

## ショートペーパー(基礎)

## 光学迷彩 2.0

## -透明化する自己像を見る体験の設計-

小泉 直也<sup>\*1</sup> 常盤 拓司<sup>\*1,2</sup> 杉本 麻樹<sup>\*1</sup> 稲見 昌彦<sup>\*1</sup>,

## Optical Camouflage 2.0

## -The design method of transparent coat with self-image-

Naoya Koizumi<sup>\*1</sup> Takuji Tokiwa<sup>\*1,2</sup> Maki Sugimoto<sup>\*1</sup> and Masahiko Inami<sup>\*1</sup>

**Abstract --- This paper is about optical camouflage 2.0, a mirror bringing the experience that one's own figure is transparent. When the user wears a retro-reflective material coat and stands in front of the mirror, the part of the coat is transparent. This design realized the experience that was imagination to appear in the SF conventionally in the reality world. This is the revised design of Optical Camouflage by RPT to be self-transparent. The system utilizes with Retro-reflective material, projector and beam splitter as same as previous works, but the position of observer is placed the same position of masking object. Additionally, this article describes about the optics design of the system, and also the result of exhibition which called "The Interfaces of Dr. Jekyll and Mr. Hyde" at National Museum of Emerging Science and Innovation.**

**Keywords: Optical Camouflage, Mirror, RPT**

## 1 はじめに

人間の姿を不可視にする装置のコンセプトは、「熱光学迷彩」[1]などの名称で、SFなどの作品の多くに登場する。また、子ども向けの物語においても「透明マント」[2]等の名称で登場しており、「透明になる」という体験は、「特別な道具を用いて可能になる非現実的体験」として広く認識されている。

このような背景もあり、「光学迷彩」[3]のデモンストレーションは科学館などでのアウトリーチ活動の中でも、常に多くの体験者に対して技術・科学への興味・関心を抱かせるものになっている。

本論文では、従来の「光学迷彩」の研究で実現した「コートを着用した他者が透けているように見える」という体験を、「コートを着用することで自分自身が透けているように見える」という体験への拡張を光学的に実現する手法に関して提案を行い、その体験展示の設計・実装について述べる。透明となった他者を観察する体験ではなく、自分自身が透明になる体験を提供することにより、体験者自身に起きた出来事として印象深い記憶を残すことが期待される。

また、実装したシステムを2010年3月17日から6月14日まで日本未来科学館にて行った「メディアラボ第6期展示『ジキルとハイドのインタフェース』」において展

示した。展示期間中に観察されたユーザの体験の様子についても述べる。

## 2 関連研究

## 2.1 自己像とのインタラクション

自己像は他者像に比べて、強く興味を抱く存在感である。苗村は無数の映像コンテンツが氾濫する中、自分自身が映しだされた映像には格別の面白さや関心があると説明している[4]。

自己像をインタラクションに応用した例として、ミラーインタフェース[5]が挙げられる。これは、カメラ及び大型のディスプレイからなるシステムで、自己像の映像と遠隔地の映像やアプリケーション画面を、各々半透明にして重ね合わせることにより、疑似的な共有空間を生成し、その中で互いにインタラクティブな操作を可能とするシステムである。自己像を画面に表示することで、自分自身の働きかけを強く意識することが可能となることが示されている。

このようなカメラとディスプレイからなるシステムでは、それが機械であることを意識してしまう。これに対して、鏡は自分自身の姿を映しだということを逆手にとり、日常生活の中では起こらないような現象を鏡面上に再現することで、非日常的な体験をもたらす作品が作られている。鏡は、本物の鏡を用いつつ、実像と鏡像との

\*1 慶應義塾大学大学院 メディアデザイン研究科

\*2 公立はこだて未来大学

\*1 Keio University, Graduate school of Media Design

\*2 Future University-Hakodate

対称性が崩れた体験として”Thought the looking glass”[6]を發表している。これは鏡の中の自分とエアホッケーゲームをするものであるが、体験者の手前のスクリーンと鏡像内のスクリーンに映された画面の内容が異なるという不思議な体験することが可能になる。本研究での設計も、この作品と同様に「鏡像の非日常性」を体験可能にするものであるが、自己像そのものに変化を加える(透明化する)という点で異なる。

