



デジタル空間上の自己を現実空間に共存させる手法と効果に関する考察

村留一舞, 脇坂崇平, Mark Armstrong, 吉田 貴寿, 南澤孝太
Kazuma MURATOME, Sohei WAKISAKA, Mark ARMSTRONG,
Takatoshi YOSHIDA and Kouta MINAMIZAWA

慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科

(〒 223-8526 神奈川県横浜市港北区日吉 4-1-1, {muratome.kaz888, wakisaka, mark, yoshida kouta}@kmd.keio.ac.jp)

概要: ビデオ会議や SNS, メタバース空間においては, フィルターやアバターを用いて外面的自己を切り替え, 他者とのあいだにある種のレイヤーを挟むコミュニケーション手法が普及している. 本研究では, そのような別レイヤーの世界を現実空間にオーバーラップさせる体験の生成を試みる. 日常空間に配置したディスプレイを用いて, 異なるレイヤーの自己像, 世界を提示することにより, 鏡像認知と異なるレイヤーの重なる体験を探る.

キーワード: 鏡像, 反射, 自己像, アイデンティティ変容, AR フィルター, 生成 AI

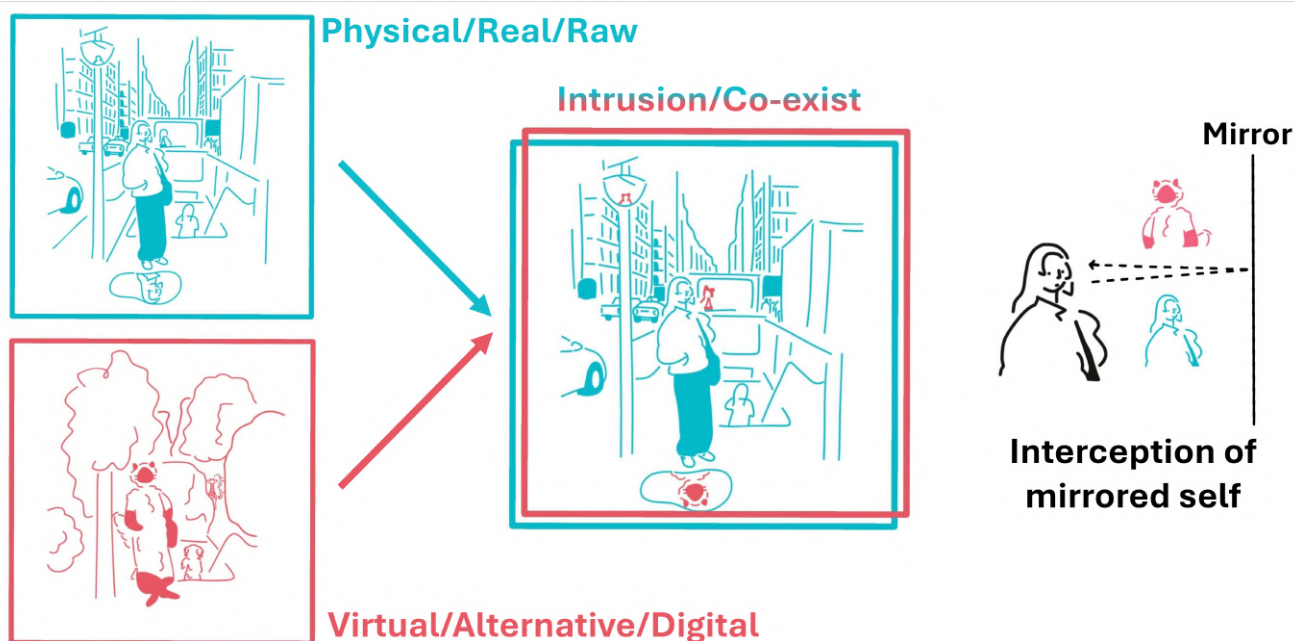


図 1: 鏡・ガラス・水面などに反射している自己像の拡張

1. はじめに

物理とは異なるフィクショナルな自己像を社会的アイデンティティとして駆使するという行為は, 古くからさまざまなカタチで行われてきた. たとえば, コスプレや正装など場や必要性に応じて変える演出, 実名とは異なるペンネームによる創作活動, 能・狂言・歌舞伎に代表される「他者になりきる」舞台芸術など, 人々は状況に応じて「現実の自分」とは異なる姿を使い分け, 社会の中での役割や関係性を

築いてきた. しかしながら, 近年の SNS 等の興隆においては, その様相が大きく変化してきている. かつてはこうした自己像の演出が特定の場面（儀式・社交・芸術など）に限定されていたのに対し, 現在では SNS や AR フィルター, アバターなどの技術によって, 日常的かつ視覚的に自己像を加工・共有することが可能となっている.

