

鳥取県環境学術研究等振興事業費補助金研究実績報告書（環境創造部門）

研究期間（3年目/3年間）

研究者 又は 研究代表者	氏名	(ふりがな) こうの きよたか 河野 清尊
	所属研究機関 部局・職	米子工業高等専門学校 電子制御工学科・教授 電話番号 0859-24-5136 電子メール kohno@yonago-k.ac.jp
研究課題名	鳥取県立むきばんだ史跡公園におけるAR機能を用いた景観再現システムの開発	
研究結果	<p>(1) プロトタイプシステムの評価・改善 ⇒ 【研究成果】 [1], [2], [3] 【参考資料】 [1], [2], [3]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 堅穴住居の3DCGを作成し、AR再現を行うプログラムの開発を行った。</li> <li>・ 「むきばんだまつり（9/22）」において、『堅穴住居を3次元CGで再現！』という特別企画を実施し、遺構展示館の堅穴住居跡でAR再現のデモを行い、来場者へのアンケート調査を行った。</li> </ul> <p>(2) Pepper館内ガイド機能の評価・改善 ⇒ 【研究成果】 [4], [5] 【参考資料】 [4], [5]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 遺構展示館向け案内プログラムの改良を行った。大型液晶ディスプレイに表示できるようにした</li> <li>・ 「GWは、むきばんだ日和（4/30）」において、Pepperによる遺構展示館の案内デモを行った。</li> <li>・ 「むきばんだまつり（9/22）」において、Pepperによる遺構展示館の案内デモを行い、来場者へのアンケート調査を行った。</li> </ul> <p>(3) リアルな景観再現コンテンツの制作</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 弥生時代の人物、生活および村の風景等を3DCGの作成に取り組んだ。</li> </ul>	
研究成果	<p>学会等で以下の通り発表を行った。研究成果[1]～[4]および参考資料[1]～[5]を添付する。</p> <p>[1] 地頭知章, 小林峻平, 森 翔一, 佐倉 康, 矢島 駿, 河野清尊, “鳥取県立むきばんだ史跡公園向け景観再現システムにおける堅穴住居のAR再現”, とっとりテクノロジーイノベーションミーティング2016ポスター発表, 2016年12月.</p> <p>[2] 地頭知章, 小林峻平, 森 翔一, 佐倉 康, 矢島 駿, 河野清尊, “鳥取県立むきばんだ史跡公園向け景観再現システムにおける堅穴住居のAR再現”, JIP環境技術研究会第1回シンポジウム講演論文集, 2016年12月.</p> <p>[3] 小林峻平, 地頭知章, “鳥取県立むきばんだ史跡公園向け景観再現システムにおける堅穴住居のAR再現[1]・[2]”, 平成28年度米子高専電子制御工学科卒業研究発表会概要集, 2017年2月.</p> <p>[4] 清水 航, 河野清尊, “Pepper を用いた受付・案内プログラムの開発と評価”, 第25回計測自動制御学会中国支部学術講演会論文集, pp. 54-55, 2016年11月.</p> <p>[5] 清水 航, “Pepperを用いた受付・案内ロボットの開発”, 平成28年度米子高専専攻科特別研究中間報告, 2017年2月.</p>	
次年度研究計画	<p>【研究テーマ】 とっとり弥生の王国におけるICTを活用した統合広域観光ガイドシステムの開発</p> <p>【研究の目標】 妻木晩田遺跡および青谷上寺地遺跡からなるとっとり弥生の王国向け統合型の広域観光ガイドシステムを開発する。システムは、タブレット端末、スマートフォン、スマートグラスおよびPepperで構築し、AR/VRや多言語機能などICTを活用する。</p> <p>【研究の目的・意義】 丘陵地帯に住居跡が多数残る妻木晩田遺跡、低湿地帯に生活の跡が多数残る青谷上寺地遺跡、この異なる特徴を有し補完し合う両遺跡を、ICTを活用して統合し、両遺跡において弥生人の生活をよりリアルに再現することにより、県内有数の観光地としての価値を高め、鳥取県へのインバウンド拡大および広域観光に役立てる。</p>	
報告責任者	所属・職 氏名	総務課 企画・社会連携係 福留 のぞみ 電話番号 0859-24-5007 電子メール kikaku@yonago-k.ac.jp

