

# 一人称視点に着目したイメージトレーニング支援システムの開発と評価

加藤 悠一<sup>1</sup> 柳 英克<sup>1</sup> 美馬 義亮<sup>1</sup>

**概要:** 近年、競技スポーツでは記録または技自体が競われている。特に体操やスノーボード、シンクロといった競技では高度な技の一つとして、回転動作を伴う技が注目されてきている。技や技術を競う競技スポーツでは、難易度の高い技が評価されるため、技術力の向上が必須である。競技に熟達している選手は、高度な技をイメージの中でシミュレーションする、イメージトレーニングを行うことが可能である。一方で初心者は競技経験がないことから、イメージの中で技をシミュレーションすることが困難である。本研究では、競技スポーツにおける技習得のプロセスに着目したイメージトレーニング支援システムの開発と評価を行う。提案するシステムは、モーションキャプチャと人形を利用した、客観的視点からの技のシミュレーションを可能にする映像生成システムと、Oculus Rift を用いて技を行った時の一人称視点での視覚的变化をシミュレーションすることができるシステムから構成されている。

## Development and Evaluation of the Image Training Support System which Focused on the First Person Point of View

KATO YUICHI<sup>1</sup> YANAGI HIDEKATSU<sup>1</sup> MIMA YOSHIAKI<sup>1</sup>

**Abstract:** Recently, a record or skill own body is competed for by the competition sports. The skill with the rotary movement attracts attention as one of the high skill by exercises in particular and snowboarding, the competition such as the synchronized swimming. Because the high skill of the degree of difficulty is evaluated by the competition sports to compete for the skill and a technique, improvement of the technology is required. The player mastering a competition can perform positive image building to simulate the high skill in an image. On the other hand, it is difficult to simulate the skill in an image because a beginner does not have competition experience. In this study, I estimate the skill in competition sports as the development of the image training support system which paid its attention to a process of learning it. The system to suggest is comprised of the system which can simulate the visual change in the first person viewpoint when I performed the skill using picture generation system enabling simulation of the skill from an objective viewpoint using a motion capture and a doll and Oculus Rift.

### 1. 背景

近年、初心者・プロを問わず体操やスノーボード等多くのスポーツでは、回転動作を伴う高度な技が披露されてきている。これらは競技者の技術力向上によってより難度の高い技が考案され、競技者はより多くの時間を費やしてその技を習得する。例えば、体操競技の白井健三選手が「シライ」という後方伸身2回宙返り3回ひねり技を考案したこ

と等は記憶に新しい。また、一部の競技については初心者を対象にしたイメージトレーニングの講座や、特定の技のやり方を詳細に解説した書籍やDVDといったメディアが出版されてきている。これらを利用することで、初心者は技への理解が深まるとともにその技に挑戦するきっかけにもなっている。しかし、白井健三選手のように前人未踏の新技を考案し習得する際には、身体的な感覚と視覚が伴ったよりリアルなイメージトレーニングが必須である。また、初心者は競技経験が少ないことから、書籍やDVDをみてイメージトレーニングを行おうとしてもイメージをするこ

<sup>1</sup> 公立はこだて未来大学  
Future University Hakodate

とが容易ではない。本研究では競技者が技を考案し習得するイメージトレーニングのプロセスに着目して、一人称視点でのイメージトレーニングを支援するシステムを提案する。

## 2. イメージトレーニング

### 2.1 イメージトレーニングについて

イメージトレーニングとは、競技者が実際に体を動かすことなく動いている自分を思い描くことによって競技の技術や戦術を向上させるものである。競技者自身がイメージを思い描くことによって、実際に動くときに集中力を高めやすくなることや、雑念を払うことに役立つと考えられている。イメージトレーニングでは、2つの視点が必要とされている。一つ目に必要な視点は、身体的要素である。身体的要素は、イメージトレーニングにおいて体のどの部分をどのタイミングで動かし、どの程度動かすのかということイメージすることである。もう一つの視点は、視覚的要素である。この要素は、技を行った時に自分自身の視界にどのような変化が起こるのかを想像するということである。また、古くからイメージトレーニングによる競技者の技術向上が本当にあるのかどうかの基礎的研究がこれまで行われてきている。Richardsonらは過去に行われたイメージトレーニングのいくつかの事例について分析を行った結果、イメージトレーニングを実施しない場合とイメージトレーニングを実施した場合、イメージトレーニングを実施した場合の方が競技におけるパフォーマンスの向上に効果的であると結論付けている [1]。また、Feltzらはイメージトレーニングを実施する前後でパフォーマンスを比較した多くの研究をメタ分析によってその有効性を検証している [2]。その結果、先ほど述べた Richardsonらの研究の結果と同様を導いている。また、Goldenbergらは、イメージトレーニングはスポーツの分野以外においても応用されてきており、学習効果を高めるのに有効な手段の一つとして認知されてきている [3] と述べている。

