コンセプトについて詳述する。

4.1. Ghost & Shell のコンセプト

本研究では、バーチャルコンパニオン製品が抱える利用場面とインタラクションにおける課題を克服するため、「Ghost & Shell」という新しい設計コンセプトを提案する。この設計の目的は、情緒的なつながりを維持しつつ、多様な利用場面に柔軟に適応できるバーチャルコンパニオンの実現である。

Ghost & Shell の設計は、「Ghost」と「Shell」という2つの要素に基づいて構築されている。Ghost はデジタルコアとして、バーチャルコンパニオンの「魂」に相当する。ユーザーとの感情的なつながりを担い、記憶や感情状態の管理、データの蓄積といった重要な役割を果たす。一方、Shell は物理的なインタラクション端末として、ユーザーが直接触れ合う場を提供する。Shell は場面に応じて選択可能であり、例えば家庭用では触覚的なインタラクションを重視し、外出用では軽量化と携帯性を重視した設計が可能となる。

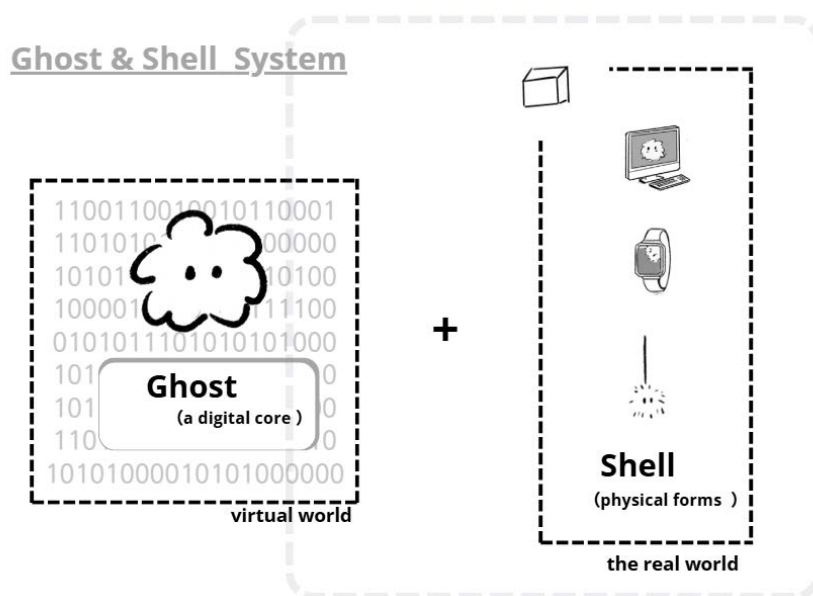


図 4.1 Ghost & Shell の基本構造：デジタルコアと物理的形態の分離設計

このように Ghost を「デジタル化された魂」、Shell を「物理的な身体」として分離することは、利用場面の柔軟な適応を実現する上で極めて重要である。従来の AI バーチャルコンパニオン製品では、形態の一貫性がユーザー体験の連続性を担保してきた。しかし、単一の物理形態に依存する限り、利用場面の拡張性には限界がある。Ghost & Shell は、この制約を克服するための新しいアプローチを提供する。

さらに、形態の変化がある場合でも、ユーザーが同じ「存在」として Ghost を認識することが、情緒的つながりを維持する上で不可欠である。本研究では、こ

の「感情的一貫性」をどのようにデザインで実現するかを重要な研究課題と位置付けている。この課題に対応するために、記憶の継承や切り替えの演出など、複数の方法を検討する必要がある。

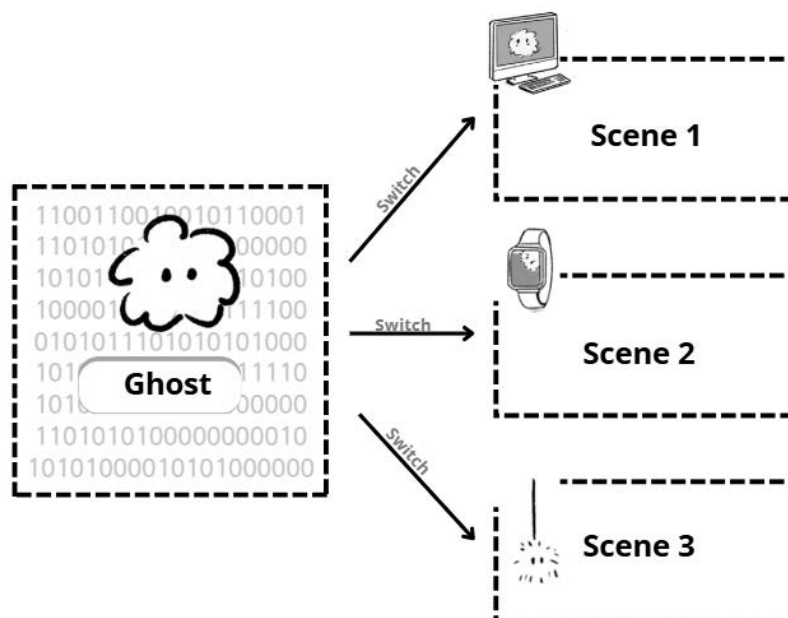


図 4.2 場面やニーズに応じて異なる Shell を選択できる

以上の設計コンセプトを具体化するために、本研究では2種類のプロトタイプを作成した。これらのプロトタイプは、Ghost & Shell のシステムが成立するかどうかを検証するために設計されており、特に「感情的一貫性を実現するために必要な要素」を明らかにすることを目指している。次節では、各プロトタイプの構造とテスト結果について詳述する。

4.2. プロトタイプ（一）

Ghost & Shell の設計コンセプトを具体化するため、最初のプロトタイプとしてプロトタイプ（一）を作成した。本プロトタイプは、家庭内と外出先での利用を想定した2つの異なる Shell で構成されている。また、Ghost には統一された視覚

的なキャラクター形象がデザインされており、この形象はすべての Shell に適用され、ユーザーに Ghost の存在感を強調する役割を果たしている (図 4.3,4.4)。



図 4.3 Ghost のデザイン



図 4.4 Ghost のデフォルメデザイン

プロトタイプ (一) は、家庭内用のクッション型 Shell と、外出用のネックレス型 Shell で構成されている。クッション型 Shell は、Ghost のキャラクター形象を模した外観を持ち、内部にサーボモーターを搭載しており、上下運動を繰り返すことで「呼吸」を模した動作を提供する。一方、ネックレス型 Shell は、LED ライトを使用したチェーン部分と、Ghost の形状を模した振動モジュールで構成さ

れている。LED ライトはゆったりとした点灯・消灯を繰り返し、Ghost が「呼吸している」ようなリズムを演出する。振動モジュールは、触覚的なフィードバックを提供することで、ユーザーに物理的な存在感を伝えることを目的としている（図 4.5）。

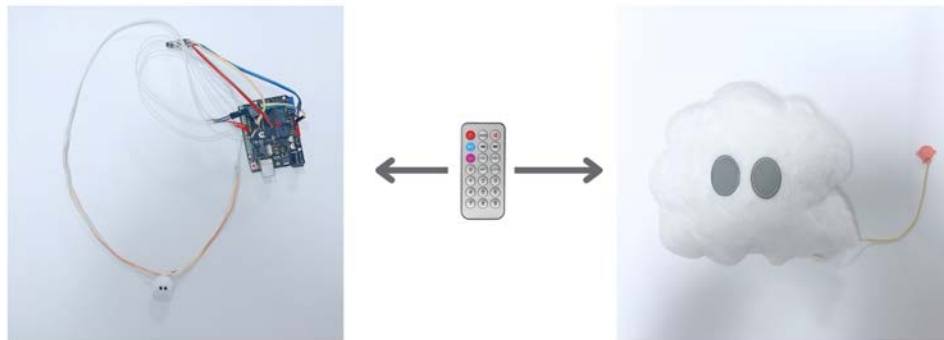


図 4.5 プロトタイプ（一）

この2つの Shell 間の切り替えは、Bluetooth リモコンを用いて手動で制御され、1つの Shell が稼働中はもう1つが停止する仕組みである。テストの実施にあたり、被験者には事前に具体的なシステム内容を説明せず、自然な反応を観察する形で行った。

6名の被験者を対象としたテストでは、切り替え時の反応にさまざまな差異が見られた。6人中2人は、最初の切り替え発生時に変化をすぐに認識できなかったものの、使用が進むにつれて切り替えの仕組みに気づいた。一方で、ほとんどの被験者が、1つの Shell が停止し、もう1つが稼働し始めるこの「変化」を認識することはできたものの、それを「同じ Ghost が2つの Shell 間を移動した」という一貫した感覚と結びつけることは難しかった。

テスト終了後、システムの全体設計を説明した際には、さらに興味深い反応が得られた。例えば、ある被験者は「クッション型 Shell は Ghost の形象がそのまま残っているため、外見上は存在を感じるが、中身がなくなったと考えると“空っぽ”に感じる」と述べた。また、別の被験者は「Ghost が移動した後の Shell は、視覚的には残っていても、まるで魂が抜けたような“抜け殻”に見える」と表現

した。こうした反応から、Shell 間の切り替えにおいて、感情的の一貫性を強調するためには記憶の継承や切り替え時の演出が重要であることが示唆された。

これらの結果を踏まえ、プロトタイプ(二)では、切り替え時の演出や感情的一貫性を高める設計要素を追加することで、さらなる改良を試みる予定である。本節で得られたテスト結果の詳細な分析については、第5章で改めて議論する。

4.3. プロトタイプ(二)

Ghost & Shell の設計コンセプトをさらに具体化し、プロトタイプ(一)で指摘された課題を解決するために、プロトタイプ(二)を作成した。本プロトタイプでは、感情的一貫性の向上と、システム切り替え時の演出効果を強化することを目指し、家庭内用と外出用の2つのShellで構成されている(図4.64.7)。

