This article is a technical report without peer review, and its polished and/or extended version may be published elsewhere.

第 27 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集（2022 年 9 月）

# 難病や重度障害などにより外出困難な人との分身ロボットカフェにおける複数アバター分身実験の試み

An Experiment in Parallel Operation of Multiple Avatars by Pilots with Disabilities in an Avatar Robot Café

川口 碧 [1)], 加藤 寛聡 [2)], 椎葉 嘉文 [2)], 武内 一晃 [2)], Giulia Barbareschi[3)],
小原 和也 [1)], 笠原 俊一 [4)], 吉藤 健太朗 [2)], 南澤 孝太 [1)]
Midori KAWAGUCHI, Kato HUMIHIRO, Yoshifumi SHIIBA, Kazuaki TAKEUCHI, Giulia Barbareschi,
Kazuya OHARA, Shunichi KASAHARA, Kentaro YOSHIFUJI, and Kouta MINAMIZAWA

1) 慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科（〒 223-8526 横浜市港北区日吉 4-1-1）
2) オリィ研究所（〒 103-0023 東京都中央区日本橋本町 3-8-3 日本橋ライフサイエンスビルディング 3）
3) University College London
4) ソニーコンピュータサイエンス研究所（〒 141-0022 東京都品川区東五反田 3-14-13）

**概要**: 分身ロボットカフェDAWN ver. βでは、難病や重度障害などにより外出困難な人々が分身ロボットを通してカフェサービスを提供している。空間にとらわれない身体の獲得による新しいコミュニケーションの可能性を模索するため、複数の分身ロボットを同時に操作できる環境構築とカフェ体験をパイロットらと共創し、実証実験を行った。その結果、店内を自由に移動し点在する身体を通じてホスピタリティのあるコミュニケーションが可能になることがわかった。

**キーワード**： サイバネティック・アバター　分身ロボットカフェ　障害者支援　社会共創

## 1. はじめに

自身の分身のように操作できるロボットであるアバターロボットの先駆けとして、遠隔地から自身の分身であるアバターロボットを通して視点や触覚を共有することにより遠隔地での体験や存在ができるテレイグジスタンス技術があげられる [1]。現在は、より人間と同等の身体能力に限らない拡張された遠隔地での身体（アバターロボット）を通して、遠隔地での重作業[1], 宇宙空間での作業[2]、観光体験[3]、遠隔地における現場コミュニケーションへの活用[4]などに活用されている。また、現在は 1 人につき同時に 1 台のアバターロボットを操作することが多いが、将来的には操作者 1 人が異なる空間に存在する複数のロボットアバターを同時に操作することも考えられる。既に認知研究では人には仮想的な複数の身体に適応して感覚情報を知覚し拡張された身体を制御できる操作ができるようになることがわかっている [2]。視点を複数にする [3]、あるいは複数の視点を重ね合わせる [4] 方法でも操作できることや、身体の見た目が変化しても身体所有感を得られることが明らかになっている [5, 6]。また、複数のアバターロボットを 1 人で操作し身体拡につなげる研究では、操作対象を適切に切り替えつつ AI によるアシストを加えることで、商業施設内の案内 [7] や新たなスポーツ体験 [8] を実現する試みもある。しかし、アバターロボットを通じて複数の身体を獲得することが、体験としてどのような価値をもたらすかはあまり議論されていなかった。そこで、既にアバターロボットを用いてカフェサービスを提供している分身ロボットカフェにて、1 人の従業員が複数アバターロボットを用いた接客を実現し、CA を通じた複数の身体獲得することによるウェルビーイングな体験を提供し、CA を操作する側及び CA を通じてサービスを受ける側双方においてどのような価値が創出できるかを模索した。

## 2. 分身ロボットカフェについて

「分身ロボットカフェ DAWN ver. β（以降分身ロボットカフェ）」とは、株式会社オリィ研究所が運営している、テクノロジーによって障害などにより外出が困難な人々の新しい社会参加の形の実現を目的としたカフェである。このカフェでは、店内に設置している分身ロボット「OriHime」や「OriHime-D」（図 1）を従業員（以降パイロット）が自宅から遠隔操作することでカフェサービスを提供している。背景として、筋萎縮性側索硬化症 (ALS)、脊髄性筋萎縮症 (SMA)、人工呼吸器使用者や車椅子利用者などの身体に障

[1]人機一体,https://www.jinki.jp/
[2]GITAI,https://gitai.tech/
[3]newme,https://avatarin.com/company/
[4]Double,https://ipresence.jp/double/

