## PINOKY:ぬいぐるみに動きを付与するデバイス

杉浦 裕太 $^{1,a)}$  リー カリスタ $^1$  尾形 正泰 $^2$  ウィタナ アヌーシャ $^3$  坂本 大 $^4$  牧野 泰才 $^4$  五十嵐 健夫 $^4$  稲見 昌彦 $^4$ 

受付日 2016年1月20日, 採録日 2016年9月6日

概要:本研究では、PINOKY(ピノキー)と呼ばれる一般的なぬいぐるみの手足、尻尾などの部位を動かすことができるデバイスを開発した。デバイスはリング型で、アクセサリ感覚でぬいぐるみに取り付けることができる。本デバイスは、モータによってぬいぐるみの表面の布を外側から引っ張ることで、屈曲を実現する。従来手法は、ぬいぐるみの内部に機構を埋め込み駆動させることが一般的であった。本提案では、ぬいぐるみを切り裂くなどの加工を加えることなく、ロボット化することが可能である。本デバイスを一般のユーザに利用してもらい、容易に扱えることを確認した。またユーザが所有しているぬいぐるみに装着したときの経験を抽出した。さらに、実験結果をもとに PINOKY の応用を検討した。

**キーワード**:インタラクティブなぬいぐるみ,タンジブルユーザインタフェース,ユビキタスコンピューティング

## PINOKY: A Ring That Animates Plush Toys

YUTA SUGIURA $^{1,a}$ ) Calista Lee $^1$  Masa Ogata $^2$  Anusha Withana $^3$  Daisuke Sakamoto $^4$  Yasutoshi Makino $^4$  Takeo Igarashi $^4$  Masahiko Inami $^4$ 

Received: January 20, 2016, Accepted: September 6, 2016

**Abstract:** PINOKY is a wireless ring-like device that can be externally attached to any plush toy as an accessory that animates the toy, such as by moving its limbs. A user is thus able to instantly convert any plush toy into a soft robot. The user can control the toy remotely or input the movement desired by moving the plush toy and having the data recorded and played back. Unlike other methods for animating plush toys, PINOKY is non-intrusive, so alterations to the toy are not required. In a user study, 1) the roles of plush toys in the participants' daily lives were examined, 2) how the participants played with plush toys without PINOKY was observed, 3) how they played with plush toys with the device was observed and their reactions to the device were surveyed. On the basis of the results, potential applications were conceptualized to illustrate the utility of PINOKY.

**Keywords:** interactive plush toy, tangible user interface, robots, ubiquitous computing

#### 1. はじめに

ぬいぐるみのような外観をしたロボットは、子供の玩

1 慶應義塾大学

具だけでなく [3], 近年ではセラピーやコミュニケーションツール, ペットの代替としての利用が期待されている [2], [6], [16], [23]. それらは感触が良く, キャラクタなどのフレンドリな外観を保持しているため, 人はそれらを撫でたり, 抱擁したりするなどの身体的なインタラクションを行うことができる. このインタラクションを通してぬいぐるみロボットは利用者の精神的な部分をケアする存在になっている.

ぬいぐるみロボットの外観や動作をデザインする際の一般的な方針としては、万人の利用者にデザインが受け入れられるようにすることであり、研究者や企業は様々な形状

Keio University, Yokohama, Kanagawa 223–8522, Japan

<sup>2</sup> 産業技術総合研究所

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Tsukuba, Ibaraki 305–8560, Japan

Singapore University of Technology and Design (SUTD), 8 Somapah Road, Singapore, 487372

<sup>4</sup> 東京大学

The University of Tokyo, Bunkyo, Tokyo 113–8654, Japan

a) sugiura@keio.jp

を利用者に提示して反応を見ながら調整をしている。代表的なぬいぐるみロボット「Paro」はこのユニバーサルデザインに成功した例であり、これまで介護施設や被災地などのメンタルケアとして幅広く受け入れられている [27].

ユニバーサルデザインされたぬいぐるみロボットは幅広い利用者にとって満足できる存在であるが、一方ですべての利用者にとって受け入れられる存在かというとそうはいい難い。人間はペットに対してそれぞれ嗜好が異なり、ペット市場においても多様な種が流通している現代社会を見れば、ペットに目的や外観、動作が近いぬいぐるみロボットについても同様に、利用者は多様な種の中から好きなものを選択できたり、カスタマイズできるようになったりするべきという発想に至った。

現在のぬいぐるみロボットは、駆動部位を動かすための 装置が内部に埋め込まれている構造が一般的であるが [23], 多種多様なぬいぐるみロボットを提供するためにはこの内 部動作機構自体の種類を用意する必要があり製造コストが かかる.また関節などの配置をカスタマイズ可能な内部動 作機構モジュールを製造して、これにぬいぐるみ外装を被 せることで多様性を生み出す方法も考えられるが、その内 部構造モジュール専用のぬいぐるみ外装を同時に製造する 必要があり、これにコストがかかる.

そこで本研究では、市場にすでに流通しているぬいぐるみに着目し、これをぬいぐるみロボット化できる汎用モジュール PINOKY (ピノキー)を開発した(図 1).これによって動作機構モジュールや外装の製造コストを抑えながら、利用者は嗜好に合わせて外観や動きを容易にカスタマイズできる。この PINOKY は一般的に販売されているぬいぐるみやすでに利用者が所有しているものの手足、尻尾などの部位を動かすことができるデバイスである。デバイスはリング型で、ぬいぐるみを切り裂くなどの加工を施すことなく、アクセサリ感覚でぬいぐるみに装着できる。本デバイスは、モータによってぬいぐるみの表面の布を外



図 1 PINOKY をぬいぐるみに装着して駆動している様子 **Fig. 1** PINOKY attached to the right arm of plush toy, enabling the arm to be moved.

側から引っ張ることで、屈曲を実現する.

本研究では、実際に一般ユーザにデバイスを利用してもらい、その様子を観察したり、アンケートやインタビューを通して、ぬいぐるみロボットをユーザ個々にカスタマイズすることの経験を抽出し、その利点を議論した。さらに実験の知見をもとに、居住空間での利用例を示した。

なお、本論文は、文献 [20], [26] の発表内容をまとめて、 さらにユーザがすでに所有しているぬいぐるみに装着した 際の実験結果を追加したものである.