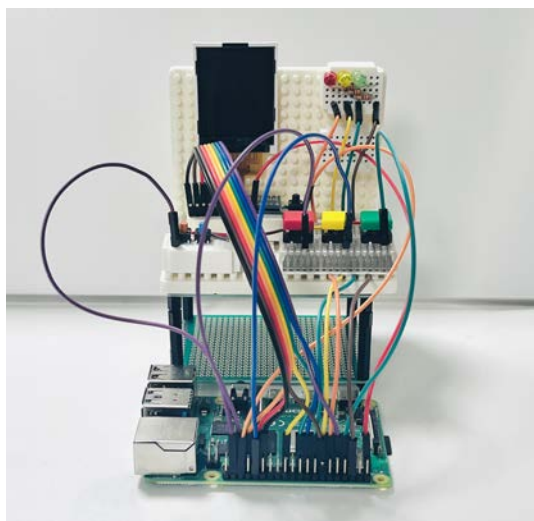


図 4.6 家庭用 Shell

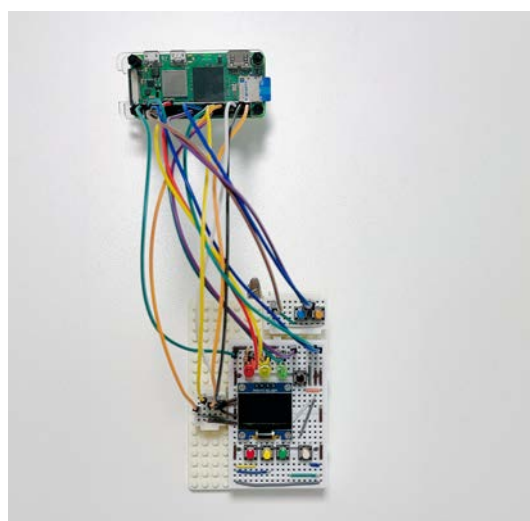


図 4.7 外出用 Shell

Shell の設計理念と「ツール化」のアプローチ プロトタイプ(一)のテストでは、ユーザーから「Ghost を失った Shell がまるで空っぽの器や死体のように感じる」との指摘があった。この現象について、《The Media Equation》では、人間はメディアを無意識に現実の人間や場所のように扱う傾向があると論じられてい

る [18]。また、別の研究では、人間は目や鼻、口などの擬人化された形状を持つ物体に対し感情的なつながりを感じやすいことが示されている。このような背景を踏まえ、プロトタイプ (二) では、Shell の外見をあえてシンプル化し、物理的な存在感を抑えるデザインを採用した。

具体的には、Shell を「Ghost とユーザーをつなぐインタラクションの窓口」と捉え、外形はスクリーン、LED ライト、ボタンのみで構成される機能的なデザインとした。ユーザーが感情的な関係を築く対象を物理的な Shell ではなく、スクリーン内に表示される Ghost のキャラクターに集中させることを目的としている。このアプローチにより、Shell は「Ghost が操作する機械」(図 4.8) や「Ghost を観察するためのインターフェース」として位置付けられた

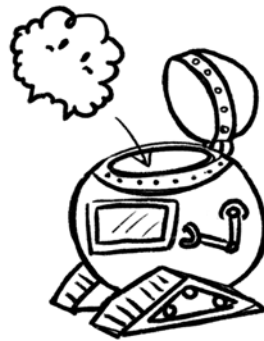


図 4.8 Ghost が機械を操作するイメージ

プロトタイプ (二) の仕様とモード 家庭内用 Shell は、ラズベリーパイ 4 (Raspberry Pi 4) を基盤としており、Ghost の感情状態を表示するスクリーンと三色 LED モジュール (赤・黄・緑) を備えています。また、外出用 Shell は、ラズベリーパイ Zero 2 W (Raspberry Pi Zero 2 W) を基盤としており、外出先での利用を考慮し、特有の機能として WiFi スキャン機能が追加されています。

本プロトタイプでは、待機モードとインタラクションモードの 2 つの動作モードが採用されています。待機モードでは、Ghost はスクリーン内の小さな部屋で日常的な生活を送る様子が描かれています。この小さな部屋は、Ghost の「自分の空間」としてデザインされており、部屋の中でパソコンを使ったり、本を読ん

だり、何かを修理したりする様子がランダムで表示されます。待機モードでLEDモジュールは穏やかに点灯し、ランニングライト効果でリラックスした雰囲気を演出します。一方、インタラクションモードでは、情感システムが作動し、Ghostがユーザーと向き合う形で画面手前に歩み寄ります。このモードでは、ユーザーが緑・黄・赤のボタンを押すことで、Ghostの感情状態が動的に変化し、リアルタイムで画面のアニメーションとLED点灯パターンに反映されます（図4.94.10）。

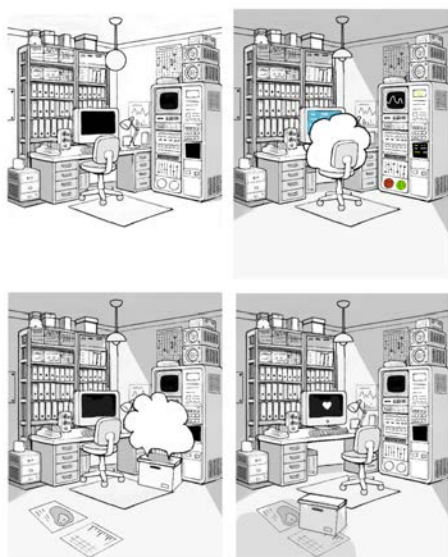


図 4.9 Ghostの待機モード時の部屋デザイン

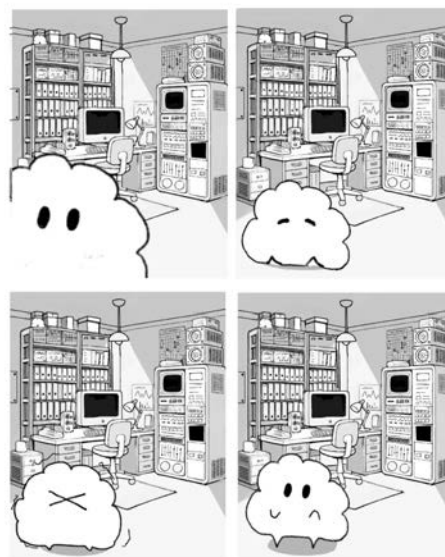


図 4.10 インタラクションモードでのGhostのアプローチ

インタラクションモードで作動する情感システムは、心理学者 Russell によって提唱された環状感情モデル（Circumplex Model of Affect）を基に設計されています（図4.11）。このモデルは、感情を「愉悦度（Valence）」と「喚起度（Arousal）」という2つの軸で定義し、感情状態をこれらの組み合わせで示します。たとえば、「高喚起・高愉悦」は「興奮」、「低喚起・低愉悦」は「悲しみ」、「高喚起・低愉悦」は「怒り」を表します。

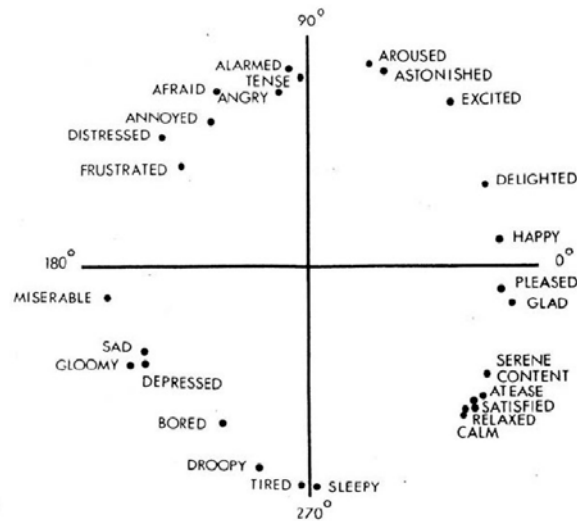


図 4.11 Russell による環状感情モデル

本プロトタイプでは、設計の実用性を高めるため、このモデルを「不安 (Anxiety)」と「興味 (Interest)」という2つのパラメータに簡略化し、以下の7種類の感情状態とそれに対応するLED点灯パターンを定義しました (図 4.12) :

1. 平穏 (Heion) : 不安低、興味低 - 緑色 LED (点灯)
3. 興奮 (Koufun) : 不安低、興味高 - 緑と黄色 LED (点滅)
4. 無関心 (Mukanshin) : 不安中、興味低 - 黄色 LED (点灯)
5. 慎重 (Shinchou) : 不安中、興味中 - 黄色と赤色 LED (点灯)
6. 緊張 (Kinchou) : 不安中、興味高 - 黄色と赤色 LED (点滅)
7. 驚き (Odoroki) : 不安高、興味任意 - 赤色 LED (点滅)

それぞれの感情状態には特定のアニメーションとLED点灯パターンが割り当てられています。このように、プロトタイプはユーザーのインタラクションに応じて動的に反応し、感情状態を可視化することができます。

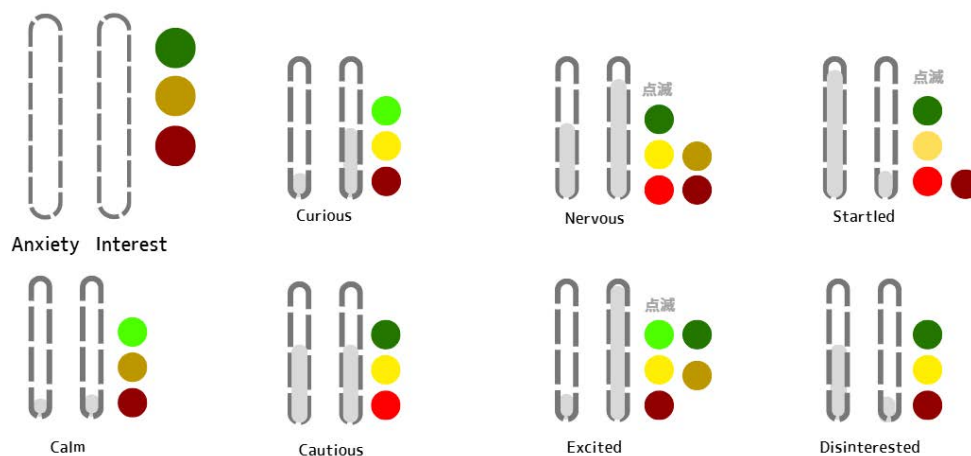


図 4.12 簡略化された感情システム設計

システム切り替え機能 家庭内用 Shell と外出用 Shell 間の切り替えは、オレンジボタン（外出から帰宅）または青ボタン（家から外出）によって行われる。この切り替えプロセスでは、両 Shell が有線で接続され、ユーザーがボタンを押すと「出発」と「到着」を示すアニメーションがそれぞれの画面に表示される (図 4.134.14)。また、切り替えが行われた際、Ghost が「離脱」した Shell はスクリーン表示と LED の動作を停止し、完全に非アクティブ化される。これにより、ユーザーに「同時に存在する Ghost は 1 つだけ」という印象を与える設計となっている。同時に、Bluetooth を介して感情状態および外出用 Shell で取得した WiFi 記録が家庭内用 Shell に送信され、感情状態の一貫性が維持される。