- 注1) 表題には、環境創造部門、地域振興部門、北東アジア学術交流部門のいずれかを記載すること。
- 2) 「研究期間（ 年目/ 年間）」及び「次年度研究計画」は、環境創造部門及び地域振興部門において記載すること。
- 3) 研究者の知的財産権などに関する内容等で、非公開としたい部分は、罫線で囲うなど明確にし、その理由を記すこと。
- 4) 研究実績のサマリーを併せて提出すること。

# 鳥取県立むきばんだ史跡公園向け景観再現システムにおける

## 竪穴住居のAR再現

米子工業高等専門学校 電子制御工学科 地頭知章, 小林峻平, 森 翔一, 佐倉 康, 矢島 駿, ○河野清尊

### 背景と目的

米子高専 電子制御工学科 河野研究室では、鳥取県立むきばんだ史跡公園（以下「史跡公園」と呼ぶ）向けの [景観再現システム](#)（以下「本システム」と呼ぶ）の開発に取り組んでいる。史跡公園を訪れた見学者の理解を深め、ボランティアガイドさんを補助し、ひいては史跡公園の魅力と価値の向上につなげることを目的に開発を進めている。尚、本研究は鳥取県環境学術研究等振興事業（平成26年度～28年度）の助成を受けて行っている。

### 本システムの概要

本システムは、タブレット端末 (iPadAir)、AR (拡張現実) / VR (仮想現実) および Beacon 発信機を用いて、以下の2つの機能を提供するものである。

**【景観再現機能】** 史跡公園内の各遺跡（埋め戻されている、復元されていない、復元されている）に対して、発掘当時の写真や出土品の画像、3DCGによる復元画像やアニメーションをARおよびVR表示することにより、現在では見ることができない景色や建造物、弥生人の生活等を見ることができるようになる。

**【ガイド支援機能】** タブレット端末上に史跡公園の地図、順路、現在位置、景観再現箇所等を表示するとともに、主要な遺跡について、音声、画像、動画、アニメーション等を使って説明を行う。

### 竪穴住居のAR再現

今年度は、景観再現機能のうち、代表的な復元されていない遺跡である [「遺構展示館」の竪穴住居跡について、3DCGで竪穴住居を作成し、それをAR再現すること](#)に取り組んでいる。

AR再現については、ロケーションベース型ARを用いることを検討したが、GPSとBeacon発信機を使っても位置検出の誤差が大きいことが判明したので、[タブレット端末の位置と方向を固定してAR再現すること](#)にした。



図1 遺構展示館の竪穴住居跡



図2 3DCGによる竪穴住居のAR再現

### むきばんだまつりでのデモとアンケート調査

平成28年9月22日(木)に開催された「むきばんだまつり」でデモとアンケート調査を行った。



図3 遺構展示館でのデモの様子

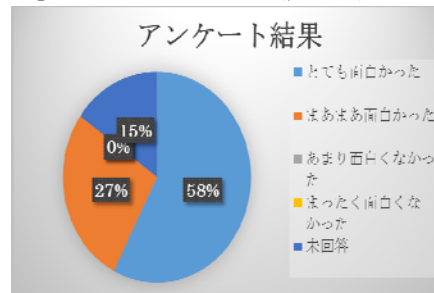


図4 アンケート結果 (回収33人)

今後は来場者の意見・要望の多かった以下の機能の追加を行い、来春には常設展示できるようにする予定である。

①住居ができていく過程を見ることができると面白い。

→ [「住居組み上げ」](#) 機能

②人間を登場させて弥生人の生活を見たい。

→ [「弥生時代の生活再現」](#) 機能

③タブレットを固定せず、位置・方向に対応して

→ [「機構展示館内](#)

3DCGを動かせるとよい

[ストリートビュー」](#) 機能

# 鳥取県立むきばんだ史跡公園向け景観再現システムにおける 竪穴住居の AR 再現

○地頭 知章\* 小林 峻平\* 森 翔一\* 佐倉 康\* 矢島 駿\* 河野 清尊\*

\*米子工業高等専門学校 電子制御工学科

## 1. はじめに

鳥取県立むきばんだ史跡公園（以下「史跡公園」と呼ぶ）は、国立公園大山のふもと「晩田山」の、美保湾（日本海）を一望できる標高 90～150m の丘陵に形成された、面積が 156ha にもおよぶ国内最大級の弥生集落遺跡である。1999 年 12 月 22 日に国の史跡に指定され、鳥取県によって保存・整備が図られている。現在、全体のおよそ 1/10 が発掘調査されており、弥生時代中期末から古墳時代前期にかけての竪穴住居跡 420 棟以上、掘立柱建物跡 500 棟以上、山陰地方特有の形をした四隅突出型墳丘墓などの墳墓 30 基以上や環壕等、貴重な資料がたくさん発見されている。