## 2. 関連研究

#### 2.1 組み替え可能なロボット

提案する PINOKY は、ユーザが自分の好みに合わせて ぬいぐるみの部位を動かすことができるものである. これ まで自動的、もしくは人によって形状や、動作を組み替え可 能なロボットは数多く提案されてきた. たとえば、Yoshida らは, 小型のロボットモジュールを作業対象に合わせて自 身の形状を自動的に変化させることで,人では困難な作業 を遂行することが可能な組み替えロボットを提案してい る [25]. ユーザレベルで組み替え可能なものとして, Lego Mindstorm は、視覚的なユーザインタフェースを操作する ことで、ロボットの動作をプログラミングすることが可能 な開発環境である [11]. ハードウェアコンポーネントはそ れぞれパッケージ化されており、各々を配線でつなげるこ とで利用することができる. Raffle らは、物体の運動の原 理を学ぶことができる Topobo という教育キットを開発し ている[17]. ユーザは、モジュールを組み合わせることで ロボットの形状を組み立てることができ, さらに動作部位 を直接手で動かすことで動作を生成する. Topobo はその とおりに動作を再生する. これらの一連の動作はモジュー ルに備え付けられたボタンによって行うため、パソコンを 経由する必要がない. ユーザは, 動作教示と再生を素早く できるため,何度もこの作業を繰り返しながら,創造性を 発揮することができる. Oschuetz らは, Topobo の動作プ ログラミング機能を省くことにより、限られた制約の中で 子供が創造性を発揮できるような組み立てロボットを開発 した [15]. Osawa らは, 既存の家電に装着して擬人化でき るロボットデバイスを開発した[14]. また人体に装着して 人間の動作を拡張する試みもある [5], [21]. 本研究は,こ れらの研究と比較し、既存の柔軟物であるぬいぐるみに後 から装着してロボット化するための手法を提案している.

## 2.2 ぬいぐるみ作成のための支援ツール

ぬいぐるみを作成する過程は素人には難しく、専門家によって行われていた。そこでこれを支援するシステムが提案されている。Moriらは、手書きスケッチのような操作によって、ぬいぐるみをモデリングし、同時に二次元の型紙を生成するソフトウェアを構築した[13]。また、手書きのス

ケッチを郵送することで、それに似たぬいぐるみを作成し、送り返すサービスも展開されている [28]. さらに、自身の 顔写真を送ることで、立体的に加工してぬいぐるみに貼り付けるようなサービスもある [29]. また、デバイスが組み込まれたインタラクティブなぬいぐるみを作成する際の、デバイスの配置位置や配線の取り回しなどをソフトウェア上で設計することができるシステムも提案されている [7]. 本研究では、ぬいぐるみの動かしたい部位とその動き方を自由にユーザが決めることが可能なデバイスを提案する.

#### 2.3 ぬいぐるみ型のインタラクティブシステム

ぬいぐるみをインタフェースやロボットとして扱う取り 組みがたくさん存在する [4], [8], [9], [10], [12], [19]. 柔ら かい外装を持ったロボット,特にぬいぐるみロボットはこ れまで子供の玩具として普及してきたが[3],近年では、こ れらのセラピーやコミュニケーションメディア、エージェ ントとしての可能性に注目が集まり関係する研究や商品が 開発されている. Wada らは、アザラシのような柔らかい 手触りのロボットを作成し、これの高齢者へのセラピーと しての有効性を実験によって検証している[23].また、こ のロボットは東日本大震災時にも, 避難所での心のケアを 目的として活用されている[27]. Breazeal らは、ぬいぐる みロボットでジェスチャなどを組み合わせた協調作業支援 システムを提案している[1]. Sekiguchi らは、テディベア 型のロボットを用いて、声だけでなくモーション、触覚的 な要素を伝達するコミュニケーションツールを提案してい る [18]. Ueki らは、柔らかく呼吸をしているかのように動 く生物のような照明を開発した [22]. Yonezawa らは、ぬ いぐるみの内側に曲げセンサやマイクロフォンなど7種類 のセンサを取り付けることで、ユーザとのインタラクショ ンの頻度や強度に応じて楽曲が生成されるアプリケーショ ンを実装した[24]. さらにぬいぐるみをバーチャル世界の 操作に利用する試みもある. Johnson らは、センサが埋め 込まれたぬいぐるみを利用して、バーチャルキャラクタを 操作する仕組みを考案した[8]. これに加えて、Shimizuら は、CG キャラクタがバーチャル世界で受けた反応を、ぬ いぐるみを通してユーザ自身が感じ取ることができるシス テムを開発した[19]. これらは、特別に研究者が用意した ぬいぐるみインタフェースを利用することになるが、我々 のシステムは、ユーザが好みのぬいぐるみを選択すること ができ、それをインタフェース化することが可能である.

## 3. PINOKY

ぬいぐるみを動かす技術としては、ぬいぐるみの内部に埋め込む構造のものが一般的であるが、これは、ぬいぐるみを切り開いて埋め込むことを要求する。本研究で提案するデバイスはぬいぐるみを傷つけることなく、ぬいぐるみの外側から駆動させるものである。PINOKY はぬいぐる

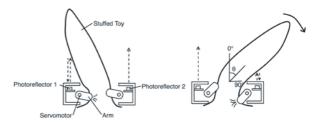


図 2 駆動と計測原理

Fig. 2 Page configuration: Character and line.

みに簡単に取り付け、取り外し可能な構造になっているため、工学的知識がない人でも自由に動かしたい部位をカスタマイズすることが可能である.以下の段落では、システム構成、ぬいぐるみの駆動方法、関節角度の計測方法、PINOKY との基本的なインタラクション方法を説明する.

#### 3.1 駆動方法

本研究では、外側からぬいぐるみを駆動するリング型のアクチュエータを開発する。このアクチュエータは2つのサーボモータによってぬいぐるみの関節を屈曲させる。サーボモータには、フレームが取り付けられており、これが図2のようにカレームが動くと一方のぬいぐるみの表面の布に接地している。図2の左のようにフレームが動くと一方のぬいぐるみの表面の布は引き込まれ、もう一方は押し出されるために屈曲する。また、サーボモータの回転方向を逆にすることで反対方向にも曲げることができる。またサーボモータの回転スピードや角度によって、ぬいぐるみを曲げるスピードや動作角度を制御することが可能である。現在のデバイスでは、最大左右に50° ずつぬいぐるみを駆動できることを確認している。

#### 3.2 計測方法

ぬいぐるみの関節角度を認識する手法として、フォトリフレクタを用いている。一般的にフォトリフレクタは対象物体までの距離を計測する目的で利用されるが、我々はこの特徴を、関節角度を認識するために応用する。フォトリフレクタは図 2 のようにリング型デバイスの周囲に貼り付けられている。ぬいぐるみがユーザによって曲げられたとき、センサとぬいぐるみの表面の布との距離が縮まるため、屈曲したことを認識することが可能である。図 3 は直径 8.5 cm のぬいぐるみを  $-50^\circ$  <  $\theta$  <  $50^\circ$  で傾けたときのフォトリフレクタの値を示す。図 3 のフォトリフレクタの番号は、図 2 のフォトリフレクタの番号に対応している。グラフ中の赤線は人が指で直接センサに触れたときの値である。これを考慮すると、本センサは  $\theta$  <  $-31.2^\circ$ 、34.2° <  $\theta$  の範囲において有効に機能する。

#### 3.3 デバイスの構成

PINOKY はサーボモータ,フォトリフレクタ,ZigBee,

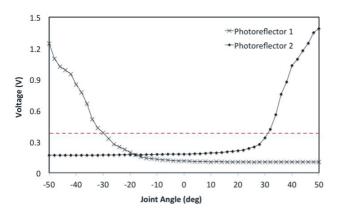


図3 フォトリフレクタの値と関節角度の関係

 ${\bf Fig.~3} \quad {\rm Measurable~joint~angle~range}.$ 

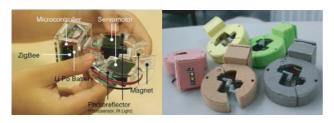


図 4 センサモジュールの構成と外観

Fig. 4 Hardware components.