### 2.2 イメージトレーニングのプロセスとその方法

イメージトレーニングは自分の頭のみで行う場合まず、その競技において技を行っている様子を主観的または客観的な視点で想像していく。競技を行っている様子を客観的視点で想像することを客観イメージ法といい、主観的視点でイメージトレーニングを行う方法を運動イメージ法という [4]。体操を例にとると具体的には、体をここでこのように動かして、次に回転して、最後に着地して...といったように頭の中で想像して行う。その後、成功している自分の姿を想像する。一方でスノーボードやハーフパイプの競技者は自分の頭のみではなく手作りの人形や既製品の人形を用いたイメージトレーニングを行うことがある。例えば、ス

ノーボーダーの村山誠選手はトイレットペーパーとテープングを用いてイメージトレーニングのための人形を制作してイメージトレーニングを行っている。また、既製品の例としてはヨーロッパ企業が開発したイメージトレーニングを行うための人形の既製品 CHUCKBUDDIES [5] がある。このような人形を用いることによって競技者は客観的な視点による新たな技の考案や、難易度の高い高度な技のシミュレーションを行うことができる。これら二つの方法が、競技者が現在用いているイメージトレーニングの方法として多い。

### 2.3 イメージトレーニング方法の習得と問題点

初心者を対象としたイメージトレーニングの講座が近年では、オンライン上でイメージトレーニング全般について学習することのできる eラーニングシステム [6] や、1つの教室に集まって講師 1 対受講者複数名の形式で開催されている。このような講座を受講することで、初心者はイメージトレーニングの手法について習得を試みている。イメージトレーニング手法の習得及び、講座を受講することによる問題点がいくつかあるので、以下の表にまとめて記載する。

- (1) イメージトレーニング手法の習得には、非常に時間がかかる。
- (2) イメージ能力そのものには個人差が存在する。
- (3) 未修得の新しい技を習得しようとした時、競技者が技そのもののイメージをすることは困難である。
- (4) 人形を用いて未修得の技のイメージトレーニングを行おうと考えた場合、主観的視点でのシミュレーションが困難である。
- (5) 集団で受講する講座では、指導者が個人の競技レベルに合わせた指導をすることが困難である。
- (6) 指導者が意図したように受講者がイメージをすることが困難である。

本研究では、(3) 及び (4) についての解決に向けたアプローチを行う。

## 3. 関連研究

### 3.1 センサを利用した技習得支援

本研究ではイメージトレーニングを支援することで、技習得を促すアプローチを行っている。技習得のための別のアプローチとして、センサ情報を利用した技の習得支援がある。技の練習において、実際に身体を動かす段階でセンサ情報を利用することで自らが行った動作を可視化する方法である。事例として、ソニー社 [7] によるスマートテニスセンサーがある。この製品は、テニスラケットのグリップ部分にセンサーが搭載されており、ラケットを振った時の

動作情報を取得するというものである。そして Bluetooth による通信で動作情報をスマートフォン画面上に表示する。他にも、CEREVO 社 [8] による Snow-1 という製品がある。左右足下に 4 カ所、両足で合計 8 カ所に荷重センサーが搭載されており、足裏荷重バランスを計測する。また、2 個のセンサによってスノーボードのたわみ具合を検出する。計測したデータはスマートフォン上で数値データとグラフィックによって可視化される。これらの製品を利用することでユーザは自分自身が行ってきた技の振り返りをすることが可能である。しかし、これらの製品に共通している点としては、技ができたかどうかの自動判定はなく、実際に技を習得できたかどうかは自分自身で判断する必要がある。