平成 26 年度より、米子市役所淀江支所および(有)地域未来の協力を得て、史跡公園を訪れた見学者および史跡公園のボランティアガイドが利用できる、タブレット端末（iPad Air Cellular モデル）および AR と Beacon を用いた史跡公園向け景観再現システム（以下「本システム」と呼ぶ）の開発に取り組んでいる。<sup>[1], [2]</sup>

本稿では、本システムの景観再現機能のうち、遺構展示館における竪穴住居の 3DCG による AR 再現を実現し、来場者のアンケートによる評価を行ったので報告する。<sup>[3]</sup> 尚、本研究は鳥取県環境学術研究等振興事業（平成 26 年度～28 年度）の助成を受けて行っている。

## 2. 本システムの概要

### 2.1 AR と Beacon の利用

AR（Augmented Reality, 拡張現実）とは、カメラで撮影した現実世界の映像に、対象物に関連した文字や画像、動画、3D モデルなどのオブジェクト（付加情報）を重ね合わせて表示することにより、新しい世界を実現する技術である。

AR は、オブジェクトを表示する位置を特定する方法により大きく 3 種類に分けられる。

- ① マーカー型 AR → AR マーカーを認識
- ② マーカーレス型 AR → 物体や画像を認識
- ③ ロケーションベース型 AR  
→ GPS, Beacon 発信機, 加速度センサ等による位置情報を使用

本システムでは、主にロケーションベース型 AR を用いる。史跡公園内での遺跡の位置検出に GPS を、遺跡周辺での位置の特定に Beacon 発信機を用い、タブレット端末の向き（方位, 上下）に応じてオブジェクトの表示を行う。

### 2.2 本システムの機能

史跡公園を訪れる見学者および史跡公園のボランティアガイドが使用することを想定し、次の 2 つの機能を実現する。

#### [1] 景観再現機能

GPS を用いて位置情報を取得し、対象物まで近づいたことを認識する。さらに近づくと Beacon 発信機の電波強度により位置（距離）を特定する。そこで、AR を用いて現実の景色の映像にオブジェクトを重ね合わせて表示することで、今は見ることのできない景色や建造物を見ることができるようになる。（図 1）



図 1 景観再現機能の例

#### [2] ガイド支援機能

パンフレット内の画像を認識し、AR を用いてその位置に動画などを表示することにより、パンフレットの充実化を図る（スマートパンフレット）。（図 2）

また、史跡公園の地図を表示し、現在位置や順路、景観再現が行える箇所を表示するとともに、主要な遺跡の説明を視聴できるようにする（スマートマップ）。



図 2 スマートパンフレットの例

### 2.3 本システムの特徴

本システムの特徴は以下の通りである。

#### [1] AR 機能を用いること

タブレット端末のカメラで撮影した現実の遺跡の映像に、発掘当時の写真 3DCG による復元画像を重ね合わせて表示することにより、遺跡をより分かりやすいものにする。

#### [2] 遺跡の位置検出に Beacon を用いること

遺跡の位置検出および遺跡周辺の位置の特定に Beacon を用いる。



### [3] 復元状態に合わせて再現形式を変えること

- ①埋め戻されている遺跡  
→ 発掘当時の写真や出土品の画像を表示
- ②復元されていない遺跡  
→ 3DCG 等による復元画像を表示
- ③復元されている遺跡  
→ 3DCG 等により復元物の詳細を表示

## 3. 竪穴住居の 3DCG による AR 再現

今年度は、景観再現機能のうち、代表的な復元されていない遺跡である「遺構展示館」の竪穴住居跡について、3DCG で竪穴住居を作成し、それを AR 再現することに取り組んだ。

遺構展示館では、平成 9 年に発掘調査された弥生時代後期終わり（2 世紀後半）から終末期（3 世紀前半）に作られた 3 棟の竪穴住居跡が発掘調査された状態で保全されており、露出展示されている。（図 3 左）