WiFi スキャン機能は、外出用 Shell に搭載された白色の専用ボタンによって操作される。このボタンを押すと、外出用 Shell が周囲の WiFi 信号をスキャンし、その個数と名前を取得する。このうち WiFi の個数はその場でスクリーンに表示され、名前の情報は記録される。この機能は、Ghost が外出先で見聞きした情報を「記憶」として保持し、帰宅後に共有する象徴的な仕組みとして設計されている。

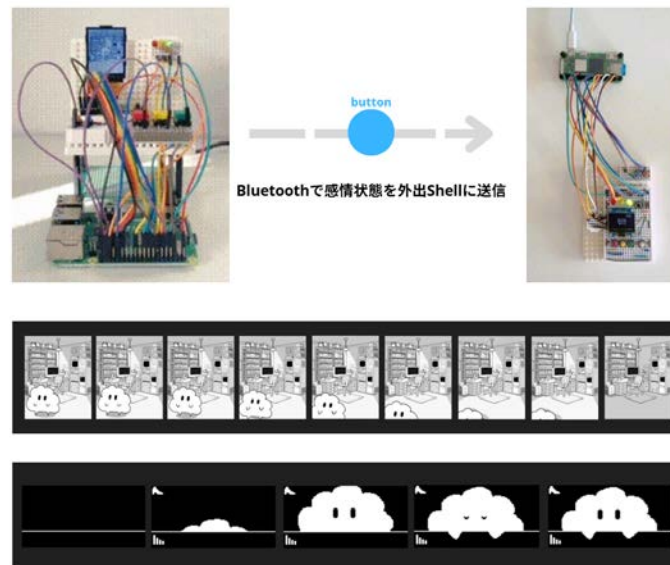


図 4.13 外出用 Shell の切り替えプロセス

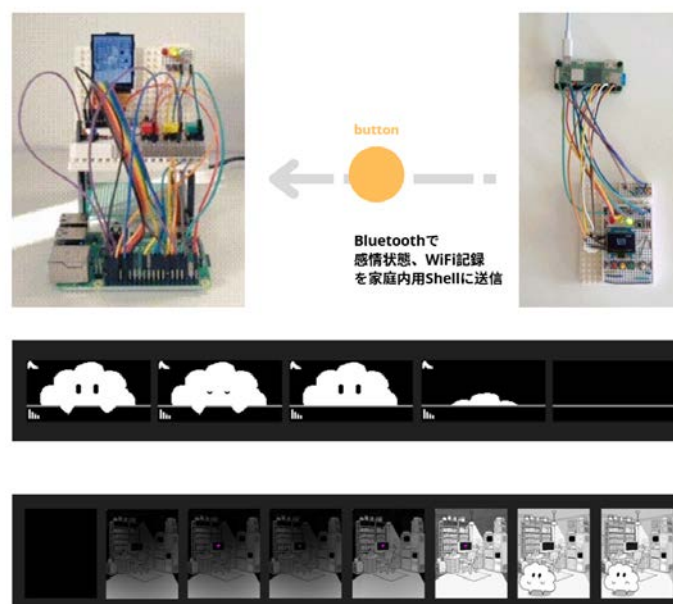


図 4.14 帰宅時の Shell 切り替えプロセス

テスト方法と初期結果 プロトタイプ (二) のテストでは、6 人の被験者が参加したプロトタイプ (一) と同じアンケートを使用し、10 人を対象に 4 日間の使用実験を実施した。前半 2 日間は家庭内用 Shell のみを利用し、後半 2 日間は外出用 Shell との切り替えを体験してもらった。ユーザーのインタラクションデータと感情状態の変化が自動記録され、また使用終了後にアンケートを回収した。

初期の結果から、プロトタイプ (二) はプロトタイプ (一) に比べ、ユーザーの注意が物理的な Shell に向く割合が低下し、スクリーン内の Ghost のキャラクターに集中する傾向が強まった。これにより、物理的な Shell が「ツール化」されたデザインが奏功していることが確認された。また、切り替え時に Ghost の感情状態が一貫している点について、ユーザーの満足度が向上したことも示されている。

これらの初期結果を基に、プロトタイプ (一) と (二) の設計効果をより詳細に分析するためのテスト結果比較を次章で行う。

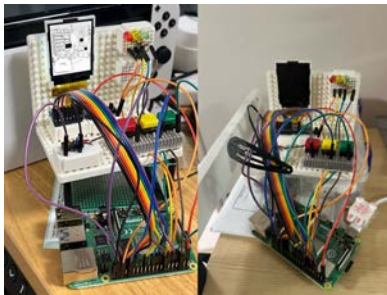


図 4.15 テスト参加者からのフィードバック 1

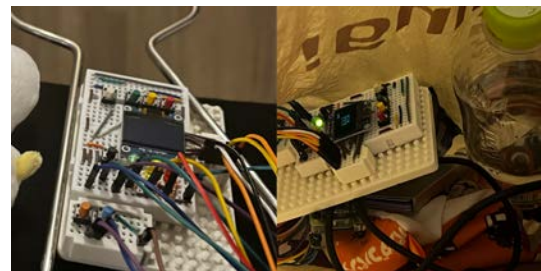


図 4.16 テスト参加者からのフィードバック 2

第 5 章

テスト結果の分析

5.1. テスト概要

本研究では、Ghost & Shell の設計コンセプトに基づき、2つのプロトタイプを用いてユーザー評価を実施した。テストの目的は、プロトタイプ（一）と（二）それぞれの設計要素がユーザー体験に与える影響を比較し、概念の実現可能性と改良点を検討することである。

5.1.1 プロトタイプ（一）のテスト

プロトタイプ（一）は、初期段階でのインタラクション設計の評価を目的とし、6人の被験者を対象に短期の対面テストを実施した。本テストでは、観察とアンケートを組み合わせ以下ポイントを検証した：

- Ghost が異なる Shell 間を切り替える際の認知プロセス。
- Shell が Ghost を失った際のユーザーの印象。
- 感情状態の一貫性に対するユーザーの評価。

テストデータは、主にアンケートの回答を基に分析された。

5.1.2 プロトタイプ（二）のテスト

プロトタイプ（二）は、プロトタイプ（一）の課題を改善した設計を用い、10人の被験者を対象に4日間の長期使用テストを実施した。本テストでは、家庭用と外出用の2つのShellを用い、以下のように進化した：

- 第1～2日目：家庭用 Shell のみを使用。

- 第3～4日目：家庭用と外出用 Shell 間の切り替えを伴う使用。

テストデータには、1日あたり参加者のインタラクション数。また、プロトタイプ（一）と同一のアンケートを用いることで、設計の改良点を定量的に比較した。

5.1.3 テストの制限と範囲

本研究のテストは、Ghost & Shell コンセプトの基本設計要素の検証に焦点を当てたものであり、製品レベルのユーザー体験の最適化を目的とするものではない。また、プロトタイプ（一）は短期の対面テストであるのに対し、プロトタイプ（二）は実際の生活環境における長期テストであるため、収集されたデータの性質には一定の差異が存在する可能性がある。

5.2. アンケート結果

5.2.1 基本情報

プロトタイプ（一）と（二）それぞれにおいて、異なる年齢層の被験者を対象にテストを実施した。プロトタイプ（一）には6人、プロトタイプ（二）には10人の被験者が参加した。

Q0. 年齢を教えてください。

プロトタイプ（一）では、10代が1人、20代が4人、30代が1人であった。一方、プロトタイプ（二）では、20代が7人、30代が3人を占めた（図5.1）。

Q00: 年齢を教えてください

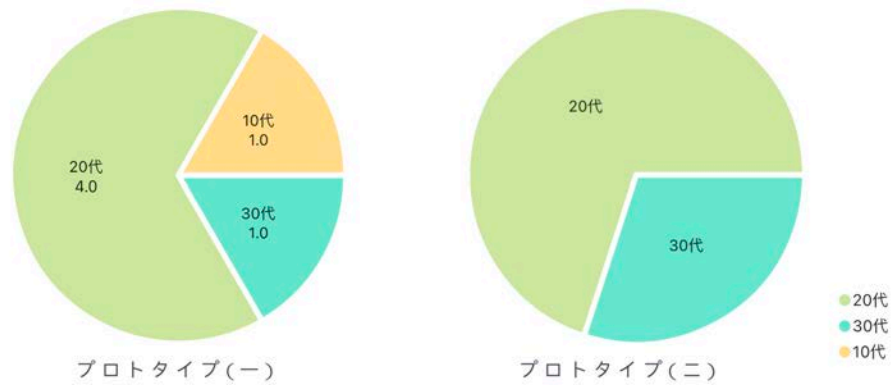


図 5.1 Q0. 年齢層別の回答分布

Q0-1. これまでにバーチャルコンパニオンを利用した経験はありますか？

プロトタイプ (一) では、4 人が「はい」、2 人が「いいえ」と回答した。一方、プロトタイプ (二) では、6 人が「はい」、4 人が「いいえ」と回答した (図 5.2)。

Q0-1: バーチャルコンパニオンを使用した経験がありますか？

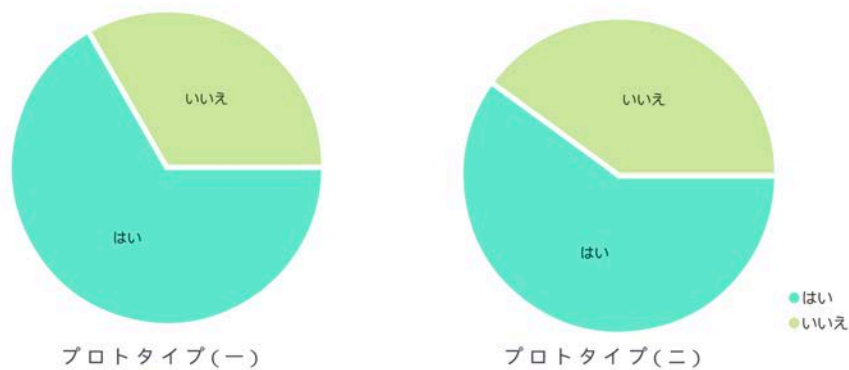


図 5.2 Q0-1. バーチャルコンパニオン使用経験の有無

5.2.2 切り替え認識

本セクションでは、Ghost が異なる Shell 間を切り替える際の認識について分析を行う。質問 Q1 および Q2 を基に、被験者が切り替えに気付いたか、またそのプロセスをどの程度自然に感じたかを検討した。