### 3.2 スポーツ訓練及び動作解析システム

スポーツの疑似体験及び動作解析実施によるフィードバックによって技を習得するという方法がある。そこで競技自体の疑似体験や、リアルタイムに技を行った際の動作データを取得して解析をするシステムの開発が行われている。萩野ら [9] は円筒状の氷上コースを滑走するボブスレーのシミュレータを開発している。大画面と専用の装置を用いることによって、リアルな高速滑走の運動を生成している。佐藤ら [10] はモーションキャプチャシステムを用いることで空手における技を行った際の動作解析を行うシステムの開発を行っている。組手動作の技単位での抽出及び識別を行う。統計的手法により弱点や勝利への戦略を発見し、訓練の目的と方向性の決定を支援している。本研究においても佐藤らの研究と同様に、一人称視点でのイメージトレーニングを支援するためにモーションキャプチャシステムを用いてリアルタイムに動作を抽出する手法を用いている。

### 3.3 タンジブルインタフェース

タンジブルインタフェースは物理世界を「メタファ」としてグラフィカルにシミュレートするのではなく、物理世界そのものをインタフェースに変えるというものである [11]。本研究では従来のイメージトレーニングにおいて客観的視点からのイメージを容易にするために、人形を用いていたという事例をもとにして、映像生成システム部に、人形にモーションキャプチャのマーカを付けたタンジブルインタフェースを用意した。タンジブルインタフェースに関連する研究として、福知ら [12] は立体映像表示が可能なタンジブルデバイスの開発を行っている。具体的には光ファイバを用いた映像提示が可能な操作デバイスとして“Ficon”を提案している。Ficon は表面の形状加工を施すことで、立体的な映像表現が可能となる。

### 3.4 実世界と 3 次元空間を繋ぐシステム

本研究では人形を利用したタンジブルインタフェース

を開発し、それをイメージトレーニングに応用したシステムの開発を行った。システムを利用することによって、技をシミュレーションした時の人形の一人称視点そのものを主観的視点の映像とする。このような実装を行うことでユーザにとっても直感的な操作性を提供するとともに一人称視点映像の生成も容易に可能ではないかということを考えて、実世界とコンピュータを繋ぐシステムとして松村ら [13] はユーザがミニチュアモデルを手で操作することで 3DCG 空間（仮想空間）の現象やカメラワークを編集できる箱庭環境を構築している。彼らの研究では実世界と 3 次元空間を繋ぐ Hakoniwa システムの開発を行っている。この Hakoniwa システムは 3DCG 空間（仮想空間）の現象やカメラワークを編集できる箱庭の環境として提案している。これは仮想空間のイベントを物理空間に反映させることができるという特徴がある。具体的には、物理世界で衝突が起こった際に 3 次元世界においてオブジェクトがそれに反応して爆発の表現を行うことや物体それぞれに対応した効果音を鳴らすといったことができる。これによりインタラクティブなシステムとしての環境ができているということがわかる。

## 4. 提案システム

競技スポーツでのイメージトレーニングによる技の習得を支援するシステムは、人形を用いてその競技の初心者でも実際に技を行った際に、一人称視点での視覚的变化に慣れもらうことである。視覚的にあたかも自分がその技を行っていると同様に感じさせることで、イメージトレーニング支援をできると期待してシステムの開発を行った。

### 4.1 システムの概要

本システムは Unity5.0 と光学式モーションキャプチャシステムの Optitrack を用いて開発を行った。ユーザが街中でストリートダンスの回転技や、スノーボードの練習をするというシチュエーションを想定して開発を行った。システム利用のフロー図を図 1 に示す。

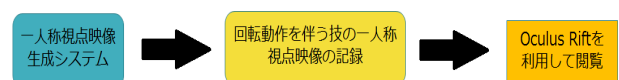


図 1 システム利用の流れ

Fig. 1 Flow of the system utilization

### 4.2 システムの利用方法

システムを利用する際は初めに実世界と 3 次元空間における座標を対応させるためにモーションキャプチャシステムの調整（キャリブレーション）を行う。その後、人形にモーションキャプチャシステムが位置情報を認識するため

のマーカーを付属させる。次に、Unity プロジェクトを開いてシステムを起動する。マーカーを付属させた人形を移動させたり回転させたりすることで、3D 空間上でその人形の一人称視点で、回転技を行った時の視界の変化をリアルタイムに記録する。2 に構築した 3 次元空間を示す。また、3 に実際にユーザがシステムを利用している様子を示す。