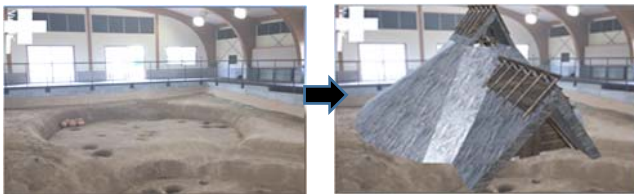


図 3 遺構展示館における竪穴住居の AR 再現

AR 再現については、ロケーションベース型 AR を用いることを検討したが、屋内では GPS の誤差大きいこと、また、Beacon 発信機を使っても位置検出の誤差が大きいことが実験より得られたので、タブレット端末の位置と方向を固定して AR 再現することにした。

### 3.1 竪穴住居の 3D モデル作成

遺構展示館内の最も大きな遺跡(S1-117 号住居)を復元するため、史跡公園から 5 本柱竪穴住居の復元設計図をお借りし、これをもとに、3DCG 作成ソフトである LightWave2015 を用いて竪穴住居の 3D モデルを作成した。（図 4、図 5）



図 4 完成図



図 5 断面図

### 3.2 AR 表示アプリの開発

作成した竪穴住居の 3DCG をタブレット上に表示させる iOS アプリを、Unity を用いて開発した。

タブレット端末の位置と方向を固定した状態で、竪穴住居跡に合致して 3DCG を AR 表示できるように、3DCG の大きさ・位置・角度が調整できる機能を実装した。（図 6）



図 6 AR 再現



図 7 デモの様子

## 4. 来場者のアンケートによる評価

平成 28 年 9 月 22 日（木）に開催された「むきばんだまつり」でデモとアンケート調査を行った。

28 人から回答をもらい、以下のような結果であった。

### [1] 感想

- ①とても面白かった 19 人（68%）
- ②まあまあ面白かった 9 人（32%）
- ③あまり面白くなかった 0 人（0%）
- ④全く面白くなかった 0 人（0%）

回答をいただいた全員から好評を得ることができた。

### [2] 意見・要望

- ・竪穴住居が組み上がっていく過程が見たい。
- ・弥生人を登場させ生活の様子が見たい。
- ・タブレット端末を固定せず、向けた方向に 3DCG の再現画像が見えたらよい。

## 5. まとめ

史跡公園の遺構展示館における竪穴住居の 3DCG による AR 再現を実現するとともに、デモを行い来場者によるアンケート評価を行った。

今後は、住居組み上げ表示、弥生人の生活再現、遺構展示館内仮想ストリートビューの各機能を、AR のみならず VR（Virtual Reality, 仮想現実）を組み合わせ実現し、来春からは遺構展示館に常設する予定である。

## 参考文献

- [1] 鷺見知洋, 河野清尊, “鳥取県立むきばんだ史跡公園における AR 機能を用いた景観再現システムの開発”, 第 23 回計測自動制御学会中国支部学術講演会論文集, 福山, Nov. 29, 2014, pp. 124-125.
- [2] 鷺見知洋, 河野清尊, “鳥取県立むきばんだ史跡公園向け景観再現システムにおける Beacon を用いた位置検出”, 第 24 回計測自動制御学会中国支部学術講演会論文集, 岡山, Nov. 28, 2015, pp. 198-199.
- [3] 地頭智章, 河野清尊他, “鳥取県立むきばんだ史跡公園向け景観再現システムにおける竪穴住居の AR 再現”, とっとりテクノロジーイノベーションミーティング 2016, ポスター発表.

# Pepper を用いた受付・案内プログラムの開発と評価

○清水 航\* 河野 清尊\*

\* 米子工業高等専門学校

## Development and Evaluation of a Companion Program Using the Pepper

○Kou Shimizu\* and Kiyotaka Kohno\*

\*National Institute of Technology, Yonago College

**Abstract:** The communication robots have become to popular. They can recognize voice and communicate with people. They are expected to develop as user interface for IoT tools and internet. Therefore, we developed a companion program using the Pepper for the Tottori prefectural Mukibanda ruins historical park. In this paper, we present our companion program and the results of questionnaire for visitors.