Q1. Ghost が異なる Shell 間を切り替えたことに気付きましたか？

この質問では、被験者が Ghost の切り替えに気付いたかどうかを確認した。プロトタイプ（一）では、「気付かなかった」が2人、「しばらくしてから気付いた」が4人、「すぐに気付いた」は0人であった。一方、プロトタイプ（二）では、「全く気付かなかった」は0人、「しばらくしてから気付いた」が2人、「すぐに気付いた」が8人を占めた（図 5.3）。

Q1. 切り替えが発生したことに気付きましたか？

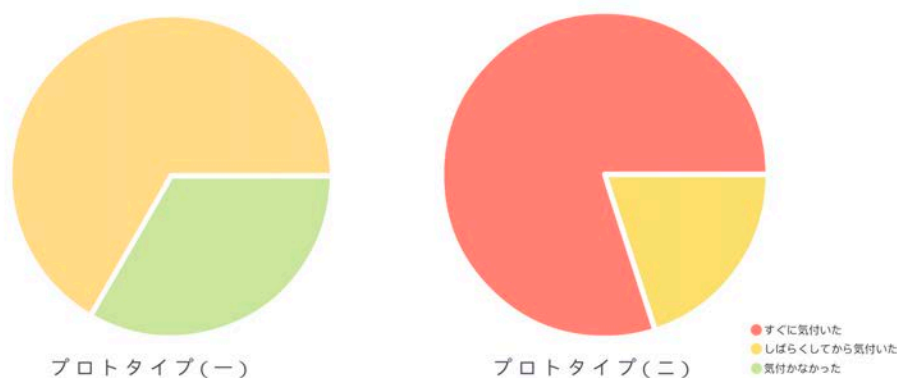


図 5.3 Q1. 切り替えの認識状況

プロトタイプ（二）の被験者からは、切り替えプロセスについて「Shell から Ghost が出て行くアニメーションと、次の Shell に入る動きが明確だったため、すぐに切り替えを認識できた」という回答が多く見られた。また、「切り替えのボタン操作が分かりやすかった」との意見もあり、視覚的および操作的な明確さが切り替え認識の向上に寄与したと考えられる。

一方で、プロトタイプ（一）では「切り替えの際に何が起きたのか分かりにくかった」「Ghostの移動感があまり感じられなかった」との声が寄せられた。これは、切り替えプロセスにおけるフィードバックの不足が原因であると考えられる。

Q2. Ghostの切り替えプロセスをどの程度自然に感じましたか？

この質問では、被験者がGhostの切り替えプロセスをどの程度自然に感じたかを評価した。プロトタイプ（一）では、「非常に不自然」が2人、「不自然」が3人、「普通」が1人（16.7%）であり、「自然」または「非常に自然」と答えた被験者はいなかった。一方、プロトタイプ（二）では、「非常に不自然」が0人、「不自然」が1人、「普通」が2人、「自然」が5人、「非常に自然」が2人を占めた（図5.4）。

Q2. Ghostの切り替えプロセスをどの程度自然に感じましたか？

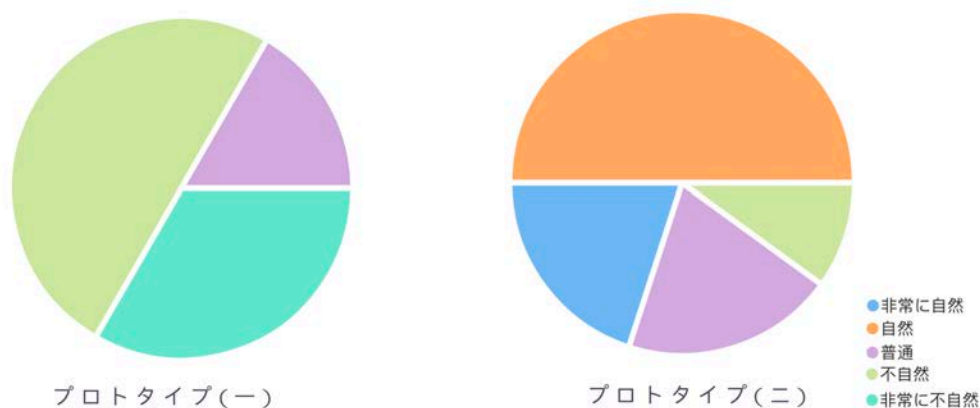


図 5.4 Q2. 切り替えタイミングの自然さ

プロトタイプ（二）の被験者の多くは、「切り替え時のアニメーションと感情状態の継続が一貫性を感じさせた」と回答しており、切り替えプロセスの自然さを強調していた。特に、「切り替え後もGhostの感情状態がそのまま引き継がれていたため、切り替えをスムーズに感じた」との意見が見られた。

一方で、プロトタイプ（一）では「切り替えのタイミングが不明確だった」「切り替え後の状態が違和感を伴った」との指摘があり、切り替えのスムーズさを妨

げる要因として、視覚的および感情的な一貫性の欠如が浮き彫りとなった。

5.2.3 Shell の認識

本セクションでは、Ghost が移動した後の Shell（元の Shell および新しい Shell）に対する被験者の認識について分析を行う。質問 Q3、Q4 および追加質問 Q5 の結果を比較し、プロトタイプ（一）と（二）の設計が被験者の認識に与えた影響を考察する。

Q3. Ghost が移動した後、元の Shell についてどのように感じましたか？

この質問では、Ghost が移動した後に残された Shell（元の Shell）に対する被験者の印象を尋ねた。選択肢として、「特に何も感じなかった」「ただの物体として見た」「Ghost がいないことを強く意識した」などが用意された。

プロトタイプ（一）では、「特に何も感じなかった」が1人、「ただの物体として見た」が2人、「Ghost がいないことを強く意識した」が3人であった。一方、プロトタイプ（二）では、「特に何も感じなかった」が5人、「ただの物体として見た」が4人、「Ghost がいないことを強く意識した」が1人を占めた（図 5.5）。

Q3. Ghost が移動した後、元の Shell についてどのように感じましたか？

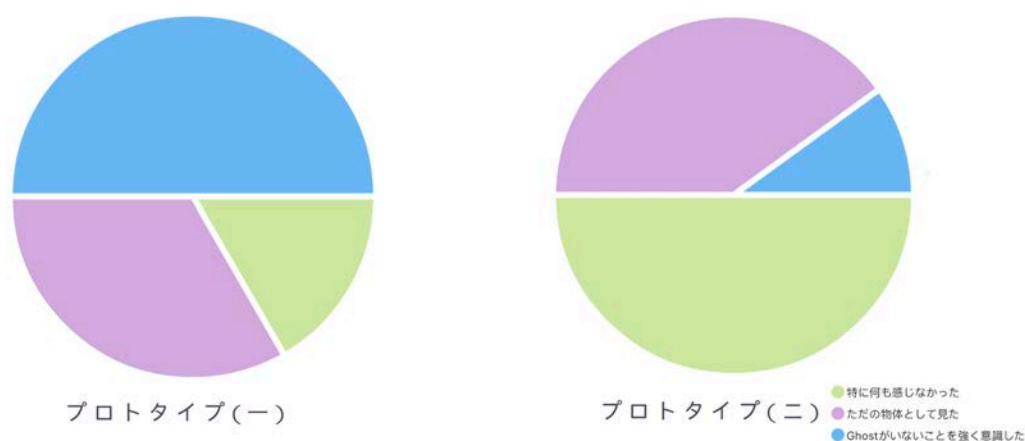


図 5.5 Q3. Ghost 不在時の Shell の認識

プロトタイプ（一）の被験者に対する追加のインタビューでは、「Ghost の形がそのまま残っている抱き枕を見ると、それが『Ghost を失った抜け殻』のように感じる」という意見があり、中には「魂を抜き取られた死体」という表現を用いた人もいた。このように、プロトタイプ（一）の Shell は、被験者にとって Ghost の感情的な一部と見なされていたことが分かる。

一方、プロトタイプ（二）では、「Shell の外観がシンプルで、特に気にすることがなかった」という意見が多く、Shell を「空っぽの部屋」や「何もない空間」として捉える人が多かった。また、一部の被験者は「Shell に注意を向けること自体がなかった」と述べており、プロトタイプ（二）の工具化設計により、被験者の意識が Ghost 本体に集中したことが示唆される。

Q4. Ghost が移動した後、元の Shell に何らかの機能を維持することを希望しますか？

この質問では、元の Shell が Ghost 不在時にも何らかの機能を維持することへの被験者の希望を尋ねた。プロトタイプ（一）では、「強く希望する」が1人、「やや希望する」が2人、「特に希望しない」が3人であった。一方、プロトタイプ（二）では、「強く希望する」が0人、「やや希望する」が1人、「特に希望しない」が9人を占めた（図 5.6）。

Q4. Ghostが移動した後、元のShellに何らかの機能を維持することを希望しますか？

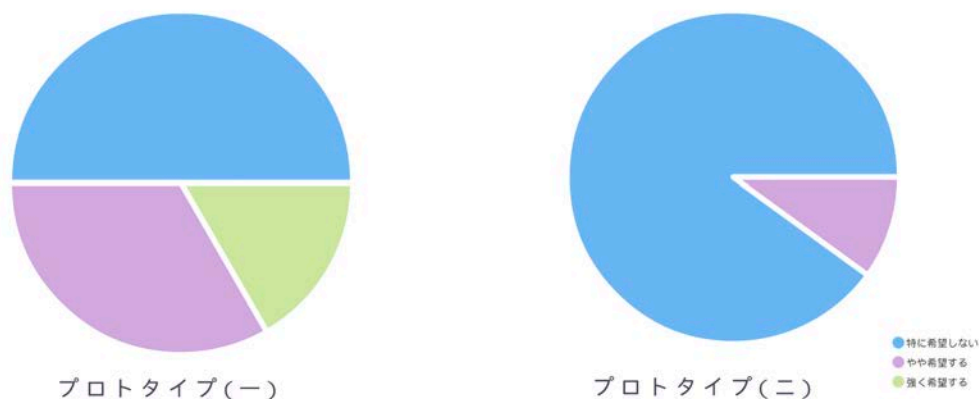


図 5.6 Q4. Shell の動作に対する違和感

プロトタイプ（一）の被験者からは、「Ghost がいない状態で動き続けるのは不気味だ」という意見が寄せられ、特に「Ghost の形状がそのまま残っているため、動きや機能が残ると違和感が強くなる」という指摘があった。