また自己像そのものではなく、影を自己像の一つとして使用した作品として”Another Shadow”[7]がある。これは再帰性反射布とモーションキャプチャカメラによって作られたシステムで、自分の影が勝手に動き出したかのような体験を実現する作品である。この作品においても「非現実的な自己像」がつけられている。これらのことから、「自己像」をインタラクションに取り込んで技術を見せることで、人の意識や興味をひく設計につながる事が示唆される。

## 2.2 RPT

光学迷彩を実現する一つの手法として、再帰性反射材を利用した館らの RPT(Retro-reflective Projection Technology: 再帰性投影技術)[8]がある。これは、バーチャル世界を現実世界に重畳提示し、複合現実感を実現するための技術として考えることが出来る。RPT によって、コンピュータグラフィックス等で作られた視覚情報を現実世界に実在するかのように感じさせることが可能となる。この技術は、頭部搭載型プロジェクタとして利用することで、AR における遮へい問題の解決につながる技術である。「光学迷彩」の展示は、RPT の技術的な可能性を、専門家でない一般の人に対して分かりやすく提示出来る。但し「他人が透明になったのを見る体験」しかできず、「自分自身が透明になる体験」を味わうことができなかった。このため、ユーザはただ透明化した人物を見ることしか出来ないため、「透明になる」体験を得るという点までは実現できなかった。本論文の手法はこれを解決するものである。

## 3 システム

### 3.1 光学設計

「自分自身が透ける体験」を実現するために、既存の光学迷彩技術を応用した。既存の「光学迷彩」は、前述したRPTの技術を図1に示す構成にて実現している。プロジェクタから投影する画像は、予め観察者の視点から撮影しておく。この画像情報をハーフミラーにて反射させて再帰性反射材コートに投影する。コートに当たった光は、コート上で再帰反射してハーフミラーを通過し、プロジェクタと共役の位置に置かれた観察者の視点に

て観察される。これによって、再帰性反射材コートが「光学迷彩」の様に透けて観察されるようになる。

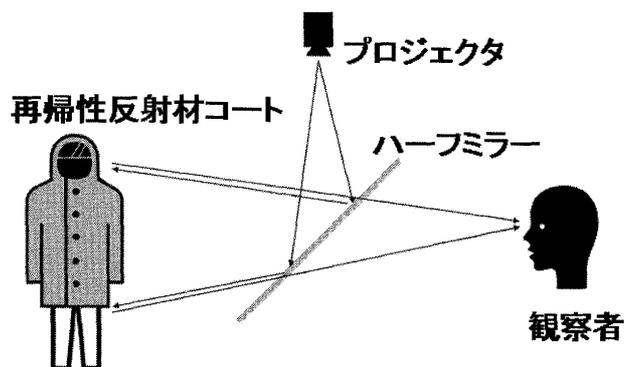


図1 光学迷彩の原理

Fig.1 Principle of Optical Camouflage

これに対して、「光学迷彩 2.0」では、「自己像を消す」体験を実現するために、観察者と観察対象の位置を一致させる必要がある。そこで、図2に示す光学系を設計した。

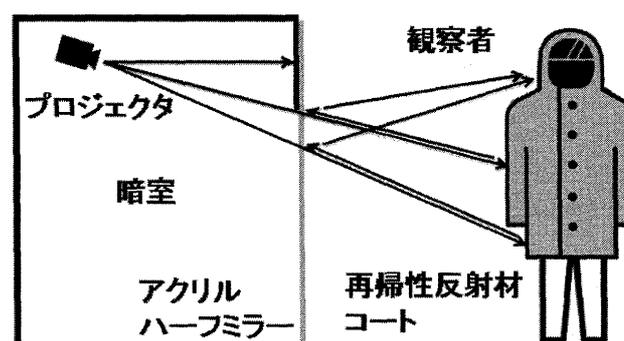


図2 システム構成

Fig.2 Configuration of system

本システムの構成も RPT と同じ要素を用いるが、プロジェクタは暗室内に設置される。さらに、暗室の一面には姿見サイズのアクリルハーフミラーを設置されている。これによって、アクリルハーフミラーが内部を不可視化し、自己像を映す鏡として体験者に認識させるように設計した。