### 1. はじめに

音声認識機能とカメラを搭載し、会話や感情認識、身振り手振りを使って人とのコミュニケーションをとることのできるコミュニケーションロボットが普及し始めており、今後、IoT機器やインターネットに対するユーザーインターフェースとしての発展が期待されている。

そこで本研究では、コミュニケーションロボットを用いたユーザーインターフェース実現の試みとして、Pepperを用いた鳥取県立むきばんだ史跡公園向けの受付・案内プログラムを開発し、来場者のアンケートによる評価を行った。

尚、本研究は平成26年度-平成28年度鳥取県環境学術研究振興事業の補助金を受けて行っている。

### 2. Pepperの概要

Pepperは、アルデバランロボティクス社がソフトバンク社のニーズに対応して開発した世界初の感情認識パーソナルロボットである。搭載された各種センサによって、人の声や表情から感情を認識し、人間と共生することを目標に作られている (Fig.1).<sup>1)</sup>



Fig.1 Pepper

#### 2.1 Pepperのプログラム開発環境

PepperにはNAOqi OSが搭載されており、開発環境としてChoregraphe(コレグラフ)が用意されている。<sup>2)</sup>

Choregrapheは、アルデバランロボティクス社の人形ロボットNAO用に開発された開発ツールである。Choregrapheには主な機能として、アプリの作成とシミュレーション、アプリの実機へのインストールと実行、ロボットの状態のモニター等がある。

#### 2.2 アプリの作成方法

様々な機能を持ったボックスをドラッグ&ドロップによって配置し、信号線で繋ぎ合わせることで、アプリを作成することができる。(Fig.2, Fig.3)

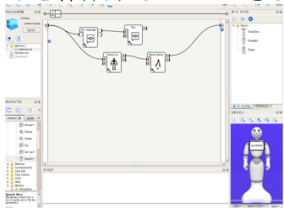


Fig.2 A sample of program using Choregraphe

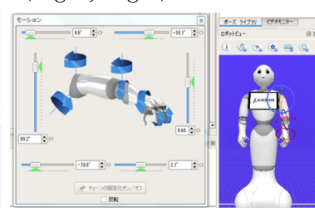


Fig3. A sample of making a pose

Fig.4に示すように、話す、ポーズ指定、顔認識、日付の取得、頭のタッチセンサの検知、if等の信号制御、対話等のボックスが用意されている。

ボックス内はプログラミング言語Pythonで記述されており、処理の追加・修正やボックスの新規作成が可能である。

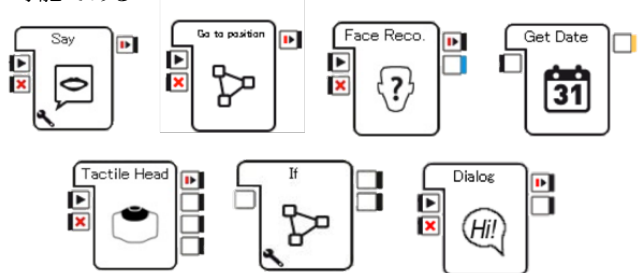


Fig.4 Samples of boxes in Choregraphe

### 3. 受付・案内プログラムの開発

これまで、各施設を訪れる人への説明等をPepperに行わせる受付・案内プログラムを、とっとり自然環境館、秋のBSSまつり等向けに開発してきた。<sup>3)</sup>

本研究では、むきばんだ史跡公園の遺構展示館を訪れる人への施設・遺跡の説明等をPepperに行わせる受付・案内プログラムの開発をし、9月22日に開催された「むきばんだまつり」で実演して、来場者へのアンケート調査によりその評価を行った。(Fig.5)



Fig.5 The companion robot for Mukibanda

#### 3.1 プログラムの機能

受付・案内プログラムの機能をTable.1に示す。

Table.1 Functions of the companion program

説明	むきばんだ史跡公園および遺構展示館の説明を行う。
会話	挨拶など簡単な会話を行う。
クイズ	施設等に関連する問題を出題する。
ダンス	ポーズを繋ぎ合わせて作成したダンスや、アプリストアからダウンロードしたダンスアプリを実行する。
ゲーム	現在の時刻や日付の取得, 握手, 天気予報サイトなどからの情報取得, ゲームアプリ等。

### 3.2 プログラムの構成

開発した受付・案内プログラムの構成をFig.6に示す。まず初期画面を表示し、頭をタッチすることでメニュー画面に移行するようにした。メニュー画面において、キーワードを聞き取るか項目をタッチされると対応した機能を実行し、終了すると再びメニュー画面に戻る。