© 2022 日本バーチャルリアリティ学会

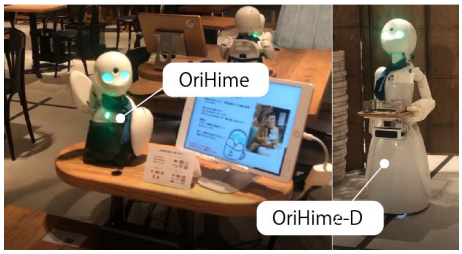


**図 1: 分身ロボット OriHime**

害を持つ人の就労受け入れが進んでないという課題があり、アバターロボットを介してこれまで難しかった接客などの就労を可能にしている。アバターロボットを自分のもうひとつの身体として活用できるようにすることで、就労支援に限らず個人の活動の場の拡大につなげている。分身ロボット OriHime は、PC やタブレット等でウェブブラウザやアプリを通じて操作することができる。頭についているカメラから周囲の人や環境の様子をみることができ、首をまわすことで左右上下に見る方向を調整が可能である。また、登録されたモーションと自由に動かせる両腕を使って会話に相槌を打つような使い方で数種類のジェスチャーをすることができる。現在オリィ研究所が運営する分身ロボットカフェは東京都日本橋に 1 店舗あり、約 70 名の従業員（ロボットを介して接客を行う従業員、以降パイロット）が在籍している。また当店舗に限らず、OriHime は他の飲食店や美術館、企業などでの活用も進められている。

## 3. 実施概要

現在、分身ロボットカフェでは、検温・消毒や予約確認、テーブル案内、注文確認やトーク、給仕、販売などの作業があり、各作業に対して 1 つの分身ロボット、つまり 1 人のパイロットが対応している。しかしテーブル案内や販売などは接客する時間よりも待機時間のほうが長いため、1 人が複数の OriHime を担うことができないかという声があがっていた。オリィ研究所には従来、カフェ閉業後にパイロットが自由に OriHime を使って自由に遊ぶ文化があり、その中で 1 人のパイロットが卓上の OriHime で話ながら給仕の OriHime-D を操作するといった、2 体の分身ロボットを同時に操作し遊ぶ様子が見られた。このとき、話している OriHime とドリンクを運ぶ OriHime-D も両方とも同じ 1 人のパイロットが操作しているという状況が面白かったことから、実際のカフェ接客にも応用応用できればこれまでにない接客ができるのではないかと考えた。1 人が複数体のアバターロボットを同時に操作することでまるで複数のロボットアバターに「分身」しているかのように見えるため「複数アバター分身実験」と名付けて特別イベントとして分身ならではのカフェ接客を試すこととした。接客内容としては、従来は数名で行っている消毒・検温、テーブル案内、オーダーおよびトーク、配膳の一連の流れを 1 人のパイロットですべて行うこととした（図 2）。このとき各作業に対して 1 体の OriHime を使用し、全体で 4 体の OriHime を遷移するような操作が必要となる。そこで、パイロットらと共に少ない負担で複数体の OriHime の操作が可能となるような UI を開発する。

**図 2: 1 人のパイロットによる複数の Orihime を用いた接客の流れ**

## 4. 設計

最初に 2 体の OriHime を操作したパイロットはオリィ研究所の実証実験時から参画している熟練パイロットであり、従来の UI の状態でも操作ができてはいたが、他のパイロットにとっても少ない負担で同時操作が行えるように UI を改良する必要があった。そこで、2 カ月に渡り 10 回ほどの練習回を設け、パイロットが UI を試して改良点を議論し、次の練習会で改良点を反映した UI を試してまた改良点を議論する、ということを繰り返した。UI 改良においてはパイロットが 4 体の OriHime を負荷の少ない方法で操作できるようにする、パイロットによって異なる操作方法がな異なるため（視線入力、マウス、唇でのクリックなど）どのパイロットが使っても操作が簡単となるようにする、の 2 点を特に考慮した。なお、複数台の OriHime の操作画面の PC 上に並べ、それぞれの OriHime でジェスチャーをしたり声を出したりといったことが瞬時に操作できるようにしている。改良の一例として、これまでは各 OriHime に対してマイクやミュート機能が独立しており、それぞれで ON/OFF をする必要があったが、1 つの Orihime のマイクを ON にすれば他が OFF になるような機能を加えた（図 3。操作対象 OriHime が遷移すると自動で現在操作している画面が並び変わる機能も追加した。また、パイロットはノート PC やディスプレイなど 1 つの画面で操作を完結することが多いことから、たくさんの画面を開いた状態でも操作に支障が出ないようにボタン配置や、画面配置を工夫した。