ここで一度用語を整理しておこう. 修飾語句なしで「自己像」と表現する場合, 本人が日常的に感じている自分の

自己像を指すこととする。そして物理的な自己像（容姿）は必ずしもその自己像と一致しない。物理、想像、近年ではデジタル空間、さまざまなレイヤーにおける像が、互いにせめぎ合い、影響を与えつつ、織りなされて構成されているものといえる。

フィクショナルな自己像が自己像に影響を与える効果、あるいはその試みはこれまで認知科学的研究、社会学的研究、映画などの映像芸術や娯楽体験において広く扱われ、実装されてきた。先行研究の節にて後述するように、フィクショナルな自己像を現実空間にいわば「侵入」させ、自己像への影響を図る手段として、「鏡像」（鏡、ガラスの反射、水面、ディスプレイなどに映る自分）への介入が広く使われてきた。すなわち、「自分の像が写っている」と本人が思っている状況で、そこのフィクショナルな自己像を提示する（Interception of mirrored self）という手法である（図1右）。

本研究では、この鏡像介入を、日常生活空間の中に埋め込むことにより、フィクショナルな自己像、そしてその像が存在している世界（別レイヤーの世界）が、より日常に重なり合う体験の創出を試みる（図1左）。また、その体験が自己像に及ぼす影響についても調査していく。本稿はその予備的段階として、鏡像介入の整理を行いつつ、日常生活空間に配置することを目的とした鏡像介入のプロトタイプへのフィードバックを報告する。

2. 先行研究・事例

2.1 AR（拡張現実）における自己像の提示

AR技術を用いた自己像の変容表現は、近年急速に普及しており、商業・芸術・研究の分野において多くの事例が確認される。たとえば、STYLY¹はユーザーが実世界の中でデジタルコンテンツを視認できるARプラットフォームを提供している。また、Leinsらの研究[1]では、装着型と把持型のARシステムの比較を行っている。このように、実世界の生活空間にデジタルコンテンツを重ねるサービスや研究は広く行われている。しかしながら、現在のAR体験の多くは装着型や把持型のデバイスを用いるため、装着や操作に伴う身体的・認知的な負担によって、体験の負荷が高くなっている。このような背景から、実世界にあるオブジェクトへの直接投影[2]や、ARグラス装着者が見ているコンテンツのプロジェクター投影による非装着者への間接的なAR提示[3]、聴覚でのAR体験²などが提案されている。

2.2 外見変容と自己認識の関係

外見の変容が自己認知や感覚知覚に影響を与えることを示す研究も多い。大久保ら[4]は、アバターの見た目の「力強さ」が、ユーザー自身の重さの知覚にまで影響を与えることを示した。また、Bernal & Maes[5]は、アバターを通して感情を視覚的に表現するシステム「Emotional Beasts」を提案し、視覚的な感情の表出が、人間同士のつながりの媒体になる可能性を示唆している。さらに、Sieglら[6]は、顔

に直接リアルタイムで映像をマッピングする「FaceForge」技術を開発、非剛体なターゲット形状に対応可能なマルチプロジェクションシステムを提案し、ユーザーの表情やポーズの変化にリアルタイムで動的に適応することを可能にしている。