一方、プロトタイプ（二）の被験者は、「Ghost が Shell から出た時点で、Shell が完全に停止しても特に問題はない」と述べており、Shell が Ghost の一部としてではなく、Ghost との接点を提供するためのツールとして捉えられていたことが分かる。

Q5. Ghost が使用していない Shell のデザイン（外観）について、どの程度気になりますか？

プロトタイプ（一）では、「非常に気になる」が2人、「やや気になる」が3人、「全く気にならない」が1人であった。一方、プロトタイプ（二）では、「非常に気になる」が0人、「やや気になる」が1人、「全く気にならない」が9人を占めた（図 5.7）。

プロトタイプ（一）の被験者は、「Ghost のデザインがそのまま残っているため、いなくなった時のギャップが大きい」と述べており、感情的な違和感を強く抱いていた。一方、プロトタイプ（二）の被験者は、「Shell が単なるツールとして設計さ

れているため、Ghostの有無に関わらず気にならなかった」と答えており、Shell 工具化設計の有効性がさらに裏付けられた。

Q5. Ghostが使用していないShellのデザイン（外観）について、どの程度気になりますか？

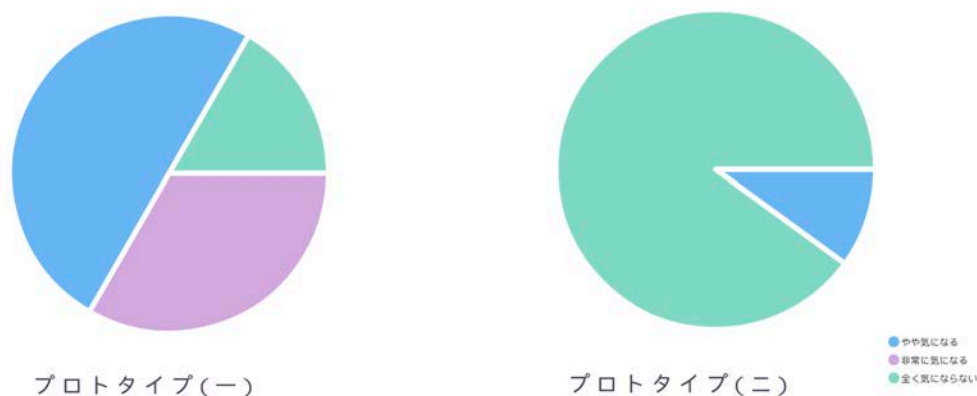


図 5.7 Q5. Shell のデザインに対する印象

これらの結果から、プロトタイプ（二）ではShellのデザインをシンプル化し、感情的な要素を排除することで、被験者がShellに対して不必要な注意を向けず、Ghost そのものに集中できる設計が成功したことが示された。一方、プロトタイプ（一）のデザインでは、被験者が元のShellに感情的な結びつきを持ち、場合によっては「不気味さ」や「違和感」を覚える傾向があった。このことは、Shellの工具化がGhost & Shellシステムの成立において重要な要素であることを示唆している。

5.2.4 感情的一貫性

本セクションでは、Ghostが異なるShell間を移動する際、感情状態の一貫性がどの程度維持されていると感じられたかを分析する。質問Q6およびQ7を基に、被験者が感情的なつながりをどの程度体感したか、またその要因について検討した。

Q6. 切り替え後、Ghost の感情が引き継がれていると感じましたか？

この質問では、被験者が Ghost の感情が切り替え後も維持されていると感じたかを評価した。プロトタイプ（一）では、「全く引き継がれていない」が3人、「ある程度に引き継がれている」が2人、「完全に引き継がれている」が1人であった。一方、プロトタイプ（二）では、「全く引き継がれていない」が0人、「ある程度に引き継がれている」が3人、「完全に引き継がれている」が7人を占めた (図 5.8)。

Q6. 切り替え後、Ghost の感情が引き継がれていると感じましたか？

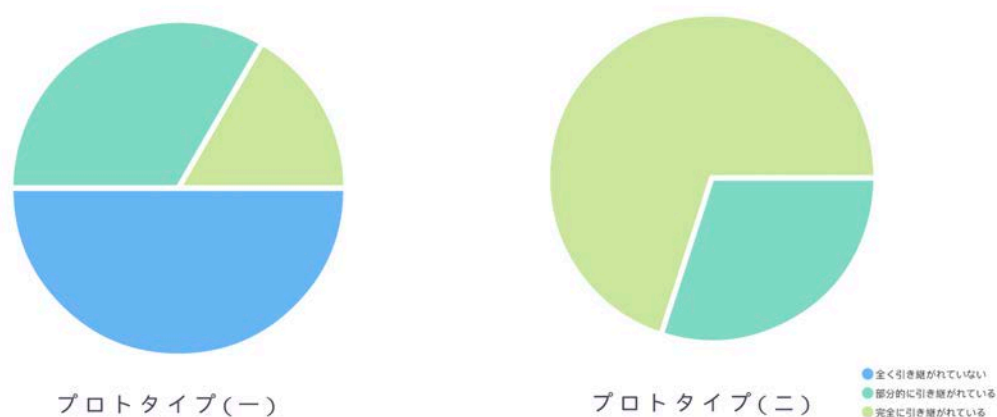


図 5.8 切り替え後の感情状態の一貫性

プロトタイプ（一）の被験者は、「切り替え後の Ghost の動きや表現に一貫性が感じられなかった」という意見を多く挙げており、感情状態の引き継ぎが曖昧であることが指摘された。特に、切り替え時の動作に明確な連続性がない点や、感情が新しい Shell でリセットされるように感じられる点が課題として浮き彫りになった。

一方、プロトタイプ（二）では、「切り替え時に Ghost の感情が明確に移動しているように感じられた」という意見が多く見られた。被験者は特に「感情状態が切り替え後もそのまま引き継がれていた点が一貫性を感じさせた」と評価しており、切り替え時に感情状態が Bluetooth 経由で転送される機能が成功したと考えられる。

Q7. Ghost が異なる Shell 間を移動した後も、同じ存在として感じられましたか？

この質問では、切り替え後の Ghost が同じ存在として認識され続けたかを評価した。プロトタイプ（一）では、「全く同じ存在とは感じられなかった」が2人、「ある程度に同じ存在と感じた」が3人、「完全に同じ存在と感じた」が1人であった。一方、プロトタイプ（二）では、「全く同じ存在とは感じられなかった」が0人、「ある程度に同じ存在と感じた」が2人、「完全に同じ存在と感じた」が8人を占めた（図 5.9）。

Q7. Ghostが異なるShell間を移動した後も、同じ存在として感じられましたか？

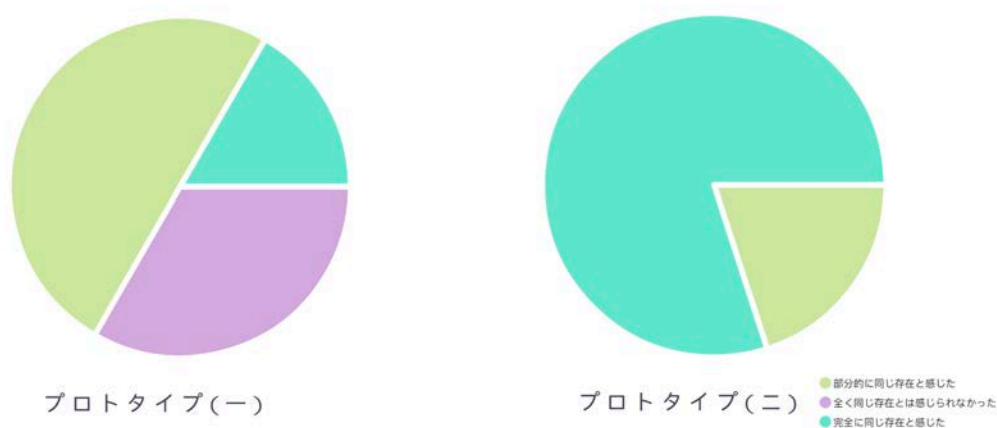


図 5.9 Q7. 切り替え後の記憶引継ぎ

プロトタイプ（一）の被験者は、「感情の継続が感じられなかったため、別の存在として認識してしまった」という意見があり、「切り替えの瞬間に違和感があった」という指摘も多かった。これらの結果から、感情の一貫性が欠如していることが、同一性認識に影響を与えた可能性が示唆される。

プロトタイプ（二）の被験者からは、「切り替え時のアニメーションや感情状態の引き継ぎが、同じ Ghost が別の Shell に移動したという感覚を強めた」との意見が多く寄せられた。また、「WiFi 情報の記憶や、感情表現が一貫している点が重要だった」との声もあり、システムの連続性が感情の一貫性に貢献したことが分かる。

プロトタイプ（二）では、切り替えアニメーション、感情状態の引き継ぎ、さら

には WiFi 情報の記録といった設計要素が、感情の一貫性と Ghost の同一性を認識させる要因として大きな役割を果たした。一方、プロトタイプ（一）では、切り替え時の感情表現や状態の継続が欠如しており、被験者が別の存在として認識してしまうケースが多かった。この結果から、感情の一貫性は Ghost & Shell システムの成立において極めて重要であり、特に切り替えプロセスの設計がその鍵を握ることが明らかとなった。

5.2.5 ユーザー満足度

本セクションでは、被験者が Ghost & Shell システムに対してどの程度満足したか、またその使用意図について分析を行う。質問 Q8 および Q9 を基に、プロトタイプ（一）と（二）の結果を比較し、システムの改良がユーザー体験にどのような影響を与えたかを検討する。

Q8. Ghost & Shell システム全体に対して、どの程度満足しましたか？

この質問では、被験者がシステム全体に対してどの程度満足しているかを評価した。プロトタイプ（一）では、「非常に満足」が1人、「満足」が2人、「普通」が2人、「不満」が1人、「非常に不満」は0人であった。一方、プロトタイプ（二）では、「非常に満足」が4人、「満足」が5人、「普通」が1人、「不満」と「非常に不満」は0人であった（図 5.10）。