Arduino Pro Mini, リチウムポリマーバッテリ (350 [mA]) によって構成されている (図 4). サーボモータはぬいぐるみの表面の布を引っ張ることで屈曲させるために利用され、また、フォトリフレクタはぬいぐるみの関節角度を読み取るために利用される. センサデータは ZigBee を用いてデバイスどうしや PC に送られ、PINOKY どうしを同期させるために用いられる. リングは磁石によって開閉可能な仕組みになっており、特別な道具を必要とせずぬいぐるみに PINOKY を着脱できるような仕組みになっている. PINOKY はつねに動かしている状態で約1時間使用できる. デバイスの外装は、ぬいぐるみの素材と適合できるようにフェルトで覆われている (図 4).

## 3.4 通信

PINOKY の通信には ZigBee を用いる. ZigBee は ID を 共有してしまえば、複数のデバイスに対してデータをブ ロードキャストすることができるからである. デバイスを 追加したいときにも、 ZigBee の ID が共有されていれば、 アドホックに追加することが可能である.

#### 3.5 PINOKY の基本的なインタラクション

PINOKY とのインタラクションは 2 つに分類できる. デバイスだけでインタラクションが完結するものと,外部 のデバイスと接続することでインタラクションするものの 2 種類である.

我々は、PINOKY とのインタラクションを設計するに



図 5 PINOKY デバイスどうしの同期 **Fig. 5** Synchronized PINOKY.



図 6 外部入力装置,身体動作入力(左),音声入力(中央),ボタン 入力(右)

Fig. 6 Input devices.

あたって、Raffle らが開発した Topobo を参考にした [17]. PINOKY との基本的なインタラクション方法としては、記録・再生、同期モードが用意されている。これらのモードは、デバイスの背面に取り付けられている押しボタン式スイッチで切り替える(図 4). 記録・再生モードでは、ユーザがぬいぐるみの関節を屈曲させることで動作を記録させ、それを再生することができる。同期モードでは、1つのぬいぐるみの関節を屈曲させると、複数の PINOKY が同様の方向、タイミングでそれぞれが装着されているぬいぐるみを屈曲させる(図 5).

また外部のセンサと接続することで、PINOKYとインタラクションできる。この連動は、デバイスが分散協調モジュールになっているため、容易に追加していくことが可能である。その1つの例が加速度センサとの連動であり、このセンサが組み込まれたデバイスを左右に振ることでPINOKYが振りに合わせて動くというものである。そのほかにも、リモートコントローラでの制御や音声を利用してインタラクションを行える入力装置も制作した(図 6)。

#### 4. ユーザスタディ

開発した PINOKY を一般のユーザが初見でも取り扱い可能かどうかを調査するためにユーザスタディを行った。また,使用時のリアクションなどの観察や使用後のインタビューで PINOKY がどのような使われ方をするか観察した。さらに,日常生活におけるぬいぐるみの扱いや遊び方についてのアンケートや,観察を行った。

#### 4.1 実験協力者

本実験は東京にある科学館において実施した. 我々は実



図 7 実験環境 (左), 実験協力者を募集するポスター (右) Fig. 7 Environment for user study.

験の概要が書かれたポスターを科学館の2つの場所に配置することによって、実験協力者を募集した。この結果、51人の実験協力者が集まった。実験協力者は2歳から70歳(平均:23.8歳,SD:19年)で、24人が男性、27人が女性だった。また、2歳から9歳までの実験協力者が18人いた。また3歳以下の実験協力者には、デバイスの利用時に両親のサポートを許可した。すべての実験協力者はPINOKYの使用経験がないことを確認した。

#### 4.2 実験環境

実験会場は科学館という開かれた環境で行ったが、実際には仕切りを設けて、周りから実験の様子が分からないようにした(図7). 実験協力者は机を挟んで着座し、その机の上にデバイスを、その右横のテーブルにはぬいぐるみを配置した。また実験協力者の様子は、実験者の後方に設置された定点カメラにおいてつねに記録を行った。

## 4.3 実験デザイン

今回は3つの実験手順がある.1つめはアンケートによるぬいぐるみの実態調査,2つめはPINOKYを装着していない状態でのぬいぐるみとの触れ合い方の観察,3つめはPINOKYをぬいぐるみに取り付けて遊んでいる様子の観察とその後のインタビューである.

1つめのフェーズでは、14歳以上の実験協力者(30人)を対象に行った。このフェーズの目的は、日頃の実験協力者のぬいぐるみに対する印象やどのぐらい所有しているか、また、どんな種類のぬいぐるみを持っていて、どのような思い出があるかどうかを調査することである。これはひととおりの記述式アンケートに答えてもらったあと、実験者がひととおり読んで理解が難しい部分に関してはインタビューを行った。

2つめのフェーズは、PINOKYを装着していないぬいぐるみと実験協力者はどのように触れ合うかの観察である。このフェーズは特に実験協力者に観察していることを伝えずに自然にぬいぐるみを手にとった人を対象にして行った。このフェーズでは実験協力者にデバイスを示さなかった。観察を終えたあとにインタビューをした。

3つめのフェーズでは、PINOKY のデバイスを実際に利用してもらった。まず実験者や PINOKY のコンセプトと

その操作方法(記録再生モードとシンクロモード)を説明した.実験では、テーブルに5つのデバイスと12種類のぬいぐるみ(ヒューマノイドタイプのぬいぐるみ6体,魚型3体、テディベア1体、タコ1体、ヘビ1体)を配置した.実験協力者には自由にデバイスの個数と、ぬいぐるみを選択してもらい、約10分間遊んでもらった。このフェーズの最後では、10歳以上の実験協力者(32人)には事後アンケートによってPINOKYの印象について回答してもらい、さらにその後インタビューをした.