2.3 鏡・鏡像（反射）のメタファーを用いた作品や研究

鏡・鏡像（反射）には真実の象徴や他者の中に見る自分など、いくつかのメタファーが存在する。今回は仮想（虚構）・現実との境界に焦点を当てる。このメタファーにおいて、反射している鏡像は仮想自己の「象徴化された投影」であり、現実に似て非なる“もうひとつのリアリティ”として用いられている。フィクションや商業空間においても、鏡や反射像を用いた「変容した自己像（仮想自己）」のシーンが多く見られる。たとえば、映画『Perfect Blue』³では、ガラスに実際の主人公の容姿と異なる像が反射、映画『ライオン・キング：ムファサ』⁴では、水面に成長した姿のライオンが反射している。映画に限らず日常生活の中にも存在している。上海の地下鉄のエスカレーターには壁面に取り付けられたディスプレイに、利用者の昇降に連動したアニメキャラクターの表示がされている。また、吉田ら[7]は、鏡に映る体験者の表情を笑顔や困り顔などに変容させる、『扇情的な鏡』というシステムの提案を行っている。

これらの事例は、いずれも視覚的な外見の変化や自己像の操作が、体験者の認知や感情、リアリティ感覚に影響を与えている。本研究では、これらの知見を踏まえつつ、変容した自己像を「実世界に侵入させる」体験設計に焦点を当て、より身体的かつ空間的に知覚されるシステムの可能性を探る。

3. 鏡像介入による異なる自己像提示

3.1 概要

自己像が、現実の見た目と異なっていた場合、その自己像を自分だと感じるのかについては、行為主体感や身体所有感などの指標が知られている。しかし、自分が反映されていると感じた時に、別の世界線や別のリアリティが実世界で共存していると感じるのかについての成立要件については明らかになっていない。

本研究では、日常生活空間に、鏡像を介してフィクショナルな自己像を侵入させ、その自己像を“自分”として認識させることによって、ユーザーに対してユーザーが住んでいる実世界とは別の世界線があり得ると感じられるような体験システムの設計を目指す。

3.2 「鏡」自体の設計

「鏡」は、ハードウェアとしては、ディスプレイ、プロジェクタ投影、その他アナログな手法（手品やお化け屋敷等で使われる合わせ鏡等を用いた手法）、あるいはその複合

¹<https://gallery.styly.cc/about/ja>

²<https://www.locatone.sony.net/>

³Directed by: Satoshi Kon. Japan: Madhouse; 1997

⁴Directed by: Roger Allers and Rob Minkoff. USA: Walt Disney Pictures; 1994

的な組み合わせなどで構成される。

鏡の要件は、“自己像のリアルタイムな反映”および“体験者の身体的・心理的フィードバックを誘発する仕組み”である。単に姿を映すのではなく、そこに提示する自己像の変容度合い、知覚認知の段階に演出を加えることでインタラクティブ性や緩急を持たせる。

最後に、「鏡」そのものをどのように対象者が知覚認知するかが、体験デザイン上重要なファクターである。

フィクショナルな自己像が表示されていない時、実世界を反射や透過により表示し、環境に同化、溶け込ませることで、実世界とは別の世界線があり得ると感じさせるデザインの1つになる。これを再現しているのが2.3章で挙げた上海の地下鉄のエスカレーターで行われたインスタレーションである。

3.3 鏡像介入デザインの分類

鏡像介入デザインについて複数の観点から概観する。まずはフィクショナルな自己像の視覚刺激レベルでの顕著度合い（Saliency）について述べる。つまり、視覚的な変容の度合いである。提示する自己像が、例えば服装が少し違う、髪型が若干異なる、年齢が5年異なるなどで、全体において容姿と一致している場合は、Saliency が低い、と定義する。「煽情的な鏡」[7] もまた Saliency が比較的低いといえる。対して図1のように、容姿全体が大きく変わる場合は Saliency が高い、とする。ありえたもう一つの自分を提示する、といった目的での鏡像介入の際には、その目的上比較的低 Saliency な像が採用されることが多いだろう。

鏡像介入において本質的に重要な点は、主観上どのように知覚認知させ、どのような効果を誘導するか、その体験デザインにある。そしてこれは Saliency だけでは決まらない。

自己像変化に明示的に気づかせたいのか、それとも気づかせたくないのか、気づいても気づかなくてもいいのか、そういった目的に応じて、デザインは変わってくる。気づかせたくない場合は、体験者がある一定の状況になったとき（鏡の前を通り過ぎたときなど）に瞬間的に提示し、すぐに元に戻す、といった手法が考えられる。気づかせたい場合は、提示開始後、持続的に提示し続ける、あるいは最初から、対象者の状況にかかわらず提示し続ける、というデザインもありえる。対象者の認知状態（どこに/何に注意を向けているか）を検出できる状況であれば、その情報をアダプティブに利用することも可能である。その場合、注意が外れたときにのみ提示する、あるいはその逆に注意を向けているときにのみ提示する、といったデザインが可能となる。