Q8. Ghost & Shellシステム全体に対して、どの程度満足しましたか？

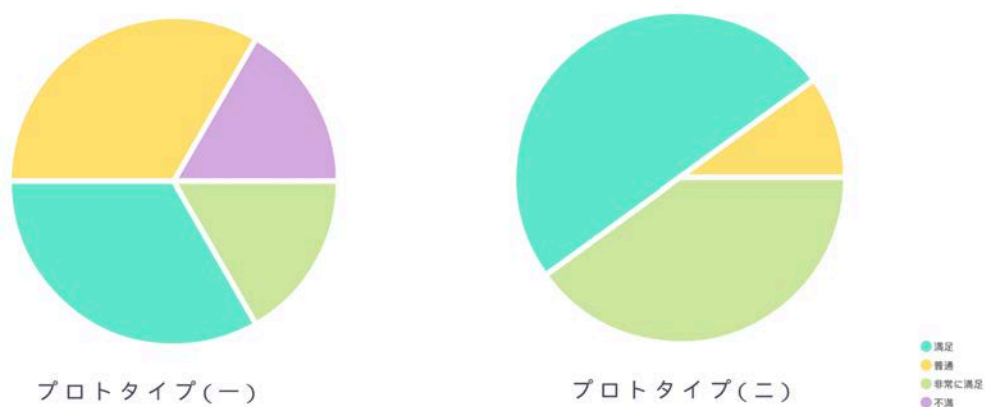


図 5.10 Q8. Ghost の移動と同一存在感の影響

プロトタイプ（二）の満足度が大幅に向上した理由として、被験者からは「切り替えの自然さや感情の一貫性がシステムの魅力を高めた」との意見が多く寄せられた。また、「Shell のデザインがシンプルで道具として扱いやすかった」という評価もあり、改良された設計がユーザー満足度に寄与したと考えられる。

一方、プロトタイプ（一）では、「システムの基本コンセプトは面白いが、切り替え時の一貫性に欠ける」という意見が見られ、特に切り替え時の視覚的および感情的な連続性の不足が満足度を下げる要因となった。

Q9. このシステムを利用してみたいと感じましたか？

この質問では、被験者が Ghost & Shell システムを将来的に利用したいと思うかを評価した。プロトタイプ（一）では、「非常に利用したい」が1人、「利用したい」が2人、「どちらとも言えない」が2人、「利用したくない」が1人、「全く利用したくない」は0人であった。一方、プロトタイプ（二）では、「非常に利用したい」が5人、「利用したい」が4人、「どちらとも言えない」が1人、「利用したくない」と「全く利用したくない」は0人であった（図5.11）。

Q9. このシステムを利用してみたいと感じましたか？

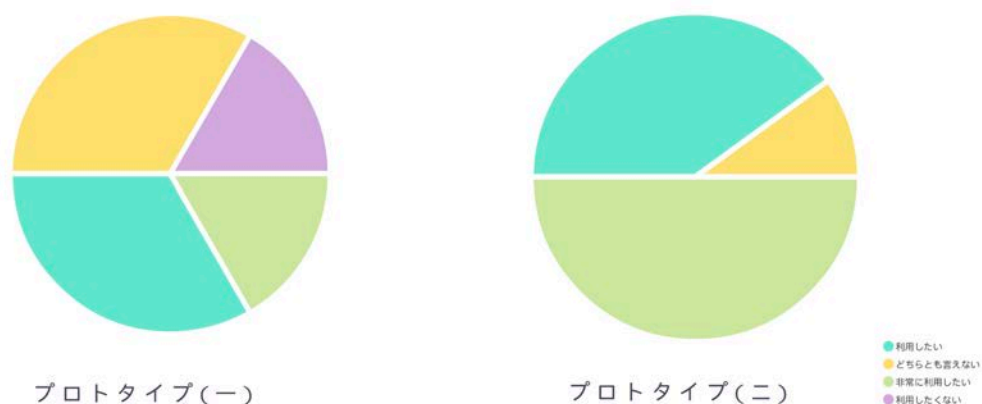


図 5.11 Q9. 全体的な使用体験の満足度

プロトタイプ（二）の被験者は、「切り替え時の感情の一貫性が体験を豊かにし、日常的に使いやすいと感じた」と述べており、システム全体の完成度が高まったことで利用意図が強まったと考えられる。また、「Shell が実用的で、異なる場面での利用をイメージしやすい」というコメントも見られた。

プロトタイプ（一）の被験者からは、「基本設計は面白いが、実際に使用するには改良が必要」という意見が挙げられ、特に感情の継続性や Shell デザインに課題があると指摘された。この結果は、プロトタイプ（二）での設計改良の有効性をさらに裏付けるものである。

これらの結果から、プロトタイプ（二）ではシステム全体の満足度および利用意図が大幅に向上していることが分かる。特に、感情の一貫性、切り替え時の自然さ、Shell の工具化といった改良点がユーザー体験を高める要因となった。一方、プロトタイプ（一）では、システムのコンセプトに対する興味は示されたものの、具体的な設計上の課題が満足度や利用意図に影響を与えたと考えられる。このことは、Ghost & Shell システムが感情的な一貫性と直感的な操作性を重視する設計によって、ユーザー満足度をさらに向上させる可能性を示している。

5.2.6 総合考察

本節では、プロトタイプ（一）および（二）のテスト結果全体を通じて得られた知見を総合的に考察し、Ghost & Shell システムの成立要因と改良の方向性を示す。

切り替えプロセスの重要性

テスト結果から、Ghost が異なる Shell 間を移動する際の切り替えプロセスが、システム全体の体験に大きな影響を与えることが明らかになった。特に、プロトタイプ（二）で導入された「離脱」と「受け入れ」のアニメーションや、感情状態の引き継ぎ機能が、被験者にとって自然な切り替え体験を提供した点が評価された。これにより、被験者が Ghost の同一性を維持しやすくなり、システムの一貫性が向上したことが示唆される。

Shell デザインの工具化と感情投射の抑制

プロトタイプ（一）と（二）の比較から、Shell のデザインがユーザー認識に与える影響の大きさが確認された。プロトタイプ（一）の抱き枕型 Shell は、Ghost の外見を模倣する形状であったため、切り替え後も被験者が「抜け殻」や「魂を失った存在」として感情的に意識する傾向があった。一方、プロトタイプ（二）では、Shell をシンプルなディスプレイとボタンで構成することで、被験者が Shell を「ツール」として認識し、Ghost 本体への集中が高まった。この結果は、Shell 工具化が感情的負担を軽減し、システムのスムーズな切り替えを促進する重要な要素であることを示している。

感情の一貫性と記憶の重要性

感情の一貫性が Ghost & Shell システムの成立において極めて重要であることが、Q6 および Q7 の結果から明らかになった。プロトタイプ（二）では、感情状態の引き継ぎに加え、外出中にスキャンされた WiFi 情報が家庭用 Shell に転送さ

れ、記録として表示される仕組みが、被験者にとって「同じ Ghost が活動している」という認識を強化した。これらの要素は、システムの記憶性と連続性を確立し、ユーザー体験の一貫性を支える重要な役割を果たした。

ユーザー満足度と実用可能性

Q8 および Q9 の結果から、プロトタイプ（二）での改良がユーザー満足度と利用意図の向上に直結したことが確認された。特に、感情的なつながりの維持と、Shell デザインの実用性が高評価を得た。一方で、プロトタイプ（一）では、基本設計に対する関心が示されたものの、実用性や自然さに課題が残ることが指摘された。このことは、ユーザー体験の向上には、設計段階での具体的な工夫が不可欠であることを示している。

今後の課題

本研究では、プロトタイプ（一）および（二）を通じて、Ghost & Shell システムの設計要素に関する重要な知見を得ることができた。しかし、依然としていくつかの課題が残されている。例えば、感情状態の引き継ぎは被験者にとって肯定的に評価されたものの、切り替え時のプロセスにさらなる改良の余地がある。また、Shell 工具化による感情的負担の軽減は確認されたものの、特定の使用シナリオにおける機能的な拡張や応用可能性についてはさらなる検討が必要である。これらの課題は、今後の研究において取り組むべき重要な方向性を示している。

まとめ

プロトタイプ（一）および（二）から得られたデータと考察を基に、Ghost & Shell システムの成立要因として以下の3点が挙げられる。

1. 切り替えプロセスの自然さを確保する視覚的・感情的デザイン。
2. Shell 工具化による感情投射の抑制とユーザー集中度の向上。
3. 記憶機能の導入による感情の一貫性と同一性の認識強化。

これらの要素を踏まえ、さらに改良を加えることで、より完成度の高いシステムが実現可能であると考えられる。

5.3. Prototype（二）の使用データ

本節では、Prototype（二）における使用データを分析し、被験者が家庭用 Shell および外出用 Shell でどのようにインタラクションモードを活用したかを考察する。本分析では、4 日間にわたる被験者 10 名の平均インタラクション回数を基に、使用傾向を図示し、それぞれの利用状況を評価する。

Prototype（二）は、家庭用 Shell と外出用 Shell の 2 つの端末で構成されており、それぞれが異なる使用場面に応じた設計を持つ。インタラクションモードは、被験者が明示的にボタンを押すことで切り替えられるものであり、使用中のすべてのインタラクションがシステムに記録された。

図]5.12 は、4 日間における家庭用 Shell と外出用 Shell の平均インタラクション回数を示したものである。特に外出用 Shell は 3 日目から使用が可能となり、それ以降のデータは両 Shell の利用傾向を比較する貴重な情報を提供する。

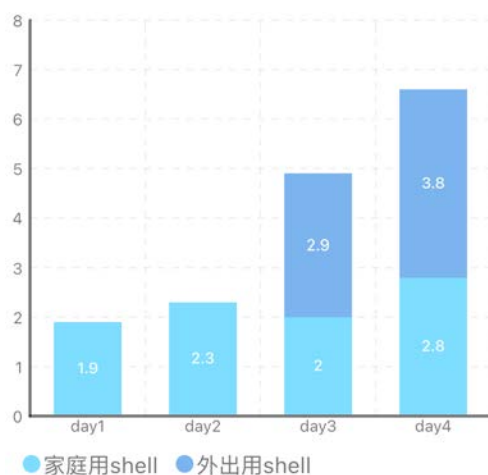


図 5.12 4 日間にわたる家庭用 Shell と外出用 Shell の平均インタラクション回数

5.3.1 結果の観察

図 5.23 から、以下の特徴が明らかになった：

家庭用 Shell の安定した利用：家庭用 Shell の平均インタラクション回数は、テスト全体を通じて比較的安定しており、1 日目から 4 日目にかけて大きな変動は見られなかった。