## 5. ユーザ体験

#### 5.1 日常生活におけるぬいぐるみ

30人(14~70歳,平均34.7歳,SD:13.7年)の実験協力者が所有しているぬいぐるみについて回答した.実験協力者の内訳は、男性11人,女性19人だった.実験協力者には所有しているぬいぐるみのサイズや形状や種類、家でどの場所に飾られているか、もしくは保管されているか、またそのぬいぐるみにどのような思い出があるか回答してもらった.この結果、70%の人が1つ以上のぬいぐるみを所有していて、所有している数は平均で13.6個(SD:14.5個)であった.所有数は家族の構成にも大きく依存していた.

実験協力者は、76%のぬいぐるみに対してそれがどういう経緯で手元にあるか、記憶していた。また、58%のぬいぐるみが、誕生日などの特別なイベントで親密な関係のものから受け取ったものだということが分かった。

また、ぬいぐるみを所有している人のうち73%のぬいぐるみが、居住者が眼の届くような場所に配置していた. 具体的には、34%がベッドの周辺、16%がタンスの上、9%がソファの周辺であった. しかし、23%のぬいぐるみが、クローゼットやおもちゃ箱の中にしまい込まれていた.

## 5.2 ぬいぐるみとの触れ合い方

我々は、人が日常的にぬいぐるみとどのように触れ合っているかどうかを観察した。この観察は、PINOKYによってインタラクティブになったぬいぐるみとのインタラクションデザインをするためのものである。

実験協力者はぬいぐるみをつかんでダンスや,ジャンプの動きをさせていた.多くの実験協力者は,ぬいぐるみを擬人化して,それに声を付加して他のぬいぐるみと会話するような「ごっこ遊び」をしていた.特に親と幼児がペアの実験協力者がこの遊びを多くしていた.

1人のある実験協力者は、「よく子供に言いたいことを伝えるために自分の代わりにぬいぐるみに代弁させる」とコメントしていた。またある実験協力者が、「2つのぬいぐるみを同期して動かしたときに子供は喜ぶ」とコメントして、その様子を実演してくれた。これらのぬいぐるみとの触れ合いにおいて、ユーザはぬいぐるみの手足や首、しっ





図 8 実験協力者がぬいぐるみを使って子供とゴッコ遊びをしている様子(左),実験協力者がぬいぐるみを同期させて動かしている様子(右)

Fig. 8 Participants demonstrate how they play with plush toys, bending the limbs (left), synchronizing the movements of similar-shaped plush toys (right).

表 1 PINOKY のアンケート結果

Table 1 Results of post-experiment questionnaire.

No.	質問項目	平	標準	%
110.	AIN AH	均	偏差	70
1	   ぬいぐるみが動いて嬉しかった・	5.19	1.07	78.1
	   楽しかった.			
2	簡単にぬいぐるみを動かすこと	5.16	1.54	71.9
	ができた.			
3	簡単にぬいぐるみの動作をつく	5.16	1.44	71.9
	ることができた.			
4	自信を持ってリングを扱うこと	4.34	1.57	43.8
	ができた.			
5	多くの人がこの方法でぬいぐる	4.81	1.42	59.4
	みの動作を作れると思う.			
6	この方法がぬいぐるみの動作を	4.16	1.35	43.8
	作る方法として適切だと思った.			
7	このリングを使うのに沢山学ぶ	3.59	1.56	31.3
	必要があると感じた.			
8	このリングを使うのに集中する	3.19	1.57	18.8
	必要があった.			

ぽを手でつかんで動かし、それに合わせて声をあてることで表現をしていた(図 8).

#### 5.3 ユーザビリティ

2歳から70歳までのすべての実験協力者は、デバイスをぬいぐるみの任意の場所に着脱できていた。ほとんどのユーザに対しては、実験に入る前に、実験者が操作方法を実験協力者の目の前でデモンストレーションを交えて指示したが、一部の子供の実験協力者は、この指示の前にぬいぐるみに装着してしまった。これは、一方で、デバイスの形状がぬいぐるみの手足に取り付けることをアフォードしているともいい換えることができる。

ユーザビリティを調査するアンケートは、8項目で1項目7段階の点数で構成されている。結果を表1に示す。この表には、点数の平均値とその標準偏差、4点以上をつけた







図9 装着場所の違い,耳(左),しっぽ(中央),手(右)

Fig. 9 Attachment location: ear (left), tail (center), and arms (right).

好意的な反応の割合を示している. 25 人の実験協力者は, ぬいぐるみが動いて楽しかったと回答した. 23 人の実験協力者は簡単にぬいぐるみを動かすことができたと回答した. 多くの実験協力者が, デバイスを扱うにあたり多くのことは学ぶ必要がないと回答し, 簡単にぬいぐるみの動作を作ることができると回答した. 一方で, 56%の実験協力者が自信を持ってデバイスを扱うことができないと回答した.

## 5.4 デバイスの装着個数や装着場所

多くの実験協力者が複数のデバイスを1つのぬいぐるみにたくさん付けて遊んでいる様子が確認できた。たとえば、たこのぬいぐるみだったら、その足すべてにデバイスを取り付けている実験協力者や、ヘビに等間隔でデバイスを取り付けている実験協力者がいた。また、複数個デバイスを取り付けて同期させることで、複雑で意味を持った動作を生成している様子も観察された。また、同じぬいぐるみにおいても実験協力者ごとに異なった部位に装着している例も確認できた(図 9)。

## 5.5 ユーザの期待とデバイスのパフォーマンスの差異

デバイスの装着個数や装着場所 実験協力者が、操作が 慣れていない段階において、ぬいぐるみの動作を記録する ときに、センサが取り付けられていない方向に手足を曲げ てしまうため、センサが反応せず動作が記録されないとい う問題があった.一方で、センサの場所を1度正確に指示 した後は、この機能を問題なく利用することができていた. これは、センサの感度の設定が低すぎるという課題や、ぬ いぐるみが動く方向の認識が困難であるといった課題があ る. また、プレイバック機能を説明したとき、多くの実験 協力者は、ぬいぐるみを自分で動かしたとおりに再生する ことができると思っていた.この結果,デバイスは1方向 にしか動かないにもかかわらず, 何人かの実験協力者はぬ いぐるみの手足を回転させる、また捻るような動きを入力 して動作を記録していた様子が確認された. また, 何人か の実験協力者は、デバイスの大きさや重量について言及し ていた.

#### 5.6 年齢による PINOKY に対する印象の違い

すべての実験協力者は、自由にデバイスを扱うことがで



図 10 PINOKY を利用している実験協力者 Fig. 10 Images of participants using PINOKY.

きていたが、年齢や性別によってぬいぐるみが動作したときの様子や遊び方が異なっていた(図 10).

