

# イマミラー： 可動モデルを用いた他者の身体属性提示システム

今村 美聡<sup>1,a)</sup> 吉野 孝<sup>1,b)</sup>

**概要：**日常生活の多くの場面で、相手の目線になることが重要だといわれているが、それを実現することは容易ではない。我々は、他者の身体を自分で動かすことで、他者の目線を実感できるのではないかと考えた。そこで、他者の身体属性に自分の動作を反映し、画面上に提示することにより、他者の目線を実感することを目的としたシステム「イマミラー」を提案する。本稿では、本システムの実現方法と、本システムを用いることにより、身体スケールの変化を感じるかを検証する実験について述べる。実験の結果、本システムを利用することで、身体スケールが変わった感覚が得られる可能性があることがわかった。

## Ima-mirror: Others' Physical Attribute Presentation System Using Movable Model

MISATO IMAMURA<sup>1,a)</sup> TAKASHI YOSHINO<sup>1,b)</sup>

**Abstract:** It is important to think to be through another person's eyes in daily life, but that is hard to figure out. We think that we can realize another person's eyes by moving the body of others by oneself. We propose "Ima-mirror" that the system reflects one's movement in the physical attribute of others. The paper presents the realization method of the system and the result of the experiment about change of the physical scale. As a result of experiment, we found that the system can provide the sense of the change of physical scale.

### 1. はじめに

日常生活の多くの場面で、相手の目線になることが重要だといわれているが、それを実現することは容易ではない。湯浅は、「他者と共同体」[1]の中で、「孤絶ということとは、ようそう考えられるように、私と他者との間でコミュニケーションが成立しないこと、お互いに相手をよく捉えられないので理解しあえないということに依っているというよりも、むしろしっかりと定立された個的な＜主体＞同士が相互に相手のことはよく理解していると信じ込んでいることに依っているのではないか。」と述べている。個人の身体の特徴の違いによって起こる問題を挙げると、たと

えば街の中では、子供は身長が低く車から姿が見えにくい  
ため、道を渡るときに手を上げて視認性を高めるように教  
育されている。歩きタバコは子供の目の位置だといわれて  
いるため、危険視されている。家の中では、身長によって  
キッチンの使い勝手が違い、身長差のある夫婦が一緒に料  
理をする際の障害になる。一般的な鴨居の高さは約180cm  
であるため、背が高い人は敷居をまたぐときに頭をかかめ  
る必要がある。これらを知識としてわかっていても、他人  
の目線を実感するのは難しい。そこで我々は、他人の体を  
自分で動かすことで、他人の目線を実感できるのではない  
かと考えた。

本稿では、映像上で他者の身体属性に自分の動作を反映  
することにより、他者の目線を実感することを目的とした  
システム「イマミラー」\*1を提案する。今回は、システム

<sup>1</sup> 和歌山大学 システム工学部  
Faculty of Systems Engineering, Wakayama University,  
Wakayama-shi, Wakayama 640-8510, Japan

a) imamura.misato@g.wakayama-u.jp

b) yoshino@sys.wakayama-u.ac.jp

\*1 システムの名称は、「仮想の鏡」「imaginary mirror」をもとに名付けた。

の実現方法を述べ、システムの評価として3種類のモデルを用いた評価実験を行った。実験の結果、本システムを利用することで、身体スケールが変わった感覚が得られる可能性があることがわかった。

## 2. 関連研究

### 2.1 身体の属性情報を利用したコミュニケーション支援に関する研究

コミュニケーション支援の分野で、影や骨格情報といった人間の属性情報を利用した研究が多く発表されている。

Kinectを用いた複数人でのエンタテインメントシステムの研究として、吉田らによる「身体動作の重畳表示による動画上での一体感共有」[2]がある。これは、動画上で自分の身体動作と、別の場所、時間にいる他の鑑賞者の身体動作を重畳表示することで、非同期メディアであってもライブイベントのような一体感を共有することを目的としたシステムである。

シルエットを用いたコミュニケーション支援の研究として、中森らによる「ご近所知るえっとー身近な他人との緩やかなコミュニケーション支援」[3]がある。これは、エレベータを待つ人々のシルエットを設置したスクリーンへ投影し、アニメーション表示することで、身近な他人への興味を促し、緩やかなつながりを支援するシステムである。