## 5. 実施

複数の OriHime の同時操作によるカフェオペレーションは 6 月 23 日に公開実証実験として行い、カフェ体験者としての実験参加者 24 名は事前にホームページ等での告知を通じて一般から集めた。オペレーションをするパイロットは 6 名であり、実験参加者を 4 名毎（1 テーブル単位）に対して 1 人のパイロットが一連の接客を 4 体の OriHime を使って

ⓒ 2022 日本バーチャルリアリティ学会

図 3: UI 改良の様子

図 4: a) 全体の様子、b) 消毒からテーブル案内への流れ、c) テーブル案内、d)e) 卓上と配膳の 2 つの OriHime を同時に操作している様子

行った。テーブル卓での OriHime 以外は、パイロット 6 名での共用になるため、時間をずらして案内を行った。当日の実験参加者の反応を記録するため、GoPro を店内の 3 箇所に設置した。当日の実験の様子を図 4 に示す。また、体験後に各自のスマートフォンで QR コードを読み取り GoogleForm に回答する形で、アンケートを行った。

## 6. 結果

### 6.1 実験参加者へのインタビュー

全実験参加者に対するアンケート結果の一部を以下に示す。なお、分身ロボットカフェへの訪問が初めての人は全体の 7 割であった。

Q：いつもの接客と比較してどのような点が新しい体験として印象的だったか（以前も来店経験のある参加者向け）

- 常に同じ人と話せている安心感があった。一方どのオリヒメに話しかければいいのか、という迷いを感じた。
- 最初から最後まで同じ人が対応してくれて、おもてなし感があった。
- ワンオペで 1 人のパイロットさんが入口→案内→テーブル接客→配膳へ瞬間移動して対応してるところ。スゴい！どういう操作をしているのか、ちょっと心配になりました。

また、全参加者に対して最も好きだった部分を聞いたところ、以下のような回答があった

- 違うアバターを同時に操作しているところ (新規顧客)
- パイロットさんが　テーブルの上と D の両方で同時に接客したのが面白かった
- 入口のオリヒメに説明を受けながら、遠くのオリヒメに手を振ってもらったり、複数の存在を同時に感じた時。

### 6.2 パイロットへのインタビュー

実験後 2 週間以内に、各パイロットに約 1 時間のインタビューをオンラインで行った。以下に質問と回答の一部を示す。

Q:「複数の Orihime に分身して接客した体験はどうだったか」

- はじめのころは、音声の切り替えが自動じゃなかったからかなりの集中力が必要だったがそれが変わってからは、操作性が楽になった。配膳、卓上の OriHime 両方から喋っているときは自分がどっちだろう、という感覚で楽しかった。トラブルもあったけど楽しくできた。通常の接客と比較して、おもてなし感があった。トータルコーディネートすることができた。
- 楽しかった。1 台の OriHime で手を挙げながら他の OriHime に移動するといった、自分ではできない動作の実現ができた。おもてなしがすごい。瞬間的な移動がスムーズだった。ただ、頭の切り替えが難しかった。もう少し練習すればよかった。
- お客さんに寄り添うことができるので、より自身に近い分身の形だった

## 7. 考察

実証実験では大きく分けて 2 つの分身ならでは身体のあり方が観測できた。1 つ目は、2 体のロボット間の瞬間移動である。使用シーンとしては消毒・検温を呼びかける OriHime から案内を終わり次第、3m ほど先にいるテーブル案内をする Orihime に誘導する場面が挙げられる。お客さんから見ると、テーブル案内 OriHime にも直前に検温・消毒 Orihime を担当したパイロットがおり、まるで瞬間移動しているように見える。2 つ目は、複数体のアバターロボットで自身を分身させながらの接客である。使用シーンとしては、テーブルで OriHime を通じてお客さんと談笑しながら、OriHime-D