男性は女性と比較して、多くのデバイスを1つのぬいぐるみに取り付ける傾向があった。男性は特にPINOKYがどのようにぬいぐるみを駆動しているかに興味を持ち、女性は純粋にぬいぐるみが動くという効果にリアクションをしているようだった。

2歳児の実験協力者は、両親もしくは実験者のガイダンスに従って一緒にデバイスを利用した.1人の2歳の女児は、デバイスをぬいぐるみに取り付けることをひどく拒んだ.母親がぬいぐるみに取り付けようとすると、それをただちに取り除こうとデバイスを無理に引っ張った.また、1人の2歳児はまったくデバイスやぬいぐるみが動くことに興味を示さなかった.また、ほとんどの場合において2歳児がデバイスを取り付けるのに大人の助けが必要だった.これは、リングを開く際に必要な力を出すことができず、さらに、リングの中央にぬいぐるみをきちんとはめることができなかったことが原因である.

3歳児の実験協力者も、1人は自力でデバイスを扱うことができていたが、それ以外は、扱う際に手取り足取りガイダンスが必要であった。1人の3歳児は、プレイバック機能も使いこなすことができていた。一方で、シンクロモードにおいては、ぬいぐるみを手で動かすのにとらわれてしまい、その対応関係を認識することはできていなかった。他の3歳児は、任意の位置にデバイスを取り付けることができていた。一方で、ぬいぐるみが動き始めるというよりも、デバイスの開閉やそれをぬいぐるみの手足に挟む行為自体に楽しさを見いだしているようだった。この年齢の幼児は、特に支援を必要とせずデバイスを任意の位置に着脱することができ、また、随時指示をしてあげればPINOKYで遊ぶことができていた。

小学生と中学生は、特に大人の支援を必要とせずにデバイスを使って遊ぶことができていた。2人の実験協力者は、最初はデバイスを付けて遊んでいたが、しばらくするとそれを取り外して、ぬいぐるみを振り回して叩き合っていた。基本的にはこの年代の実験協力者は、特に問題なくデバ

イスを扱うことができていた.彼らは、両方のインタラクションを使い分けて、デバイスを複数のぬいぐるみに取り付けることに挑戦した.実験協力者は、1人よりも、複数人で遊んでいる方が楽しんでいるようだった.たとえば、1度記録した動きを家族や友だちに示して喜んでいた.

20歳から39歳の実験協力者は、一般的なぬいぐるみがデバイスをつけたとたんに動き始めることに驚いていた。これらのリアクションは特に若い女性の実験協力者に顕著に確認された。また、特に男性の実験協力者は、このデバイスの技術、どのようにぬいぐるみを駆動しているかに関して興味を示しているようだった。

40歳から59歳の実験協力者は、20歳から39歳までの実験協力者と比較して大きく驚いた様子は確認できなかった。この年代の実験協力者は、特にPINOKYに対する期待が大きかったためか、ぬいぐるみにしてほしい動作や、デバイスのサイズについて頻繁に言及していた。また、この世代の特に男性は子供の頃ぬいぐるみとの関わりがなかったという実験協力者が多く、それもリアクションが少ない原因だと思われる。一方で、59歳のオーストラリア出身の実験協力者は、ぬいぐるみが動くことにひどく喜んでいた。彼女は用意されたすべてのデバイスをぬいぐるみに取り付けてこれを同期させて楽しんでいた。生まれ育った文化によってもPINOKYに対する印象が異なるということが示唆される。

60歳以上の実験協力者はデバイスを利用することができていたが、そこまで大げさなリアクションはなかった.

#### 5.7 1人で遊んだときとグループで遊んだときの違い

実験協力者が1人でPINOKYを利用したときと、1人 以上で利用したときに、遊び方が異なっていた。アンケー トにおいて、1人で遊んだときと2人以上で遊んだとき の実験協力者を分割して、ANOVA による分散分析を実 施した.この結果, Q1 と Q3 の項目に関して有意差が 確認された (Q1 (F(1,30) = 36.8750, p < .01) and Q3(F(1,30) = 66.2188, p < .05)). 具体的には、グループで PINOKY を利用した方が、PINOKY で楽しく遊ぶことが できるという結果だった.これは、ぬいぐるみを動かして いる経験を他者と共有することができるからだと考える. 実際に,動いたぬいぐるみを他者に示している様子を複数 確認した. また、シンクロモードによって他人が装着した ぬいぐるみを自分のぬいぐるみで動かすことができるとい うコミュニケーションに発展した例も少なくなかった. ま たグループで PINOKY を利用した方が、その利用方法を 簡単に理解できるということが分かった.これは、使い方 が理解できていない実験協力者が他者からの助言を受ける ことによってスムーズにデバイスを使うことができるか らである. 実際に観察においてもデバイスの使い方を教え 合っている実験協力者が多く見受けられた.



図 11 思い入れのあるぬいぐるみに PINOKY を装着したユーザ Fig. 11 Case study with a couple of users and their own plush tov.

## 6. ケーススタディ

上述の実験において多くのユーザが PINOKY を用いてぬいぐるみをロボット化することができることを確認できた。また実験協力者の中でも「自分自身のぬいぐるみに PINOKY を装着してみたい」など我々が想定している意見も出た。そこで実際に 1 組の親子に思い入れのあるぬいぐるみを用意してもらい PINOKY を装着したときの経験を抽出する実験を設定した(図 11)。 ぬいぐるみは,この娘の祖母から 20 年前に譲り受けたものであり,祖母が自作したものである。 PINOKY を通してぬいぐるみと親子がインタラクションをした結果,よりぬいぐるみと触れ合うことで過去の記憶をいろいろと思い出すことができた,などの経験が得られることを確認できた。

## 7. 議論

## 7.1 日常におけるぬいぐるみ

フェーズ1の結果から、ぬいぐるみは多くの人が所有している日用品であり、所有しているぬいぐるみの多くを日常生活において居住者の視界が届く場所に設置しているということが分かった。また、観察結果から、実験協力者は自然にぬいぐるみと触れ合うことができて、触れ合うときはダイナミックに手足を動かしたり、キャラクタに合わせた声を付加したり、ぬいぐるみの身体性を利用した遊びやコミュニケーションをしていた。

## 7.2 PINOKY のデザインについての考察

この節では、ぬいぐるみと遊ぶ様子、PINOKY を使用 していた様子をもとに、PINOKY のデザインにおいて重 要な要素を考察する.