これらの研究は、自分の属性が集団の中に入り込み、自分と他人との属性情報が関わり合いを持つことで、他人を意識させたり、他人と自分との一体感を感じさせたりすることができる。しかし、これらの研究は、あくまで操作対象は自分の属性情報であり、他人の属性情報を操作する研究は少ない。本研究は、他人の属性情報を自分が操作し、自分の属性情報が他人に操作されることで、より他人を意識する効果を狙っている。

### 2.2 身体の属性情報を利用した体験型作品

個人の属性を用いた作品として、細谷らによる「Outline to go」[4]、ユーフラテスによる「ふるまいに宿る属性」[5]、緒方らによる「2048」[6]がある。「Outline to go」は、普段特に意識することのない属性である自分の輪郭の長さを計測する作品である。「ふるまいに宿る属性」は、空間に一筆書きで描いた星形を分析すると、筋肉の付き方や腕の長さから個人に特有の動きが抽出され、個人を特定する作品である。「2048」は、個人の虹彩パターンを視覚化した作品である。虹彩認証は極めて精度の高い生体認証システムであるため、情報を少し改ざんしたとしても、まだ個人を識別できることを示している。

これらの作品は、普段意識することのない身体属性を可視化することで、これらの属性も自分の一部であると示すことを目的としている。本研究は、普段見えているものの、自分に投影しにくい他人の身体属性である身体スケールを

提示することを目的としている。

### 2.3 鏡映しの表示を用いた研究

鏡映しの表示を使った研究として、Perttu Hmlinen による“Interactive video mirrors for sports training”[7]がある。これは、利用者のパフォーマンスをビデオに記録することと、鏡を使ったトレーニングを組み合わせた研究である。実験の結果、インタラクティブビデオミラーが、スポーツに非常に有用である可能性が示された。

本研究は、リアルタイムの鏡映しの表示を使用し、自分でない他者の身体を投影する。

### 2.4 一人称視点の研究

HMDを用いた没入型仮想環境での人のふるまいの実験として、Qiufeng Lin らによる“Affordance Judgments in HMD-Based Virtual Environments: Stepping over a Pole and Stepping off a Ledge”[8]がある。人は没入型仮想環境で、現実世界と異なる距離の解釈をすることが知られている。Qiufeng Lin らは、仮想空間内に自己のアバターを表示して、被験者に課題が達成できるかを問う実験を行った。実験の結果、仮想環境内に自分と同じサイズのアバターが表示されると、仮想環境での振る舞いが現実世界での振る舞いと近いものになることが示された。

八谷による「視聴覚交換マシン」[9]は、2人の利用者がHMDを装着し、お互いの視界を交換する装置である。この装置を使用すると、自分の視界が強制的に相手目線に変えられてしまう。

西田らによる“CHILDHOOD”[10]は、装着することで、子供の知覚系を再現するデバイスである。利用者の目線や手の感覚を子供のものに変換することで、利用者に子供の感覚をもたらす。

これらの研究や作品は、利用者はHMDや体に装着するデバイスを使い、一人称視点の感覚を得るものである。本研究は、鏡に映したような二人称視点によって、他者の身体感覚を表現する。これにより、一人称視点では実現できない、姿が変わった自分を見ることによる効果を狙っている。

## 3. イマミラー

図1にイマミラーの概要を示す。イマミラーは、(1)身体形状の取得、(2)可動モデルの作成、(3)他者の姿勢反映の3つの手順によりシステムを実現する。また、図2にそれぞれの実現例を示す。以下に各手順の詳細を述べる。