4. プロトタイプ

体験者が一定の状況になったとき、特定の動きをしたときに、映像が切り替わる体験を目的に、ディスプレイを用いたリアルタイム映像変換によるデジタル鏡像体験のプロトタイプを構築した。

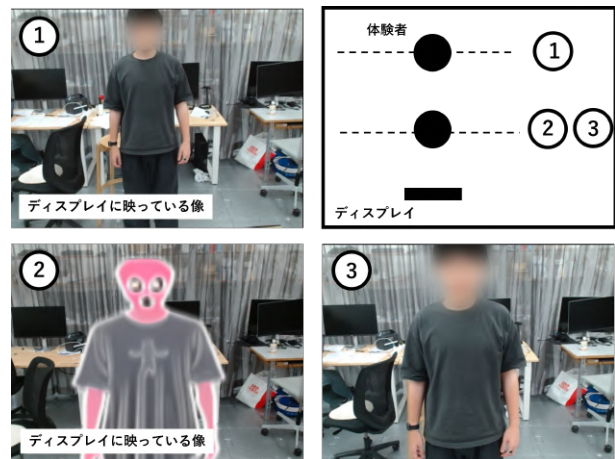


図2: ディスプレイとの距離ごとによる自己像の変化

4.1 システム構成

Web カメラ (Logicool C920n HD Pro, 視野角 78°), 4K 液晶ディスプレイ (Sony KJ-65X8500D), およびデスクトップ PC を用いてプロトタイプを構築した。表示される自己像には、生成 AI (StreamDiffusion, プロンプト: "spooky, pink, ghost") を用いて幽霊のような像を生成・表示した。

4.2 体験デザイン

リアルタイム・デジタル鏡像（ディスプレイ）の前に立ち止まった際に、無条件に、変容した自己像が表示されるのではなく、遠くにいと変容せず、近くに寄ると変容した自己像が表示されるという空間性のある、距離ベースな体験（図2）にする。また、距離ベースでの体験は、空間性を持たせる手法の1つでしかなく、これを概観しつつデザインした体験の1つである。

4.3 初期検討と体験者からのフィードバック

3.3章で示したように、鏡像介入デザインには、フィクショナルな自己像の視覚刺激レベルでの顕著度合い（Saliency）の高低、2要因と、気づかせたい（明示的/常時）、気づかせたくない（暗黙的/瞬間的）の2要因があり、大きく4通りの検証が必要である。今回は、初期検討として4通りの中で視覚的な変容の度合いが高く（気づきやすい）、体験者がある一定の状況になったときにのみ提示される（気づきにくい）、「変容度が高く提示が断続的である」条件を試した。3人の男女に試してもらい、次のようなフィードバックをもらった。立っている位置に連動して、映る自己像が切り替わることで、「見た目を操作している感覚になった」、「映像の背景が、実世界より黒背景の方が映像にのめり込みやすい」、変容した自己像への鏡像認知（変容した自己像の存在と自己の存在の重なり度合い）が、「黒背景より実世界が背景の方が高い」。また、「実世界の背景にあるオブジェクトも所々変容させた方が、没入度や鏡像認知が上がるのではないか」という指摘があった。

5. 考察と今後

体験者からのフィードバックでは、立っている位置に連動して、映る自己像が切り替わることで、「見た目を操作している感覚になった」という意見があり、この感覚は変容した自己像に自己を感じてたからだと解釈できる。したがって、今回試行したような「体験者が一定の状況（例：ディスプレイとの距離）に到達したとき」や「特定の動きをしたとき」に応じて映像が切り替わる演出は、実世界とは別の世界線があり得ると感じさせる体験のデザインの手法として有効であると考えられる。