#### 7.2.1 簡単にデバイスを扱えること

今回の実験では、2歳から70歳と幅広い年齢の実験協力者に使用してもらったが、これらの実験協力者はPINOKYをぬいぐるみに装着することができていた。

#### 7.2.2 ぬいぐるみに傷をつけないこと

ぬいぐるみの実態調査により、利用者が所有しているぬいぐるみの多くに対して記憶や思い出を持っていて、大切な存在として扱っていることが分かった。したがって、これらを傷つけるような手続きはとるべきではないと考える。また、ぬいぐるみは生き物のような形状をしている点においても、ぬいぐるみの加工に対して利用者は嫌悪感を示す。開発したデバイスのぬいぐるみを加工することなく取り付ける点は被験者に評価され、また実際に4日間の実験を通しても特にぬいぐるみの表面をはがしたりするような損傷を与えることはなかった。

# 7.2.3 特別な道具を使わずに簡単にデバイスを着脱できること

実験において実験協力者が、「よくぬいぐるみが汚くな ると洗濯をする」というようなコメントをした.これは, デバイスの着脱性に関するデザインゴールの必要性を示し ている. ぬいぐるみのように頻繁に人が触れると汚れがつ き, また, 環境に配置していても埃がたまるため, 洗濯が できるようになっていることが重要である. 開発したデバ イスは,特別な道具を必要とせず,磁石によって簡単に開 閉でき、ぬいぐるみに取り付けることができるものになっ た. この単純さにより、幼児の実験協力者でもぬいぐるみ に取り付けることができ、動かして遊ぶことができてい た. 拡張性:実験において,実験協力者は自分の好みに合 わせて PINOKY を取り付ける部位を選択していた. これ はデバイスのスケーラビリティの重要性を示している. ま た実験協力者は、複数の PINOKY を 1 つのぬいぐるみに 装着して、それをさらに連動させて楽しんでいた.また、 PINOKY を多くのぬいぐるみに取り付けて連動させるこ とで他者とコミュニケーションができていた. また, 何人 かの実験協力者は、PINOKY が駆動できるサイズのぬい ぐるみを超えたものに対して取り付けた結果, うまく動作 しないといった問題があった.

#### 7.2.4 外観のデザイン

多くの実験協力者は、ぬいぐるみは居住空間を華やかにするものとして、また落ち着かせるものとして重要な役割を担っているとコメントした。今回はデバイスをフェルト素材でカバーしたが、これがぬいぐるみの素材感と調和しているため、取り付けた際に大きな違和感を与えないということに成功した。一方で、2歳の実験協力者が、デバイスを取り付けることに嫌悪感を示して、それをただちに取り外そうとした。これは、デバイスがぬいぐるみを締め付けているような印象を与えたからだと考える。これは現状のデバイスのサイズや外観が大きく関係しているため、改良の余地があると考えている。たとえば、デバイスをできるだけ小型にしていき、さらによりアクセサリや洋服などのぬいぐるみに親和するようなデザインにしていくことで、これを解決できると考える。

#### 7.2.5 安全性と耐久性

ぬいぐるみは柔らかいため、子供はぬいぐるみに対して 乱暴に扱う傾向がある。そこで、デバイスの安全性や、耐 久性が重要となる。今回の実験においては、たとえ幼児の 実験協力者においても PINOKY を使っている際に怪我を したといった報告はなかった。また、実験中にデバイスは 何度かテーブルの高さからの落下や、実験協力者が限界を 超えてリングを広げるようなことをした。一方で、4日間 の実験を通して、すべてのデバイスは1度も破損すること がなかったため、耐久性も十分で、機構としても無理のな いものになっているといえる。

#### 7.2.6 適切な動きの生成

フェーズ1の観察において、実験協力者はぬいぐるみを直接手で動かすことで触れ合い、それを利用してコミュニケーションしていることが分かった。動かし方も様々であり、たとえば、歩行、ジャンプのような動作を生成していた。観察中では、手を上下に振るようなスウィングの動作が最も頻繁に行われていた。このスウィングの動作が様々な種類の表現ができるからだと考える。たとえば、首をスウィングさせることで、同意や非同意などの意図を伝えることができる。また、その周波数やダイナミクスを変更することで、強く同意するといったようにその表現の強さを変更することもできるからである。それゆえに、我々はユーザがぬいぐるみに期待する動きに最も近い動きをデザインすることができたということができる。

観察と実態調査から、PINOKY のデザインが与えるユー ザ体験について考察する. 実験協力者は, デバイスが実現 する現象を好意的にとらえ、楽しんでいるようだった。特 に、これまで絶対に動かないと先入観を持っていたものが 動き始めるという現象に素直に驚いているようだった. ま た,一見ぬいぐるみをデバイスがどのように駆動している か分からないようになっているという特徴もこの驚きを創 出する原因だと考えている. 実際に実験協力者の前でデモ ンストレーションをした際に, 多くの実験協力者から「ど うやって動かしているのですか? | といった質問を受けた ことからも分かる. また, 何人かの実験協力者は, 「ぬいぐ るみが生きているようだ」といったコメントを残した. 一 方で、取り付けることができるぬいぐるみのサイズに対す る制約や, デバイス自体のサイズに対して不満があった. これに関しては、「適用範囲と今後の課題」のセクションで 詳しく記述する.

#### 7.3 応用例

PINOKY は、複数のぬいぐるみを同時に駆動することができたり、さらに動作を教示したり、他の機器と接続したりすることが可能であることにより、様々な経験を提供することができる。この特徴を利用して家庭環境におけるPINOKY の利用例を議論する.



図 **12** ストーリーテリング **Fig. 12** Story telling.

1つの応用例は、遠隔コミュニケーションである。今回 調査をして分かったことは、所有しているぬいぐるみのほ とんどが親密な他者から譲り受けるものであり、ぬいぐる みに対する記憶が他者と紐づいているということである。 ぬいぐるみがコミュニケーションのメディアになることで ぬいぐるみの身体を提供者に投射でき、離れた場所でも親 密なコミュニケーションができると考えている。

もう 1 つの応用は,ごっこ遊びの延長として,PINOKY を活用したストーリーテリングである(図 12). 利用する ぬいぐるみやその動きをカスタマイズできるため,個人に 紐づいた物語を作ることが可能である.

また PINOKY はテレビなどのメディアと連動させることもできる。PINOKY はぬいぐるみの柔らかさを損なわないという特徴があるため、ユーザはぬいぐるみを容易に抱きかかえることができる。ぬいぐるみがユーザに密着した存在になると、見た目だけでなく触覚を通じた提示ができる。コンテンツに合わせてぬいぐるみが喜怒哀楽を表現することで、コンテンツのエンタテインメント性を拡張できる。

さらに、我々の調査からぬいぐるみに対して何かしらの 思い出があると答えたユーザが多かった。この個人に紐づ いた思い出を活用したサービスなども提供できる。

## 8. 適用範囲と今後の課題

開発したリング型デバイスは、まだ試作段階であり様々な課題がある。たとえば、両サーボモータの中央にぬいぐるみの手足をきちんと取り付けていなかったために、うまく屈曲できないといった場面が多く観察された。また、今回は幅広いサイズのぬいぐるみに対応するために、2種類のサイズのデバイスを構築したが、ある実験協力者は、これを使い分けることができずに、無理矢理取り付けようとして苦戦している場面が観察された。将来的には、1つのデバイスにより、幅広い大きさのぬいぐるみに対応できるようなデバイスを構築していく。たとえば、今は2つ利用しているサーボモータの一方を排除して、ゴムのような柔軟な素材で固定することができるようになればその課題を克服することができるかもしれない。また、取り付けるぬ