(1) KinectFusion<sup>\*2</sup>で全身の3次元形状を取得する。

図2(1)に取得した身体形状の一例を示す。この身体モデルのファイルフォーマットはOBJ形式であり、

<sup>\*2</sup> <https://msdn.microsoft.com/ja-jp/library/dn188670.aspx>

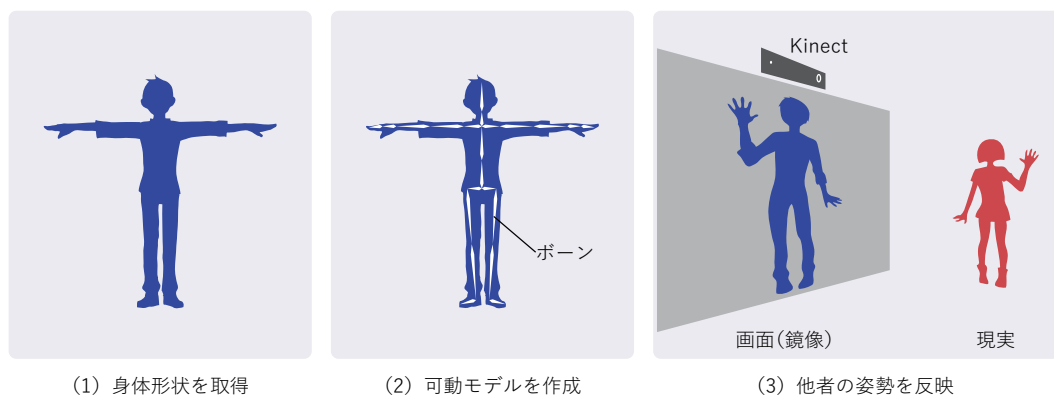


図 1 イマミラーの概要

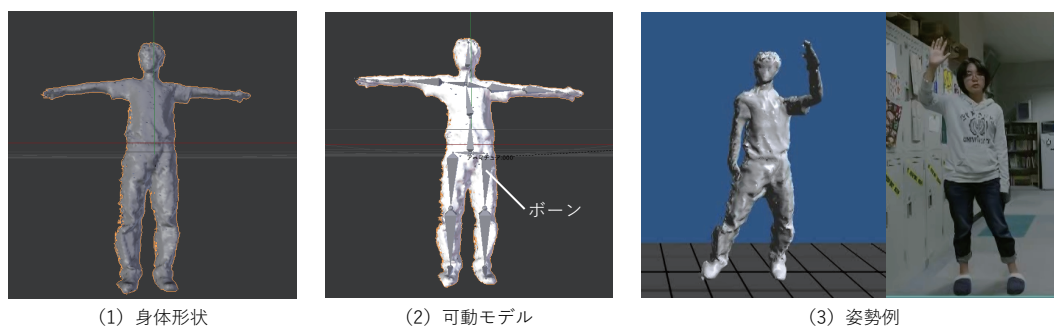


図 2 イマミラーの実現例

データ軽減のため、KinectFusion で取得した頂点データを適度に間引く処理を施している。

- (2) モデリングソフトでボーンを挿入し、可動モデル化する。ボーンとは、モデルに関連付けることで、モデルの形状を容易に変形することを可能にし、モデルの動きの元となるものである。図 2(2) にボーンを挿入した可動モデルの一例を示す。白い身体形状の中にある三角型のものがボーンである。全身に 22 本挿入する。ボーンを挿入する位置は、Kinect の骨格認識機能で取得できる骨格に合わせる。

- (3) Kinect の骨格認識機能から取得した他者の姿勢を、可動モデルのボーンに反映し、画面上の可動モデルを動かす。図 2(3) に他者の姿勢を反映した一例を示す。ボーンの動きに追従して形状が変形していることがわかる。モデルの動きは、利用者から見て鏡像になるように、左右反転する。これにより、利用者に自分と同じ動きをする他者の身体が提示される。これには、Unity のアセットである Kinect v2 With MS-SDK を使用する。

## 4. 実験

### 4.1 実験の目的

本システムが利用者に与える効果を評価するために、以下の 3 点の仮説を立て、実験を行った。

仮説 1 本システムを使用し、身体スケールが変わった感

覚が得られる。

仮説 2 モデルを変えたとき、自身の身体感覚をモデルに合わせて動作を実行できる。

仮説 3 モデルを変えてタスクを実行したとき、タスクの難易度の変化を感じる。

### 4.2 実験方法

10 人の実験協力者に対し、同身長、低身長、高身長の可動モデルで、4 種類のタスクを実施した。まず同身長モデルでタスクを実施し、次に低身長モデルと高身長モデルで同様にタスクを実施した。順序効果を考慮し、モデルとタスクの出題順序は均等になるようにした。タスク終了後に協力者にアンケートを実施し、実験中は協力者をビデオ撮影した。図 3 に実験環境を、図 4 にシステムの画面を示

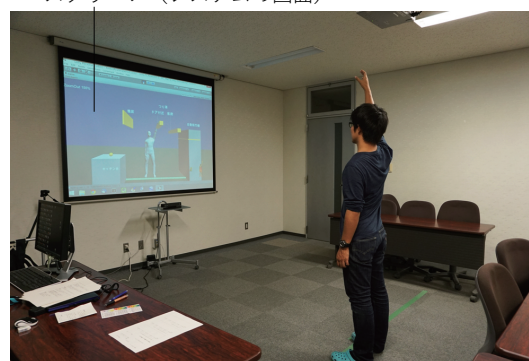


図 3 実験環境

表 1 低身長の実験結果

| タスク                  | モデル | 背伸び (人) | ジャンプ (人) | 達成 (人) |
|----------------------|-----|---------|----------|--------|
| (1) 自動販売機のボタンに触れるタスク | 同身長 | (※) 1   | 0        | 10     |
|                      | 低身長 | 1       | 0        | 10     |
| (2) つり革に触るタスク (客席)   | 同身長 | 0       | 0        | 10     |
|                      | 低身長 | 10      | 1        | 8      |
| (3) つり革に触るタスク (ドア付近) | 同身長 | 1       | 0        | 10     |
|                      | 低身長 | 9       | 3        | 0      |