ⓒ 2022 日本バーチャルリアリティ学会

でドリンクを運んでくる、という場面が挙げられる。配置的に OriHime-D がドリンクを運んで席に着く際に、2 台の Orihime でテーブルを挟む形になるため、声がどちらの OriHime からも聞こえる、声が交互の OriHime から聞こえる、片方の OriHime で会話をしながらもう片方で手を振っている、といったパフォーマンスによりパイロットの存在を両方の OriHime に感じることができたという来場者の声が多く聞かれた。存在が分散している面白さだけではなく、どこにいても同じ人が対応してくれることへの安心感、おもてなし感を感じたという声も多く、複数のアバターロボットを 1 人で操作することによる新たなコミュニケーション方法の活用も考えられる。パイロットにインタビューをしたところ、この体験を全員が楽しかったと答え、その理由として場所にとらわれない接客やトータルコーディネートができることが挙げられた。特に、パイロットらは身体障害を持ち自力で移動できない人も多く、複数のロボットをアバターの身体の獲得により、これまでできなかったお客さんの誘導などが可能になった部分や、自分で全体を見渡せる安心感があるという意見があった。なお、OriHime-D を操作して配膳をしている際の感覚をパイロットに聞いたところ、分身としてのアバターロボットを介して自分が「歩いている」という感覚ではなく、あくまで操作している感覚である、ということだった。また 2 台の OriHime を同時に操作し、それぞれが互いに見ている状態のとき、見えている Orihime 本体を自分であるとは感じていない、という声があった。このことから、まだ操作する側面が多く、複数のアバターロボットは自分自身の身体であるという感覚（Sense of ownership）はまだない段階であると考えられる。パイロットから、複数体の OriHime を切り替えているとき、一度に見ている OriHime からの視点は 1 体なので、別の OriHime を操作しはじめるときに、直前とは異なる視点に切り替わる感じから、瞬間移動しているような感覚だった、という声があった。実際には複数の OriHime からの視点画面が並んでいるのだが、操作している側からすると 1 つに集中していることからこのように感じると考えられ、今後複数のアバターロボットを操作する環境を構築する際の知見につなげたい。

## 8. まとめ

本研究では、普段は 1 人 1 体の分身ロボット OriHime を使いカフェ接客をしているパイロットが、同時に 4 台の OriHime を使い一連の接客をまるで複数の自分に分身して接客をする実証実験を行った。その結果、接客を体験した参加者からは最初から最後まで同じ人が対応してもらえる安心感、おもてなし感や、1 人のパイロットの存在を複数のロボットアバターに感じることができる面白さへの評価が高かかった。参加したパイロットからも、瞬間的な移動ができることや自身が複数に点在することで、お客さんをトータルコーディネートできることへの楽しさや嬉しさの声が多く聞かれた。複数の OriHime を操作することに慣れたパイロットの中には、普段の 1 人 1 台での接客が物足りたいと話す人もおり、慣れると複数のロボットアバターの同時操作も自在にできるようになることがわかった。実証実験を通して、アバターロボットを操作する側、アバターロボットを通して接客をされる側双方にとって、1 人の操作者が複数のアバターロボットを使って分身した状態でのコミュニケーションは安心感やホスピタイティ、驚きを生み出し、これまでのアバターロボットの制約にとらわれない新しいコミュニケーションを可能にすることがわかった。

**謝辞** 本研究は JST ムーンショット型研究開発事業「身体的共創を生み出すサイバネティック・アバター技術と社会基盤の開発」（Grant number JPMJMS2013）の一環として実施された。快く本実験に参加頂いたパイロットのマサさん、いずみさん、なおきさん、MOON さん、ゆいさん、ゆーちゃん、そしてスタッフの皆様に深く感謝する。

## 参考文献

[1] S. Tachi, K. Minamizawa, M. Furukawa, and C. L. Fernando. Telexistence — from 1980 to 2012. In *2012 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pages 5440–5441, 2012.

[2] Reiji Miura et al. Multisoma: Distributed embodiment with synchronized behavior and perception. In *Augmented Humans Conference 2021*, AHs'21, page 1–9, 2021.

[3] Shunichi Kasahara et al. Parallel eyes: Exploring human capability and behaviors with paralleled first person view sharing. In *Proceedings of the CHI '16*, page 1561–1572, 2016.

[4] MHD Yamen Saraiji et al. Layered telepresence: Simultaneous multi presence experience using eye gaze based perceptual awareness blending. In *ACM SIGGRAPH 2016 Posters*.

[5] Valeria I. Petkova et al. If i were you: Perceptual illusion of body swapping. *PLOS ONE*, 3(12):1–9, 12 2008.

[6] Ryota Kondo et al. Invisible long arm illusion: Body ownership of invisible elongated arm and behavioral change of reaching by visual-motor synchronicity of hands and feet. *Transactions of the Virtual Reality Society of Japan*, 24(4):351–360, 2019.

[7] Dylan F. Glas et al. Teleoperation of multiple social robots. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans*, 42(3):530–544, 2012.

[8] Kazuma Takada et al. Parallel ping-pong: Demonstrating parallel interaction through multiple bodies by a single user. In *SIGGRAPH Asia 2021 Emerging Technologies*.

ⓒ 2022 日本バーチャルリアリティ学会