いぐるみのサイズによっては現在のデバイスのサイズは調 和しないため、できる限り、これを小さくする必要がある。 現在は、Aruduino や汎用的な ZigBee モジュール (XBee) を利用しているため、これを PINOKY 専用に設計するこ とで、現状よりも小型にすることは可能である。一方で、 モータの大きさは実現するトルクにも関係するため、慎重 に選定する必要がある. たとえば、小さなぬいぐるみのよ うなものには、バイオメタルのようなアクチュエータが適 しているかもしれないが、これは応答性が低く、実現する トルクも小さいため、大きなぬいぐるみを動かすことは困 難である. 高トルク, 高速, 小型のアクチュエータを利用 するのが理想的だが,これは現在の技術では限界があるた め、ぬいぐるみに装着した際に、違和感のないデザインを考 えた方が健全である. たとえば、現在はそれぞれの関節に 対して1つのモジュールを搭載しているが、動かす部位が 固定できるようなぬいぐるみに対しては、たとえば、バッ クパックのようなもので対処してもよい.これは、制御部 やバッテリを共有することができるため、より小型のもの ができると同時に、バックパックという形状にすることで、 ある程度のサイズなら容認することができると考える.

また、スウィング動作は、単体もしくはそれを組み合わせることで様々な表現ができるが、まだいくつかの表現をすることは困難である。ぬいぐるみとの触れ合いを観察したときも、ぬいぐるみの首を YAW 方向にねじる動作をすることで意図を伝えるジェスチャをしている実験協力者が観察され、インタビューからもそのような動作は表現をするうえで重要であるといったコメントがあった。今後、我々はスウィング以外の動作を実現する手法を考案していく必要がある。たとえば、ぬいぐるみに尻尾のようなデバイスを取り付けこれが動くことで、体全身が揺れるような動作を引き起こすことができるかもしれない。また、このような新しい動作を組み合わせて、ぬいぐるみの動きが、遊び方にどのような影響を与えるか、どのような経験を提供できるのか、実験をしていきたい。

他の問題として、現在のPINOKYは、センサとしてフォトリフレクタを利用しているため、太陽光が射す環境においては、利用することができない。これはフォトリフレクタの代わりに超音波センサを利用すれば解決できるだろう。また、ぬいぐるみの動作を記録して再生するときに、センサが取り付けられていない面にぬいぐるみを曲げてしまい、センサがうまく反応しないといった場面が多く観察されたため、複数個センサを取り付けるか、計測可能である屈曲方向を明示的に示しておく必要がある。

## 9. まとめ

本研究では、所有しているぬいぐるみをインタラクティブな存在にするデバイス、PINOKYを開発した。このデバイスはリング型をしており、アクセサリ感覚でぬいぐるみ

に取り付けることができる。本デバイスは、モータによってぬいぐるみの表面の布を外側から引っ張ることで屈曲を実現する。従来手法はぬいぐるみの内部に機構を埋め込み駆動させることが一般的であった。本提案では、ぬいぐるみを切り裂くなどの加工を施すことなく、自分好みの部位を動かすことが可能である。

本研究のアンケート結果で、70%の人々が1つ以上のぬいぐるみを所有していることが分かり、さらにその中でも、76%の人々がそのぬいぐるみに対してそれがどういう経緯で手元にあるか、記憶していた。そのことからも、ぬいぐるみは人々に親密な日用品であることが分かった。

PINOKYを幅広い年齢のユーザに利用してもらい、ぬいぐるみに装着できることが分かった。またそれぞれのユーザの背景で、インタラクションが異なることも分かった。また、ユーザが所有しているぬいぐるみに対して装着した場合に、ユーザがぬいぐるみに対してより深く愛着を感じ、新規にぬいぐるみに PINOKY を装着したときとは異なる経験が得られることも分かった。今後は、PINOKYを通じたアプリケーションやサービスの展開を目指していく。

謝辞 研究は JST ERATO および科研費若手研究 (A) (26700017) の支援を受けたものである.

#### 参考文献

- [1] Breazeal, C., Kidd, C., Thomaz, A.L., Hoffman, G. and Berlin, M.: Effects of Nonverbal Communication on Efficiency and Robustness in Human-Robot Teamwork, *Proc. IROS '05*, pp.708–713, IEEE (2005).
- [2] Camp Quality, available from  $\langle \text{http://www.campquality.} \text{org.au/} \rangle$ .
- [3] Furby (1998), available from (http://www.furby.com).
- [4] Furukawa, M., Uema, Y., Sugimoto, M. and Inami, M.: Fur interface with bristling effect induced by vibration, Proc. AH '10, Article 17, p.6, ACM (2010).
- [5] Ghan, J., Steger, R. and Kazerooni, H.: Control and system identification for the Berkeley lower extremity exoskeleton (BLEEX), Advanced Robotics, Vol.20, No.9, pp.989–1014 (2006).
- [6] Hadari, F., available from \( \text{http://www.speakingpuppetry.com/} \).
- [7] Huang, Y. and Eisenberg, M.: Steps toward child-designed interactive stuffed toys, *Proc. IDC '11*, pp.165–168, ACM (2011).
- [8] Johnson, M.P., Wilson, A., Blumberg, B., Kline, C. and Bobick, A.: Sympathetic interfaces: Using a plush toy to direct synthetic characters, *Proc. CHI* '99, pp.152–158, ACM (1999).
- [9] Sugiura, Y., Kakehi, G., Withana, A., Lee, C., Nagaya, N., Sakamoto, D., Sugimoto, M., Inami, M. and Igarashi, T.: Detecting shape deformation of soft objects using directional photoreflectivity measurement, *Proc. UIST '11*, pp.509–516, ACM (2011).
- [10] Koizumi, N., Yasu, K., Liu, A., Sugimoto, M. and Inami, M.: Animated paper: A toolkit for building moving toys, Computers in Entertainment (CIE), Vol.8, No.2 (2011).
- [11] Lego. Lego Mindstorm, available from  $\langle \text{http://mindstorms.lego.com/} \rangle$ .