※データ欠損のため、母数 9

表 2 高身長の実験結果

| タスク                    | モデル | 身を屈める (人) | 達成 (人) |
|------------------------|-----|-----------|--------|
| (4) 鴨居をくぐるタスク          | 同身長 | 5         | 10     |
|                        | 高身長 | 10        | 10     |
| (5) キッチン台の上のオブジェクトに触れる | 同身長 | 3         | 10     |
|                        | 高身長 | 7         | 10     |

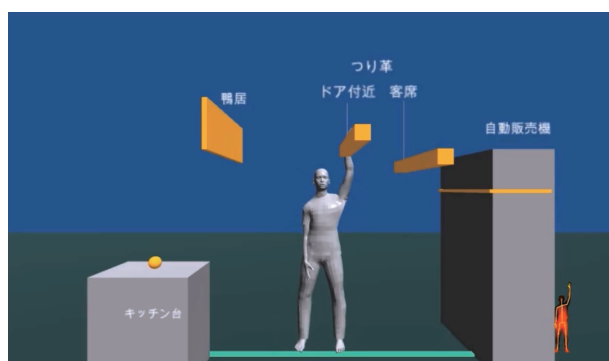


図 4 システムの画面

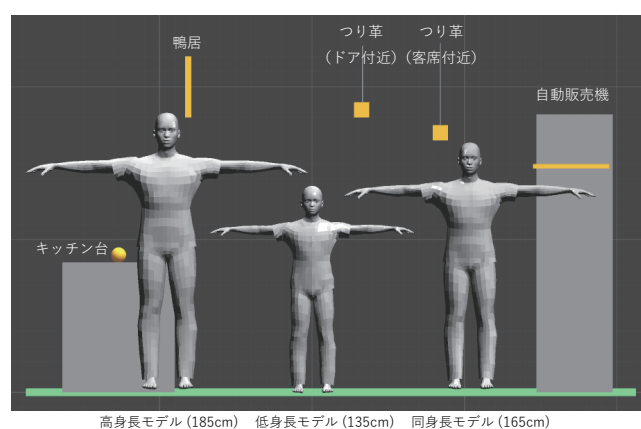


図 5 実験に使用したセット

す。システムの画面は前面のスクリーンに映されており、協力者はスクリーンを見ながらタスクを実行する。タスクの内容は以下のとおりである。

#### 一般的に身長が低いと困難なタスク

タスク 1 自動販売機の上の段のボタンを押す

タスク 2 客席付近 (165cm) の高さのつり革に触る (10 秒姿勢を保持)

タスク 3 ドア付近 (180cm) の高さのつり革に触る (10 秒姿勢を保持)

#### 一般的に身長が高いと困難なタスク

タスク 4 鴨居に触れないようにくぐる

タスク 5 キッチン台の上のものに触る (10 秒姿勢を保持)

実験に使用した可動モデルとシステム上のセットとを 図 5 に示す。

高身長モデルは 185cm, 低身長モデルは 135cm, 同身長モデルは協力者の身長に設定した。

キッチン台の高さは 85cm<sup>\*3</sup>, 鴨居の高さは、ふすまの基本寸法から 180cm, つり革の高さはドア付近として 180cm,

客席付近として 165cm<sup>\*4</sup>, 自動販売機のボタンの高さは 148cm<sup>\*5</sup> と設定した。

## 5. 実験結果と考察

### 5.1 行動の分析

表 1 に低身長の実験結果を示す。

低身長モデルの実験では、タスク 1, 2, 3 で行動を観察した。タスク 1 では、同身長モデルと低身長モデルとで行動に変化はなかったといえる。同身長モデルと低身長モデルとの両方で背伸びをしたのは同じ協力者であり、そのほかの協力者はどちらのモデルでも背伸びはしなかった。これは、自動販売機のボタンの高さが、低身長モデルでも背伸びをせずに届く高さだったためと考えられる。タスク 2 では、低身長モデルのときに、同身長モデルでは見られなかった、背伸びやジャンプといった行動がみられた。特に背伸びの行動については、被験者全員が行った。また、タスクを達成した協力者は 10 人中 8 人となった。図 6 にタスク 2 を実施中の様子を示す。同身長モデル時は腕を曲