システムにおけるプロジェクタからの光の経路を説明する。「光学迷彩」同様に、プロジェクタからは、遮断物の背景画像が投影されている。プロジェクタから出た光は、アクリルハーフミラーを通過し、再帰性反射材コートにぶつかる。ここで再帰反射した光はアクリルハーフミラーで反射し、プロジェクタとアクリルハーフミラーに線対称な位置に集光する。ここに観察者の視点を置くことで、自己像の透明化を実現している。

設置の際には、最初にプロジェクタ設置位置から投影画像を撮影した。その後、プロジェクタから画像を投

影した状態で位置の調整を行った。PC からプロジェクタに出力される画像サイズ及び位置は PC のソフトウェアで処理を行い調整した。またプロジェクタの角度は三脚で調整を行った。光量は ND フィルターを複数枚重ねて調整を行った。

### 3.2 体験設計

本展示に体験設計として重視した点は以下の三点である。

- 自分が透明になったことを理解できること
- 子どもにも体験できること
- 来場者に待ち時間を与えないこと

以上の目的に合致させるため、以下のように体験設計を行った。

- 鏡の前に人間のシルエットを描いたポスターを貼り、その手前に椅子を置くことで、来場者が自然に視点位置を所定の位置に合わせられるようにした。
- 小学生低学年でも体験できるように、視点位置は 130cm 程度の位置に設定した。成人は椅子に座り、子どもは椅子に立てば容易に視点を合わせることができるようにした。
- 再帰性反射コートに着衣には時間を要するため、ポンチョ型の再帰性反射コートと、A4サイズの再帰性反射材板を用意した。

以上の設計を元に、本展示の体験手順は以下の様に実施した。

- 再帰性反射材コートを着用する。もしくは再帰性反射材板を腹部等の前に持つ。
- 鏡の前のイスに座って、目の背後に印刷されたポスターに描かれたシルエットに合わせて頭の位置を調整する。
- 視点がプロジェクタの光の集光点に一致し、「自分自身が透明になったように見える」という体験を得ることが出来る。

製作した「光学迷彩 2.0」を、日本未来科学館にて展示した。体験時に観察者が得られる視点を図3に示す。

### 3.3 展示と観察

「自己像の透明化」という体験は多くの来場者を集めた。展示開始当初の週末には、展示会場であった日本科学未来館に、一日で 4000 人ももの来場者があり、かつ同じ展示会場にて展示物の動作不良等があったために、本展示に対して人が集中し、1 時間以上もの極めて長い体験待ち行列を作ってしまった。この結果、待ち行列のラインを変更するために、展示位置の変更を実施した。また、再帰性反射材コートは展示せず、再帰性反射材板を体の前に当てるのみに変更することで、着替え