図 2 構築した 3 次元空間の一部  
Fig. 2 Part of the 3D space

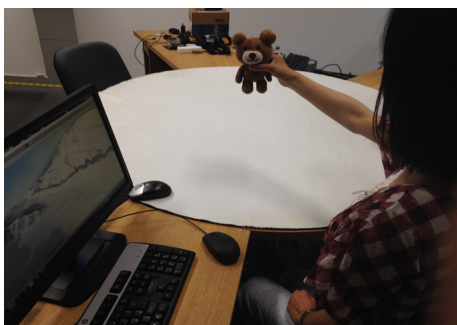


図 3 スノーボードをイメージしてシステムを利用している様子  
Fig. 3 The state that uses a system in the image of snowboarding

また、一人称視点映像の記録と共に客観的視点でのイメージトレーニングが終了した後は、Oculus Rift を用いて記録した一人称視点の映像を閲覧する。映像を閲覧することで、初心者でも運動イメージ法によるイメージをすることが可能である。4 に一人称視点映像画面の一部を示す。



図 4 一人称視点映像画面の一部  
Fig. 4 Part of the first person viewpoint image screen

## 5. 評価実験

開発したシステムを用いて、システムの有効性の評価実験を行った。実験では、本システムを利用することで、回転技の習得に影響があるかということを調査することを目的として行った。被験者は 20 代の男女 26 名で、実験後にはスポーツの経験があるかどうかを口頭で答えてもらった。実験は、システムを利用する群と利用しない群それぞれ 13 名ずつ分けて実施した。実験で実施してもらった課題の動作は、ダンスの初心者が習得するキックターンとした。システムを利用する群の実験では、初めにイメージトレーニングについての簡単な説明を行い、5 分間課題の動画を見てもらいながら人形を動かして客観的視点からのイメージトレーニングを行ってもらった。その後、何も使わずに 1 分間の振り返りを行ってもらい、更に 1 分間 Oculus Rift を装着して 1 人称視点映像を見てもらった。そして最後に主観的視点からのイメージトレーニングを行ってもらった。そして、1 分間の振り返りを行ってもらったあとに、3 回課題の動作をマットの上で実施してもらった。システムを利用しない群では、課題の動作の動画のみを 5 分間閲覧してもらい、客観的視点からのイメージトレーニングのみを行ってもらった。その後、1 分間の振り返りを行ってもらい、最後に 3 回課題の動作をマットの上で実施してもらった。5 に実験の様子を示す。



図 5 実験の様子  
Fig. 5 State of the experiment

### 5.1 データの測定について

どちらの群においても、3 回課題の動作を実施してもらったが、データの記録ではビデオカメラを用いて映像の記録を行い、技がどの程度できたのかという測定では動作終了後の位置と回転度合いの 2 つの項目の測定を、定規を用いて行った。動作後には、1 歩前の場所を基準位置としてそこから何センチのズレがあるのかということで計測を行った。回転の度合いについては、1 回転終了後に正面を向いてから 0 から 90 度の範囲のズレであった場合は 1 とし、90 度



表 1 回転度合いの重みづけと分類

Table 1 Classification of the weighting of the rotary degree

	0~90 度	90~180 度	0 度未満及び 180 度以上
重み	1	2	3

から 180 度以内の角度であった場合は 2 として、それ以上のズレは 3 として重みづけを行った。表 1 に重みづけと分類についてまとめたものを示す。このような分類とした理由としては、課題であるキックターンという回転技は、他のダンスの動作と組み合わせて行うということから、1 回転後に 90 度多く回転したり、正面を向くことが成功とはいえないためである。

## 6. 実験結果

図 6 と 7 にそれぞれの群における着地位置のずれの度数分布結果を示す。

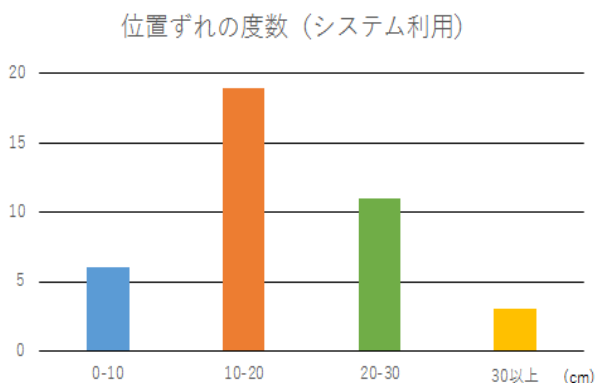


図 6 システム利用群の着地位置ずれの度数分布

Fig. 6 Frequency distribution of the landing position gap of the system use group