外出用 Shell の導入による総インタラクション数の増加**：外出用 Shell が導入された 3 日目以降、両 Shell を合わせた総インタラクション回数が大幅に増加した。

外出用 Shell の積極的な利用：3 日目および 4 日目において、外出用 Shell のインタラクション回数が家庭用 Shell を上回るケースも見られた。これは、被験者が新たな Shell を積極的に使用し、外出中でも Ghost との関係性を維持したいという意識を反映していると考えられる。

5.3.2 結果の分析

家庭用 Shell と外出用 Shell の利用データをさらに深掘りすると、以下の傾向が確認された：

1. **3 日目以降の外出用 Shell への適応**：外出用 Shell が導入された初日（3 日目）では、被験者が新しい端末に適応しようとする傾向が見られた。4 日目には、外出用 Shell のインタラクション回数がさらに増加し、被験者の使用頻度が安定化した。

2. **家庭用 Shell の利用持続性**：外出用 Shell の導入後も、家庭用 Shell のインタラクション回数が著しく減少することはなく、両 Shell が並行して利用される場面が多かった。

3. **全体的なインタラクション回数の増加**：4 日間を通じて、外出用 Shell の追加が全体のインタラクション回数を増加させる要因となった。このことは、被験者が両 Shell を適切に使い分け、状況に応じて Ghost との関係性を維持する努力をしていたことを示している。

5.3.3 まとめ

これらの結果から、以下の示唆が得られる：

1. 外出用 Shell の設計有効性：外出用 Shell が家庭用 Shell と同様に受け入れられたことは、そのシンプルでツール化されたデザインがユーザーにとって利用しやすいものであったことを示している。
2. 感情的つながりの維持：外出用 Shell の利用増加は、感情状態の引き継ぎ機能や、切り替え時のアニメーションなどが被験者に一貫性を感じさせた結果と考えられる。
3. システム全体の適応力：両 Shell が互いに補完し合い、被験者が日常生活の中で Ghost & Shell システムを自然に活用できる可能性を示している。

第 6 章

考察と結論

6.1. 研究の成果

本研究では、Ghost & Shell システムの設計とプロトタイプを通じて、複数の端末間で感情的つながりを維持する可能性について探究した。本章では、これまでのテスト結果や考察に基づき、研究の主要な成果についてまとめる。

本研究で提案した Ghost & Shell システムは、「デジタルコアとしての Ghost」と「物理的なインタラクション端末としての Shell」に分離することで、多様な使用場面に適応しつつ感情的つながりを維持することを目的としている。このコンセプトの有効性について、プロトタイプ（一）と（二）のテストを通じて初歩的な検証を行った。

特に、プロトタイプ（二）では、切り替え時に Ghost の記憶や感情状態が正確に引き継がれる仕組みにより、被験者に「同じ Ghost が別の Shell に移動した」という感覚を提供できた。この設計は、複数端末間で感情的つながりを維持するための基盤として評価できる。また、プロトタイプ（二）では Shell を「Ghost とのインタラクションを行うためのツール」と位置づけたデザインにより、被験者が Shell そのものに過剰な感情的負担を抱えることなく利用できた。このアプローチは、ユーザーがシステムの機能性に集中できるよう促す効果を持つと考えられる。

さらに、外出用 Shell を導入することで、従来の家庭内限定の使用シーンから、外出先でも感情的つながりを維持する可能性を広げた。特に、外出用 Shell で収集したデータ（WiFi スキャン結果）が家庭内用 Shell に引き継がれる設計が、被験者に「Ghost が常に存在している」という感覚を与えたと推測される。

プロトタイプ（一）と（二）のテスト結果を比較することで、以下の知見が得

られた。切り替え時の視覚的な「移動アニメーション」が、被験者に Ghost の移動を直感的に認識させる要素として有効であることが確認された。また、外出用 Shell の WiFi スキャン機能が、記憶の一貫性をユーザーに実感させる要因として機能していた。さらに、プロトタイプ（二）で導入された Shell のツール化アプローチが、被験者により良いユーザー体験を提供した点は、今後のデザインへの指針となる。

以上の成果は限定的でありながらも、Ghost & Shell システムが異なるシナリオに適応可能であり、感情的つながりを維持する可能性を持つことを示唆している。また、本研究の結果は、今後の多端末型バーチャルコンパニオンデザインに対する基礎的な知見として位置づけられる。

6.2. 研究の意義

本研究で提案した Ghost & Shell システムは、ユーザーとバーチャルコンパニオンの感情的なつながりを維持する新たなアプローチとして、一定の可能性を示唆した。本節では、この研究の学術的および実用的な意義について考察する。

まず、学術的な観点から、本研究は複数端末型バーチャルコンパニオンにおける感情的つながりの一貫性維持という課題に取り組んだ点で、バーチャルコンパニオン研究の基礎的な知見を提供したと言える。特に、感情状態の引き継ぎや記憶共有の重要性を示す結果は、今後のバーチャルコンパニオンの設計において、感情的インタラクションを強化するための具体的な設計指針を与える可能性がある。また、Shell のツール化を通じて、感情的な負担を軽減し、ユーザー体験をシンプルかつ直感的にする方法を示したことも、本研究の重要な貢献と考えられる。

次に、実用的な観点では、Ghost & Shell システムが多様な使用場面に適応可能なデザインを提供した点に意義がある。家庭内用と外出用の二つの Shell を使い分ける仕組みは、バーチャルコンパニオンがこれまでの固定的な使用環境を超え、より多様なライフスタイルに対応する可能性を示した。また、記憶や感情状態の一貫性維持が、バーチャルコンパニオンを単なる道具としてではなく、継続的な関係性を持つ存在としてユーザーに認識させる効果があったことも重要であ

る。このような設計は、孤独感の軽減や精神的な支援を目的とした新しいプロダクトデザインの基盤となる可能性を秘めている。

さらに、Ghost & Shell システムの設計は、既存のバーチャルコンパニオンが直面している課題への新たな解決策を示した点でも意義がある。現行の多くのバーチャルコンパニオンは、使用シーンが固定されていることや、感情的なインタラクションが限定的であることが課題となっている。本研究では、異なる場面間での切り替えを可能にする設計と、切り替え後も感情的つながりを維持する仕組みを提案することで、これらの課題に対する新しいアプローチを示した。

以上より、本研究はバーチャルコンパニオンの設計に関する新しい視点と可能性を提示し、今後の研究や製品開発に向けた基礎的な知見を提供するものである。

6.3. 研究の限界

本研究では、Ghost & Shell システムの設計とプロトタイプを通じて、複数端末間で感情的つながりを維持する可能性を検証した。しかし、本研究にはいくつかの課題と限界が存在し、それらは今後の研究で解決すべき重要な論点である。本節では、本研究の主要な課題について述べる。

まず、被験者の選定における課題が挙げられる。本研究では、テストに参加した被験者が主に 20 代から 30 代に集中しており、高齢者や若年層、あるいは異なる文化的背景を持つユーザーの意見を十分に反映することができなかった。この点は、バーチャルコンパニオンの利用が特定のユーザー層に限定される可能性を示唆する一方で、より多様なニーズを探るためのさらなる研究が必要である。

次に、プロトタイプの設計に関する限界も見られる。プロトタイプ（一）は設計が非常に簡素であり、システムの一部の要素（例えば、記憶の引き継ぎや感情状態の変化）が反映されていなかったため、テスト結果の解釈には一定の制約があった。また、プロトタイプ（二）では感情システムや切り替え機能がより充実していたものの、その機能は限られた状況下でのテストに基づいており、より複雑な使用環境や長期間の利用には対応していなかった。

さらに、テスト期間の短さも本研究の課題の一つである。本研究のテストは最

長でも4日間に限られており、被験者がシステムに対して持続的な感情的つながりを形成するかどうかを十分に検証することができなかった。特に、感情の一貫性を維持する仕組みが長期的なユーザー体験にどのような影響を与えるかについては、さらなる検討が必要である。

また、本研究の焦点は主に感情的つながりの維持に置かれていたため、バーチャルコンパニオンがユーザーの日常生活に具体的にどのような影響を及ぼすかについての包括的な分析が不足していた。例えば、孤独感の軽減や心理的な満足度の向上といった効果を測定するための指標や手法を導入することで、より実践的な視点からの研究が可能になると考えられる。

以上の課題は、本研究が初期段階の検証であることを反映しているが、今後の研究では、これらの課題に対するアプローチを通じて、Ghost & Shell システムの有効性をさらに明確にすることが期待される。

6.4. 今後の課題

本研究では、Ghost & Shell システムが複数端末間で感情的つながりを維持できる可能性を初歩的に検証した。その結果、一定の感情的一貫性をユーザーに感じさせる設計が可能であることが示唆された。しかし、本研究はあくまでシステム成立の初期段階を対象としており、より深い感情的なつながりや「愛」のような複雑な感情を生成する可能性については十分に検討されていない。この点は、今後の研究においてさらに掘り下げるべき重要な課題である。

バーチャルコンパニオンがユーザーとの間で「愛」や「帰属感」といった深い感情を生み出すことは、感情的支援システムの究極的な目標の一つと考えられる。現段階では、Ghost & Shell システムが感情的つながりを提供するための「道具」として機能しているに過ぎない。しかし、これを超えてユーザーの心により強く根付いた存在となるためには、感情システムのさらなる発展が求められる。例えば、個別のユーザーに対する記憶や学習を積み重ねることで、システムが個人化された「関係性」を構築することが可能になるかもしれない。

また、Ghost & Shell システムが感情的支援の域を超え、社会的なつながりを促

進する可能性についても検討する価値がある。例えば、複数のユーザーが共有する Ghost という概念を通じて、ユーザー間で新しい形の社会的関係を構築する仕組みを提案することが考えられる。このようなシステムは、単なる個人向けの感情的支援を超えて、コミュニティ形成や社会的孤立の緩和といったより広範な課題に寄与する可能性を秘めている。