等の時間短縮を行った。

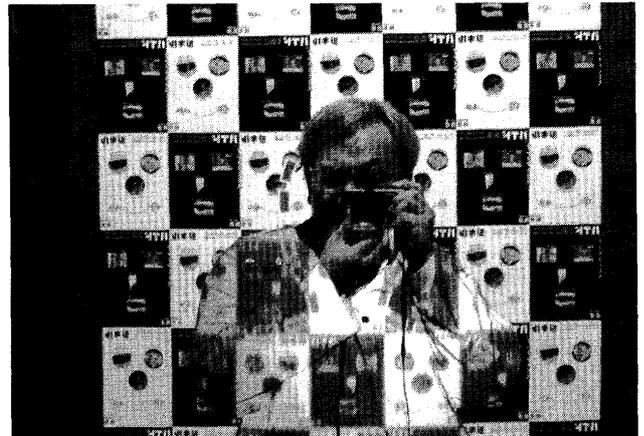


図3 体験の様子

Fig.3 Experiment

展示会開始から 2 ヶ月が経過し、体験者の混雑が緩和された時期を見計らい体験者の観察を行った。観察からいくつかの特徴点が見受けられた。

- 体験者がカメラを使用して透明な自己像を撮影しているところや、繰り返し確認する姿が多く見受けられた。
- ごくまれに視点を所定の位置に合わせられない未就学児が見受けられた。この際は、親の膝の上に乗っかるなどして保護者の助けを得ることで体験が可能になっていた。
- 「視点を所定の位置に合わせないと見られない」理由を理解出来ないままの体験者が見受けられた。これは技術説明がなかった問題点と考えられる。同様に技術に興味を持ったが、その技術的な解説がなかったために、十分な理解を得ないままにその場を去っていく体験者も見られた。
- 一目で原理を理解したという体験者も見受けられたが、プロジェクタで投影されていることのみ理解していたようで、背景技術が十分には伝わっていないと感じた。

### 3.4 考察

「自己像を透明化する」というインタラクションによって多くの関心を得られた。多くの人が並んだ上で自分の透明な姿を撮影しているところや、繰り返し確認する姿などから、本アプリケーションそのものの面白さは十分に高かったと考えられる。またカメラを持って撮影している姿も多く見受けられた。このことから、この体験設計の面白さを確認することができた。

一方で、展示方式に関しては不十分な点も見受けられた。特に本展示は、同時に展示されたものに比べて体験者数が多くなっていたため、展示会場の動線設計等に配慮することが今後の課題としてあげられる。

#### 4 おわりに

本論文では、「光学迷彩 2.0」の設計に関して記述した。既存のRPT方式による「光学迷彩」の実装方式の問題点である自己像とのインタラクションの欠如を、光学系の再設計によって解決することで、体験者自身を透明化する「光学迷彩 2.0」を実装し、その展示を行った。展示においては、体験者の高い関心を確認することが出来た。

今後は、この自己像とのインタラクションの有効性を加味した上で、エンタテインメントとして科学展示の在り方を検討していきたい。

#### 謝辞

本研究は科学技術振興機構(JST)戦略的基盤研究推進事業(CREST)における研究領域「デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」の研究課題「デバイスアートにおける表現系科学技術の創成」の助成を受けたものである。また、本研究の展示に際しては、日本未来科学館の皆様による多大なご協力のもとに行われた。

#### 参考文献

- [1] 土郎正宗;攻殻機動隊, 講談社, 1991
- [2] Joanne Rowling OBE ; “Harry Potter and the Philosopher's Stone”, Bloomsbury, 1997
- [3] 川上直樹, 稲見昌彦, 柳田康幸, 前田太郎, 館暉 ; 現実感融合の研究(第2報)—Reality Fusion における光学迷彩技術の提案と実装—, 日本バーチャルリアリティ学会第3回大会論文集, pp.285-286, 1998
- [4] 苗村健: 自己投影型エンタテインメント体験をもたらす映像メディア技術 ;映像メディア学会誌 第60巻(第4号), pp499-pp501, 2006
- [5] E.Hosoya, M. Kitabata, H. Sato, I. Harada, H. Nojima, F. Morisawa, S. Mutoh, and A. Onozawa : “A Mirror Metaphor Interaction System: Touching Remote Real Objects in an Augmented Reality Environment”, ISMAR2003, pp.350-351, 2003.
- [6] 寛康明, 苗村健 ; “Through the looking glass” , 芸術科学会論文誌, 第3巻, 第3号, pp185-188, 2004
- [7] Takeo Igarashi, Hisato Ogata ; “Another shadow”, Proceeding SIGGRAPH ASIA '09 ACM SIGGRAPH ASIA 2009 Art Gallery & Emerging Technologies, 2009.
- [8] S. Tachi, Telexistence and Retro-reflective Projection Technology (RPT), Proceedings of the 5th Virtual Reality International Conference (VRIC2003) pp.69/1-69/9, Laval Virtual 2003, France, May 13-18, 2003

(2010年12月10日)