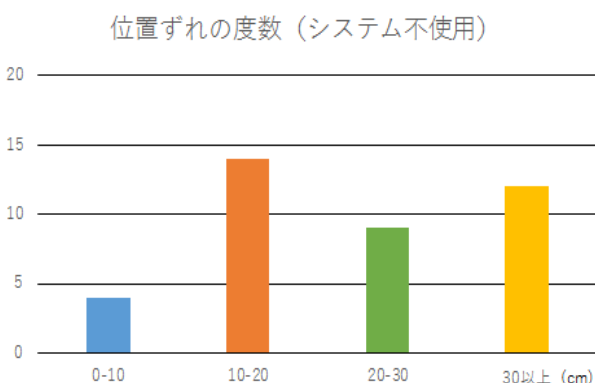


図 7 システムを利用しない群の着地位置ずれの度数分布

Fig. 7 Frequency distribution of the landing position gap of the group which doesn't use a system

結果から分かる通り、システムを利用する群としない群

では、システムを利用する方が位置ずれが小さい度数の分布が多いことが分かる。また、図 8 と図 9 にそれぞれの群における回転度合いの度数分布結果を示す。

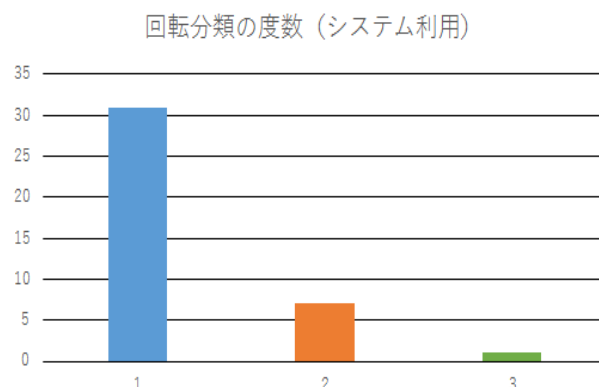


図 8 システム利用群の回転度合い度数分布

Fig. 8 Rotary degree frequency distribution of the system use group

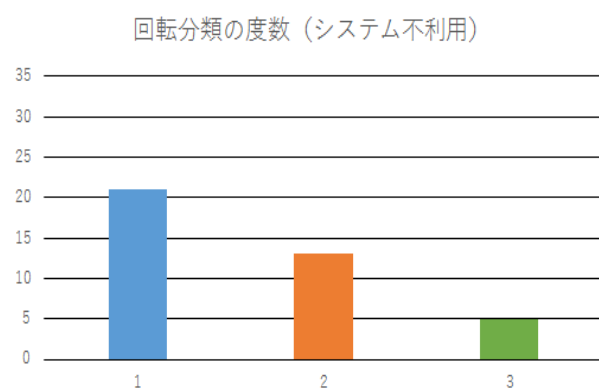


図 9 システムを利用しない群の回転度合いの度数分布

Fig. 9 Frequency distribution of the rotary degree of the group which doesn't use a system

回転度合いについても、システムを利用する群の方が利用しない群よりも 1 の分類が多いことが分かる。

## 7. 考察

実験から得られた結果についての考察として、t 検定を用いてシステムを利用することで、着地位置のずれに有意な差があるかどうかを調べた。有意水準 5 パーセントで両側検定の t 検定を行ったところ、 $t(21) = -2.29$ ,  $p < .05$  であり、システムを利用する群と利用しない群では、着地位置のずれ差が有意であることがわかった。同様に、実験から得られた結果についての考察として、t 検定を用いてシステムを利用することで、回転度合いに有意な差があるかどうかを調べた。有意水準 5 パーセントで両側検定の t 検定を行ったところ、 $t(21) = -2.34$ ,  $p < .05$  であり、システ

ムを利用する群と利用しない群では、着地位置のずれ差が有意であることがわかった。また、スポーツ経験の有無が課題の結果に対して影響があったのではないかということも考えられたため、運動経験のある群とない群で着地位置のずれと回転度合いについての平均の差の t 検定を実施した。着地位置のずれの差について有意水準 5 パーセントで両側検定の t 検定を行ったところ、 $t(24) = -0.5, p = .62$  であり、運動経験のある群とない群では、着地位置のずれに有意な差はみられなかった。回転度合いの差について有意水準 5 パーセントで両側検定の t 検定を行ったところ、 $t(24) = 0.4, p = .69$  であり、運動経験のある群とない群では、着地位置のずれに有意な差はみられなかった。以上より、開発したシステムを利用することで技の習得に影響があることが分かった。