- [12] Marti, S. and Schmandt, C.: Physical embodiments for mobile communication agents, *Proc. UIST '05*, pp.231– 240, ACM (2005).
- [13] Mori, Y. and Igarashi, T.: Plushie: An Interactive Design System for Plush Toys, ACM Trans. Graphics (Proc. SIGGRAPH 2007), San Diego, USA, Vol.26, No.3, 45:1–8 (Aug. 2007).
- [14] Osawa, H., Ohmura, R. and Imai, M.: Using Attachable Humanoid Parts for Realizing Imaginary Intention and Body Image, *International Journal of Social Robotics*, Vol.1, No.1, pp.109–123 (2009).
- [15] Oschuetz, L., Wessolek, D. and Sattler, W.: Constructing with movement: Kinematics, Proc. TEI '10, pp.257–260, ACM (2010).
- [16] Puppets in Education, available from \( \http://www. \) puppetsineducation.org/\( \).
- [17] Raffle, H., Parkes, A. and Ishii, H.: Topobo: A Constructive Assembly System with Kinetic Memory, *Proc. CHI '04*, pp.869–877, ACM (2004).
- [18] Sekiguchi, D., Inami, M. and Tachi, S.: Robot-PHONE: RUI for Interpersonal Communication, Ext. Abst. CHI '01, pp.277–278, ACM (2001).
- [19] Shimizu, N., Koizumi, N., Sugimoto, M., Nii, H., Sekiguchi, D. and Inami, M.: A Teddy-Bear-Based Robotic User Interface, Computers in Entertainment (CIE), Vol.4, No.3 (2006).
- [20] Sugiura, Y., Lee, C., Ogata, M., Withana, A., Makino, Y., Sakamoto, D., Inami, M. and Igarashi, T.: PINOKY: A ring that animates your plush toys, *Proc. CHI '12*, USA, pp.725-734, ACM (2012).
- [21] Taal, S.R. and Sankai, Y.: Exoskeletal Spine and Shoulders for Full Body Exoskeletons in Health Care, Advances in Applied Science Research, Vol.2, No.6, pp.270–286 (2011).
- [22] Ueki, A., Kamata, M. and Inakage, M.: Tabby: Designing of coexisting entertainment content in everyday life by expanding the design of furniture, *Proc. ACE '07*, pp.72–78, ACM (2007).
- [23] Wada, K. and Shibata, T.: Social effects of robot therapy in a care house – Change of social network of the residents for two months, *Proc. ICRA '07*, pp.1250–1255, IEEE (2007).
- [24] Yonezawa, T., Clarkson, B., Yasumura, M. and Mase, K.: Context-aware sensor-doll as a music expression device, Ext. Abst. CHI '01, pp.307–308, ACM (2001).
- [25] Yoshida, E., Murata, S., Kamimura, A., Tomita, K., Kurokawa, H. and Kokaji, S.: A Motion Planning Method for a Self-Reconfigurable Modular Robot, Proc. IROS '01, pp.590-597, IEEE (2001).
- [26] 杉浦裕太,リーカリスタ,尾形正泰,牧野泰才,坂本大介,稲見昌彦,五十嵐健夫:PINOKY:ぬいぐるみを駆動するリング型のデバイス,第19回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ(WISS2011)(2011).
- [27] 第4回:避難者の心を癒すロボット「パロ」, Tech-On, 日経 BP ネット (June 20, 2011), 入手先 (http://techon. nikkeibp.co.jp/article/NEWS/20110615/192583/).
- [28] プリテプリテ,入手先 (http://www.prete-prete.com/).
- [29] プリ面ぐるみ,入手先 (http://purimen.jp/).



## 杉浦 裕太 (正会員)

2013 年日本学術振興会特別研究員 (PD). 2014年慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科特任助教. 2015 年国立研究開発法人産業技術総合研究 所人間情報研究部門デジタルヒューマン研究グループ産総研特別研究員.

2016年より慶應義塾大学理工学部情報工学科助教.情報処理学会山下記念研究賞受賞. ヒューマンコンピュータインタラクションに関する研究に従事.



## リー カリスタ

2012年慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科修士課程修了.修士(メディアデザイン学).



## 尾形 正泰

2016 年慶應義塾大学大学院理工学研究科博士課程修了. 博士 (工学). 現在, 国立研究開発法人産業技術総合研究所情報技術研究部門メディアインタラクション研究グループ研究員. VR 学会学術奨励賞, Microsoft Research

Asia Fellowship Award, ACM SIGCHI Best Paper Honorable Mention Award 受賞. 身体性インタフェースに関する研究に従事.



## ウィタナ アヌーシャ

2014年慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科博士後期課程修了.博士 (メディアデザイン学). 現在 SUTD Singapore University of Technology and Design 研究員. ハプティックインタフェースやヒューマンロボットコ

ラボレーション,実世界指向インタフェースに関する研究 に従事. ACM 会員.



## 坂本 大介 (正会員)

2008 年公立はこだて未来大学大学院 システム情報科学研究科博士 (後期) 課程修了. 博士 (システム情報科学). 国際電気通信基礎技術研究所 (ATR) でインターン,東京大学で日本学術振 興会特別研究員 PD, JST ERATO 五

十嵐デザインインタフェースプロジェクト研究員,東京大学大学院情報理工学系研究科コンピュータ科学専攻助教を経て,現在,同大学同研究科特任講師.人とロボットを含む情報環境とのインタラクション設計に関する研究に従事.



## 牧野 泰才 (正会員)

東京大学大学院新領域創成科学研究科 複雑理工学専攻講師. 2007 年東京大 学大学院情報理工学系研究科システム 情報学専攻博士課程修了. 博士(情報 理工学). 学術振興会特別研究員,特 任研究員を経て, 2009 年より慶應義

塾大学環境共生・安全システムデザイン教育研究センター 特任助教. 2012 年同特任講師. 2013 年 10 月より,東京 大学大学院情報理工学系研究科システム情報学専攻講師. 2014 年 4 月より現職. 触覚を中心としたヒューマンマシ ンインタフェースの研究に従事.



#### 五十嵐 健夫

東京大学大学院情報理工学系研究科コンピュータ科学専攻教授. 2000 年東京大学大学院においてユーザインタフェースに関する研究により博士号(工学)取得. 2002 年 3 月に東京大学大学院情報理工学系研究科講師就

任,2005年8月より同助教授. IBM 科学賞,学術振興会賞,ACM SIGGRAPH Significant New Researcher Award, Karayanagi Prize in Computer Science 等受賞. ユーザインタフェース,特に,インタラクティブコンピュータグラフィクスに関する研究に取り組んでいる.



## 稲見 昌彦 (正会員)

1999 年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了.博士(工学).東京大学助手,科学技術振興機構さきがけ研究者,マサチューセッツ工科大学コンピュータ科学・人工知能研究所客員科学者,電気通信大学教授,慶應義塾大

学大学院メディアデザイン研究科教授等を経て、現在、東京大学先端科学技術研究センター教授.超人スポーツ協会共同代表.日本バーチャルリアリティ学会理事・評議員、情報処理学会エンターテインメントコンピューティング研究会主査、コンピュータエンターテインメント協会理事等を歴任.IEEE Virtual Reality Best Paper Award、米「TIME」誌 Coolest Inventions、文化庁メディア芸術祭優秀賞、文部科学大臣表彰若手科学者賞、日本 VR 学会論文賞等各賞受賞.