<sup>\*3</sup> [http://sumai.panasonic.jp/kitchen/living-station/kitchen-select/solution/budget/consent/5\\_D\\_6.html](http://sumai.panasonic.jp/kitchen/living-station/kitchen-select/solution/budget/consent/5_D_6.html)

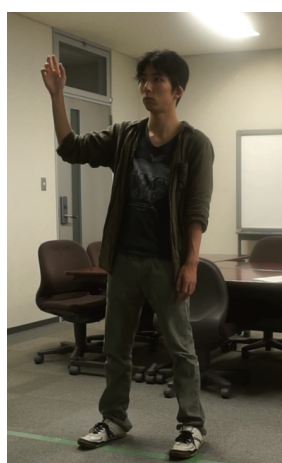
<sup>\*4</sup> [http://www.spnt.jp/sns/articles/DGXNASFK1004G\\_01317M1Z000000/](http://www.spnt.jp/sns/articles/DGXNASFK1004G_01317M1Z000000/)

<sup>\*5</sup> 学校内の自動販売機を実測

表 3 アンケートの結果 (5 段階評価)

| 評価項目            | 質問項目                  | モデル | 評価の分布 |   |   |   |   | 中央値 | 最頻値  |
|-----------------|-----------------------|-----|-------|---|---|---|---|-----|------|
|                 |                       |     | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 |     |      |
| (1) モデルのスケールの体感 | モデルは自分であるという感覚があった。   | 同身長 | 0     | 2 | 2 | 2 | 4 | 4   | 5    |
|                 | 同身長モデルに比べて低くなった。      | 低身長 | 1     | 0 | 0 | 3 | 6 | 5   | 5    |
|                 | 同身長モデルに比べて高くなった。      | 高身長 | 1     | 1 | 1 | 2 | 5 | 4.5 | 5    |
| (2) モデルの操作性     | モデルを思うとおりに動かすことができた。  | 同身長 | 0     | 1 | 1 | 6 | 2 | 4   | 4    |
|                 |                       | 低身長 | 0     | 2 | 2 | 4 | 2 | 4   | 4    |
|                 |                       | 高身長 | 0     | 4 | 2 | 4 | 0 | 3   | 2, 4 |
| (3) タスクの実行しやすさ  | タスクが実行しやすい。           | 同身長 | 0     | 1 | 0 | 6 | 3 | 4   | 4    |
|                 | 同身長モデルと比べ、タスクが実行しやすい。 | 低身長 | 4     | 4 | 1 | 0 | 1 | 2   | 1, 2 |
|                 |                       | 高身長 | 0     | 6 | 2 | 2 | 0 | 2   | 2    |

評価項目 (1: 強く同意しない, 2: 同意しない, 3: どちらともいえない, 4: 同意する, 5: 強く同意する)



(a) 同身長モデル時の行動

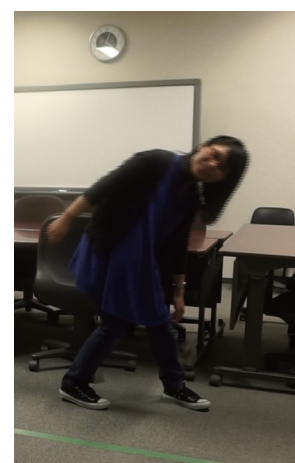


(b) 低身長モデル時の行動

図 6 同身長モデル時と低身長モデル時との比較



(a) 同身長モデル時の行動



(b) 高身長モデル時の行動

図 7 同身長モデル時と高身長モデル時との比較

げ、足を接地した姿勢でタスクを行っているのに対し、低身長モデル時は腕を伸ばし、背伸びをしてタスクを行っている。タスク 3 では、タスク 2 よりもジャンプをした協力者が増えた。また、このタスクは協力者全員が達成できなかった。

表 2 に高身長の実験結果を示す。高身長モデルの実験では、タスク 4、タスク 5 の両方で、高身長モデルのときに身を屈める行動をする協力者が増えた。特にタスク 4 では、高身長モデル時に協力者全員が身を屈める行動をした。図 7 に鴨居をくぐるタスクを実施中の様子を示す。同身長モデル時は身を起こしてタスクを行っているのに対し、高身長モデル時には腰を曲げてタスクを行っている。