また、鏡やガラスといった反射面（本研究ではディスプレイ）に映る自己像が、突如として予期しない姿に切り替わり、さらにその変化に自身の行為からくる一定の規則性が存在していると認識した場合、体験者は「変容した自己像を操作している」という感覚を抱き、鏡像に対して自己を認知した。このような感覚は、体験者が規則や変化の仕組みを推測し、身体的に試行し、変容した自己像を知覚するという一連の認知的サイクルによって、変容した自己像へのリアリティが強化されたためと考えられる。たとえ変化に明確な規則性を見出せなかったとしても、視覚的な不連続性は「これは何かあるのではないか」という想像を喚起し、自己認識や現実感に対して無意識的な影響を与える可能性がある。

背景に関するフィードバックにおいて、背景の違いによる映像（実世界とは別の世界線）へののめり込み度、没入度について言及しているおり、自己像の変化によるのめり込み度、没入度について言及しているわけではない。しかしながら、このフィードバックからは、自己像のビジュアル表現をベタ塗り（抽象的）にするか、現実の自己像に近づけるか（写実的）といった視覚的スタイルの違いが、没入体験や自己認識にどのような影響を与えるかについて検証する意義が示唆される。

今後としては、フィクショナルな自己像の視覚刺激レベルでの顕著度合い（Saliency）の高低、2要因と、気づかせたい（明示的/常時）、気づかせたくない（暗黙的/瞬間的）2要因の4通りの検証を行い、結果を本学会にて報告しようとする。

6. 結論

本研究では、視覚的な変容度の高い自己像を現実空間に“鏡像”として提示、また体験者が一定の状況（例：ディスプレイとの距離）に到達したときや「特定の動きをしたとき」に応じて映像が切り替わるプロトタイプの構築を行い、数人に試してもらった。フィードバックには、体験者の位置に連動して映る自己像が切り替わることで「見た目を操作している感覚になった」という意見や、背景の違いによって没入感やのめり込み具合が変化するという意見があった。これらの反応から、単に変容した自己像を提示するだけでなく、自己像の変容度合いや提示のタイミングを調整することにより、日常生活空間の中に鏡像介入を自然に埋め込

むことで、フィクショナルな自己像やその像が存在する“別レイヤーの世界”が現実と重なり合って存在しているかのように感じられる体験を創出する有効な仕掛けとなり得ると考えられる。

今後は、変容の度合いや変化のタイミング、空間配置のバリエーションなどの要素を拡張し、より精緻な体験設計と心理的影響の定量的評価を進めていく予定である。また、複数の変容像を同時に提示する空間構成や、物理的インタラクションを含む体験への応用も視野に入れ、「自己像のリアルタイム変容と環境への侵入」がもたらす新たな認知変容の可能性を探究していく。

参考文献

- [1] Nicolas Leins, Jana Gonnermann-Müller, and Malte Teichmann. Comparing head-mounted and handheld augmented reality for guided assembly. *Journal on Multimodal User Interfaces*, Vol. 18, pp. 313–328, 2024.
- [2] Elena Nazarova, Oleg Sautenkov, Miguel Altamirano Cabrera, Jonathan Tirado, Valerii Serpiva, Viktor Rakhmatulin, and Dzmitry Tsetserukou. Cobotar: Interaction with robots using omnidirectionally projected image and dnn-based gesture recognition. In *2021 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*, p. 2590–2595, 2021.
- [3] 久保市聡, 大橋裕太郎. Ar グラスの没入体験とプロジェクターによる体験共有の提案. IPSJ インタラクション 2025, 情報処理学会研究報告, pp. 1ZF-01. 情報処理学会, 2025.
- [4] 大久保柚希, 村岡丈一郎, 佐藤美恵, 橋本直己. アバタの力強さによる自己認知変化が重さ知覚に与える影響. 第 77 巻, pp. 394–400, 2023.
- [5] Guillermo Bernal and Pattie Maes. Emotional beasts: Visually expressing emotions through avatars in vr. In *Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '17, p. 2395–2402, 2017.
- [6] Christian Siegl, Vanessa Lange, Marc Stamminger, Frank Bauer, and Justus Thies. Faceforge: Markerless non-rigid face multi-projection mapping. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, Vol. 23, No. 11, p. 2440–2446, 2017.
- [7] Shigeo Yoshida, Sho Sakurai, Takuji Narumi, Tomohiro Tanikawa, and Michitaka Hirose. Sensational mirror: An emotional arousal system using facial-expression morphing feedback. In *Proceedings of the 18th Virtual Reality Society of Japan Conference*. Japan Virtual Reality Society, 2013.