さらに、本研究で焦点を当てたのは「感情的つながり」の一貫性であったが、将来的には「関係性の深まり」や「信頼感」の構築といった次元を探ることが期待される。心理学的には、長期間にわたるインタラクションを通じて初めて形成される信頼や愛着のような複雑な感情が存在する。これを再現するためには、単なる感情状態の引き継ぎを超えた、より自然で直感的なインタラクション設計が求められる。

最後に、バーチャルコンパニオンの社会的受容性に関する議論も必要である。特に、感情的支援システムがどのようにユーザーの生活に溶け込むのか、またその倫理的な課題について深く考察することが求められる。Ghost & Shell システムの設計と検証は、このような将来的な課題を考えるための重要な基盤となる。

以上のように、Ghost & Shell システムの可能性を深めるためには、技術的な発展にとどまらず、心理学的、社会的、倫理的な視点を取り入れた包括的なアプローチが必要である。本研究が提示した基礎的な知見をもとに、バーチャルコンパニオンが人々の生活により深く根ざした存在となるための新たな道筋を探ることが期待される。

謝 辞

本研究を無事にまとめることができたのは、多くの方々のご支援とご指導のおかげです。この場を借りて、心より感謝申し上げます。

主指導教員の杉浦一徳先生には、研究の構想段階から論文執筆に至るまで、常に的確なご指導と温かい励ましをいただきました。先生の深い知見と寛容なご指導が、私の研究の柱となり、迷うことなく進むことができました。心より感謝申し上げます。

また、副指導教員の加藤朗先生には、論文の構成や研究計画の策定、そして研究の重点の明確化において多大なる助言をいただきました。先生の的確なアドバイスと丁寧なご指導が、私の研究をより整理された形へと導いてくださいました。

さらに、本研究に関わるプロトタイプ制作や技術調整にご協力くださった皆様、Overleaf環境の調整や設定を支援してくださった方々にも深く感謝いたします。皆様のサポートがなければ、本研究の成果は形にならなかったことでしょう。

加えて、実験にご参加いただいた被験者の皆様、研究を通じて常に励まし支えてくれた友人や家族にも、この場を借りて心からの感謝を申し上げます。

最後に、ここまで支えてくださったすべての方々に、改めて深い感謝の意を表し、謝辞といたします。

参 考 文 献

- [1] 内閣府. 人々のつながりに関する基礎調査, 2023. URL: https://www.cao.go.jp/kodoku_koritsu/torikumi/zenkokuchousa/r5/pdf/tyosakekka_gaiyo.pdf.
- [2] World Health Organization. Our Epidemic of Loneliness and Isolation, 2023. URL: <https://www.hhs.gov/sites/default/files/surgeon-general-social-connection-advisory.pdf>.
- [3] Naomi I Eisenberger, Matthew D Lieberman, and Kipling D Williams. Does rejection hurt? an fmri study of social exclusion. *Science*, Vol. 302, No. 5643, pp. 290–292, 2003.
- [4] 資生堂株式会社, GROOVEX 株式会社. コンパニオンロボットと共同生活を送る人の体内でオキシトシンホルモンが増加することを確認. 資生堂公式ニュース, 2023. URL: https://corp.shiseido.com/jp/newsimg/3585_e5n54_jp.pdf,.
- [5] BBC News. Dan’s the man: Why chinese women are looking to chatgpt for love, 2024. URL: <https://www.bbc.com/articles/c4nnje9rpjgo>.
- [6] 内閣官房. 孤独・孤立対策推進法, 2024. URL: <https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/suisinhou/suisinhou.html>.
- [7] Joint Research Centre European Commission. Defining loneliness - joint research centre, n.d. URL: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/scientific-activities-z/survey-methods-and-analysis-centre-smac/loneliness/defining-loneliness_en.

- [8] John T Cacioppo and William Patrick. *Loneliness: Human nature and the need for social connection*. WW Norton & Company, 2008.
- [9] Naomi I Eisenberger. Broken hearts and broken bones: A neural perspective on the similarities between social and physical pain. *Current Directions in Psychological Science*, Vol. 21, No. 1, pp. 42–47, 2012.
- [10] 矢野経済研究所. ペットビジネスに関する調査を実施 (2024 年) , 2024. URL: https://www.yano.co.jp/press-release/show/press_id/3568.
- [11] 矢野経済研究所. ペット関連市場の動向, 2024. URL: https://www.yano.co.jp/press-release/show/press_id/3568.
- [12] Statista. How has your pet ownership been affected by covid-19?, 2022. URL: <https://www.statista.com/statistics/1191395/pet-ownership-status-due-to-covid-19-in-the-us/>.
- [13] 東京都. 平成 29 年度第 4 回インターネット都政モニター「東京におけるペットの飼育」アンケート結果, 2018. URL: <https://www.metro.tokyo.lg.jp/tosei/hodohappyo/press/2018/01/29/01.html>.
- [14] 東京都公式ホームページ. ペットを飼いたい理由, 1 2018. URL: https://www.metro.tokyo.lg.jp/tosei/hodohappyo/press/2018/01/29/01_08.html.
- [15] John Archer. Why do people love their pets? *Evolution and Human Behavior*, Vol. 18, No. 4, pp. 237–259, 1997. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0162309599800014>, doi:[https://doi.org/10.1016/S0162-3095\(99\)80001-4](https://doi.org/10.1016/S0162-3095(99)80001-4).
- [16] NHK. ニュース 「病院ではたらく犬 全国に広がる」 , 2023. URL: <https://www.nhk.jp/p/kyonokenko/ts/83KL2X1J32/episode/te/XW59R96MNR/>.
- [17] Miho Nagasawa, Shouhei Mitsui, Shiori En, Nobuyo Ohtani, Mitsuaki Ohta, Yasuo Sakuma, Tatsushi Onaka, Kazutaka Mogi, and Takefumi Kikusui.

- Oxytocin-gaze positive loop and the coevolution of human-dog bonds. *Science*, Vol. 348, No. 6232, pp. 333–336, 2015.
- [18] Byron Reeves and Clifford Nass. The media equation: How people treat computers, television, and new media like real people. *Cambridge, UK*, Vol. 10, No. 10, pp. 19–36, 1996.
- [19] 岡田美智男. 「弱いロボット」の思考: わたし・身体・コミュニケーション. (*No Title*), 2017.
- [20] Cameron R Jones and Benjamin K Bergen. People cannot distinguish gpt-4 from a human in a turing test. *arXiv preprint arXiv:2405.08007*, 2024.
- [21] Joseph Weizenbaum. Eliza—a computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Communications of the ACM*, Vol. 9, No. 1, pp. 36–45, 1966.
- [22] Joseph Weizenbaum. Eliza – a computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Communications of the ACM*, Vol. 9, No. 1, pp. 36–45, 1966. doi:10.1145/365153.365168.
- [23] 柴田崇徳. 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*, Vol. 60, No. 4, pp. 217–228, 2017.
- [24] Sony 株式会社. Aibo の進化と歴史. Sony 公式サイト, 2024. URL: <https://www.sony.com/ja/SonyInfo/CorporateInfo/History/sonyhistory-j.html>.
- [25] 鵜飼秀徳. Aibo の葬式に密着. (*No Title*), 2018. URL: <https://business.nikkei.com/atcl/report/16/061100222/110900014/>.
- [26] Business Research Insights. Ai companion market size, share, growth, and industry analysis, by type (application, robot, and others), by application (hospital, home, and nursing home), and regional insights and forecast to 2032.

- Online report, 2024. URL: <https://www.businessresearchinsights.com/market-reports/ai-companion-market-117494>.
- [27] Verified Market Reports. 世界のロボットペット市場：種類別（犬、猫）、用途別（0～5 歳、6～12 歳）、地理的範囲別、予測. 市場分析レポート, 2024. URL: <https://www.verifiedmarketreports.com/ja/product/robotic-pets-market/>.
- [28] GROOVE X 株式会社. LOVOT ウェブマニュアル, 2024. URL: <https://help.lovot.life/safety/lovot-handling/>.
- [29] ソニー株式会社. aibo の取扱説明書, 2024. URL: <https://www.sony.jp/support/aibo/manual/>.
- [30] ソニー. 業界初となるエンタテインメントロボット専用の抱っこひも「aibo 抱っこひも」を発売, 2022. プレスリリース, 2022 年 2 月 8 日. URL: <https://www.atpress.ne.jp/news/296685>.
- [31] GROOVE X. Lovot 公式サイト, 2024. 公式製品情報. URL: <https://lovot.life/>.

付 録

アンケート

Q0. 基本情報

年齢を教えてください。

- 10 代
- 20 代
- 30 代
- 40 代以上

バーチャルコンパニオンを使用した経験がありますか？

- はい
- いいえ

Q1～Q2. 切り替え認識

Q1.Ghost が異なる Shell 間を切り替えたことに気付きましたか？

- すぐに気付いた
- 少し時間がかかったが気付いた
- 気付かなかった

Q2. 切り替えプロセスをどの程度自然に感じましたか？

- 非常に自然
- 自然
- 普通
- 不自然
- 非常に不自然

Q3～Q5. Shell の認識

Q3.Ghost が移動した後、元の Shell についてどのように感じましたか？

- 特に何も感じなかった
- ただの物体として見た
- Ghost がいないことを強く意識した
- その他（自由記述）

Q4. Ghost がいない状態で、Shell が何らかの動作を行うことについてどう思いますか？

- 強く希望する
- やや希望する
- 特に希望しない

Q5. Shell の外観やデザインについて、どのような印象を持ちましたか？

- 非常に気になる
- やや気になる
- 全く気にならない

Q6～Q7. 感情的一貫性

Q6. Ghost の感情状態が切り替え後も引き継がれていると感じましたか？

- 全く引き継がれていない
- ある程度に引き継がれている
- 完全に引き継がれている

Q7. Ghost が異なる Shell 間を移動した後も、同じ存在として感じられましたか？

- 全く同じ存在とは感じられなかった
- ある程度に同じ存在と感じた
- 完全に同じ存在と感じた

Q8～Q9. ユーザー満足度に関する質問

Q8. Ghost & Shell システム全体に対して、どの程度満足しましたか？

- 非常に満足
- 満足
- 普通
- 不満

Q9. このシステムを利用してみたいと感じましたか？

- 非常に利用したい
- 利用したい
- どちらとも言えない
- 利用したくない
- 全く利用したくない