この結果より、モデルを変えることで、協力者の行動が変わっていることがわかった。

## 5.2 アンケート結果

表 3 にアンケートの結果を示す。アンケートは 5 段階評価と記述式を用いた。

モデルのスケールの体感についての質問の結果 (表 3 (1)) から、同身長モデルにおいて、「モデルは自分であるという感覚があった」という質問で、高い評価が得られた。

さらに、低身長モデル、高身長モデルそれぞれで同身長モデルからの差異を感じていることがわかった。自由記述では、「子供の体形になったような感覚があった」「鴨居が低く感じた」といった意見が得られた。これより、画面上のモデルが変わることで、身体スケールが変わったと感ずることがわかった。よって、仮説 1 は成立した。

モデルの操作性についての質問の結果 (表 3 (2)) から、同身長モデル、低身長モデルについては高い評価が得られたものの、高身長モデルでは最頻値が 2,4 に分かれる結果となった。自由記述から、「幅が狭くなったと感じた」「鴨居のタスクが難しかった」といった意見が得られたことから、セットに対してモデルが大きくなったため、セットに接触しないように移動するために、動きづらさを感じたと考えられる。アンケート結果と行動の分析から、モデルが変わったとき、協力者は自分の感覚をモデルに合わせようとする事がわかった。よって、仮説 2 は成立した。

タスクの実行しやすさについての質問の結果 (表 3 (3)) から、「同身長モデルに比べ、低身長モデル、高身長モデルはタスクが実行しやすい」という質問の評価は低かった。自由記述では、「同身長のモデルで簡単にできたことができなくなったり、逆に実行しにくかったタスクが簡単にでき

たりした」「現実での身体感覚とモデルの動作が大きくずれ、届くはずの高さに手が届かないことが多く発生した」といった意見が得られた。このことから、同身長モデルや現実の身体感覚と比較すると、低身長モデルや高身長モデルは身体感覚に変化が生じ、タスクの実行しやすさが変化すると考えられる。このようなタスクの実行しやすさの変化により、他者の身体スケールを体感できる可能性があることがわかった。よって、仮説3は成立した。

## 6. おわりに

身体形状から可動モデルを作成し、モデルに他者の動きを反映する手順を述べた。また、本システムを使用した身体スケール提示実験では、提示されるモデルが変わることにより、身体スケールの変化を感じる可能性があることがわかった。

今後は、多くの身体形状から可動モデルを作成し、利用者の身体の特徴に合わせて提示するモデルを選択する機能を実装する。

謝辞 本研究に際して、ご助言を頂きました床井浩平先生に深謝いたします。

## 参考文献

- [1] 湯浅博雄：他者と共同体，株式会社未来社，p.13 (1992).
- [2] 吉田有花，宮下芳明：身体動作の重畳表示による動画上での一体感共有，インタラクション 2012，情報処理学会，pp.527-532 (2012).
- [3] 中森 玲奈，青木 貴司，椎尾 一郎：ご近所知るえっとー身近な他人との緩やかなコミュニケーション支援一，エンタテインメントコンピューティング 2010，デモ展示 B17，pp.1-4 (2010).
- [4] 細谷宏昌，藤本直明：Outline to go，”これも自分と認めざるをえない”展 (2010).
- [5] ユーフラテス：ふるまいに宿る属性，”これも自分と認めざるをえない”展 (2010).
- [6] 緒方寿人，佐藤雅彦：2048，”これも自分と認めざるをえない”展 (2010).
- [7] Perttu Hämäläinen：Interactive Video Mirrors for Sports Training，Proceedings of the third Nordic conference on Human-computer interaction，pp.199-202 (2004).
- [8] Qiufeng Lin, John J Rieser, Bobby E Bodenheimer：Affordance Judgments in HMD-Based Virtual Environments: Stepping over a Pole and Stepping off a Ledge, ACM Transactions on Applied Perception (TAP) Volume 12 Issue 2, pp.6:1-6:21 (2015).
- [9] 八谷和彦視聴覚交換マシン (online), 入手先 <<http://www.petworks.co.jp/hachiya/works/shi-ting-jue-jiao-huanmashin.html>> (2015.12.17) .
- [10] 西田惇，鳥光，佐藤綱祐：CHILDHOOD(online), 入手先 <<http://childhoodproject.web.fc2.com/>> (2015.12.17) .