## 8. まとめ

本研究では、イメージトレーニングにおける一人称視点によるイメージを可能とするシステムの開発と評価を行った。モーションキャプチャシステムとデッサン用人形を用いて、実世界と仮想空間をリアルタイムにリンクさせた一人称視点映像生成システムを開発した。そのシステムで生成された映像を Oculus Rift で閲覧することによって、ユーザは特定の回転技を行った時の一人称視点での視界の変化を体験することを可能とした。これにより、客観的視点からのイメージトレーニングと主観的視点からのイメージトレーニングを可能としている。開発したシステムを用いてシステムを利用する群と利用しない群に分けて実験を行った。実験では、ダンスの初心者が初めの段階で習得する回転技であるキックターンを課題として被験者にイメージしてもらい実施した。実験の結果、システムを利用する群の方が技の習得に効果があったということが示唆された。本システムを利用することで、初心者にとって技の習得支援ができたということがいえる。

## 9. 今後の展望

今後本システムにおいてはいくつかの課題があるため、それらを解決する必要があると考えている。具体的には、映像生成システムの自動化や一人称視点映像における機能の追加である。映像生成システムの自動化では、現段階で一人称視点映像を記録する際には録画を行って簡単な編集を施している。映像生成の度にこの動作を繰り返すことによっては、非常に手間となってしまうため自動化が必要である。一人称視点映像閲覧における機能の追加では、実験後にユーザからの意見として、視界の変化だけではなく他にも一人称視点での体の動きまでもシミュレーションできる機能があるともっとよいといった意見があったため、それは技を習得する際に必要な要素であると判断した。また、3D モデルについては、今後も種類を増やしていく必要がある

と考えている。

謝辞 謝辞本研究に対する助言をくださった柳教授、美馬教授と実験協力者の皆様にお礼申し上げます。

## 参考文献

- [1] Richardson, A., Mental practice: A review and discussion, Part 1. Res Quart, 41, pp.88-94, (1967).
- [2] Feltz, D. L. and Landers, D. M., The Effects of mental practice on motor skill learning and performance: A meta-analysis. J Sport Psychol, 5, pp.25-57, (1983).
- [3] Goldenberg, G., Podreka, I., Steiner, M. and Willmas, K., Patterns of regional cerebral blood flow related to meaningfulness and imaginability of words: An emission computer tomography study. Neurophysiologia, 25, pp.473-485, (1987).
- [4] 大石和男:運動イメージと自律反応, 専修大学出版局 (2006).
- [5] ChuckBuddies, 入手先 (<http://www.chuckbuddies.com/>) (2016.12.21).
- [6] 生活を楽しむためのメンタルトレーニング, <http://blog.elearning.co.jp/archives/44253.php>, (2016.12.19).
- [7] スマートテニスセンサー | ソニー, <http://smartsports.sony.net/tennis/JP/ja/>, (2016.12.20).
- [8] XON-Cerevo, <https://xon.cerevo.com/ja/>, (2016.12.20).
- [9] 萩野雅敏, 瀧剛志, 北島章雄, 尾倉芳昌, 宮崎慎也, 長谷川純一:モーションベースと大型多面スクリーンによるボブスレー体感シミュレーター, TECHNICAL REPORT OF IEICE. MVE2004-36, pp.31-35, (2004).
- [10] 佐藤恵一, 栗山繁:特徴学習を用いた空手組手の動作識別, 第 10 回情報科学技術フォーラム (FIT2011), 第二分冊, pp75-80, (2011).
- [11] 石井裕:タンジブル・ビット 情報と物理世界を融合する, 新しいユーザ・インタフェース・デザイン, Information Processing Society of Japan, (2012).
- [12] 福地健太郎, 高田悠太, 中林隆介:Ficon:立体映像表示が可能なタンジブルデバイスの提案, 情報処理学会インタラクション 2014 論文集, pp.100-107, (2014).
- [13] 松村耕平, 角康之:Hakoniwa:ミニチュアモデルを媒介とした 3D アニメーション撮影環境, 情報処理学会インタラクション 2013 論文集, pp.371-375, (2013).