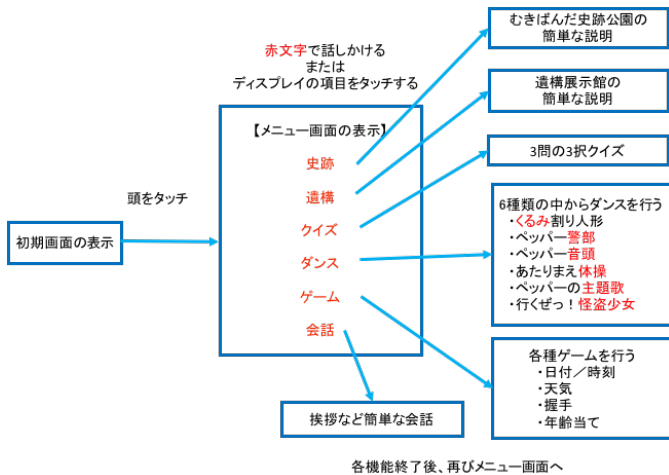


Fig.6 The composition of the companion program for Mukibanda

### 3.3 外部ディスプレイへの画像表示

Pepperの胸部に搭載されているタッチディスプレイは10.1インチと小さい。そのため沢山の人に囲まれるとディスプレイが見えなくなるという問題があった。

これを解決するために、Pepperのタッチディスプレイに表示すると同時に、外部の大型ディスプレイに同じ画像を表示する機能を作成した。

この機能の概要をFig.7に示す。Choregrapheによるアプリインストール用のPCとPepperはWi-Fiで接続されている。Pepperに表示する画像は基本的に事前に用意し、PCに保存されているため、画像ファイルそのものをPepperから送信する必要はない。そのため、ソケット通信を用いて画像ファイル名のみをPCへ送信し(①)、それを元に指定したフォルダから画像を開いて全画面表示するようにした(②)。

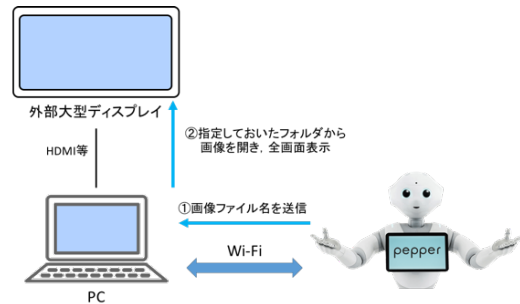


Fig.7 Show image to the external display

## 4. 受付・案内プログラムの評価

受付・案内プログラムを9月22日にむきばんだ史跡公園内の遺構展示館で実際に使用してもらい、アンケート調査を行った。30人から回答をいただき、結果はFig.8のようになった。

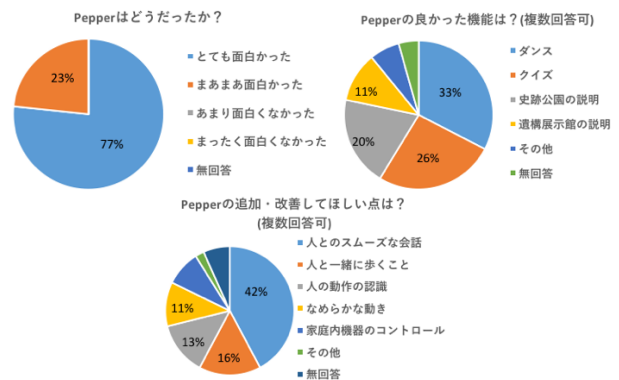


Fig.8 Results of the questionnaire

アンケート結果から、施設の説明、クイズ、ダンスに関しては十分満足されていることがわかった。しかし、Pepperとの会話をよりスムーズにできるよう改善していく必要があることもわかった。

## 5. まとめ

Pepperを用いた「むきばんだ史跡公園」向けの受付・案内プログラムを開発し、アンケートによる評価を行った。

今後は、滑らかな会話、画像処理による人の動きの認識およびIoT機器とのインターフェース構築を行う予定である。

## 参考文献

- 1)SoftBank「Pepper 製品仕様」  
<http://www.softbank.jp/robot/consumer/products/spec/> (2016/10/14)
- 2)SoftBankRobotics「Pepper 向けアプリの開発」  
<https://developer.softbankrobotics.com/jp-ja/documents/developing-our-robots> (2016/10/14)
- 3)清水航, 田村樹, 住田はるか, 森秋実, 河野清尊: Pepperを用いた受付・案内ロボットにおける画像認識による人への応対, 第24回計測自動制御学会中国支部学術講演会論文集, pp.148-149 (2015)