

## インタラクティブ・アニメーション・システムにおける ぬいぐるみ型ロボットの活発度がユーザに及ぼす影響

栃木博子, 萩田紀博, 宮下敬宏

ATR 知能ロボティクス研究所  
〒619-0288 京都府けいはんな学研都市光台 2-2-2

**概要:** ぬいぐるみ型ロボットとユーザがインタラクションすることで、物語展開が変わるインタラクティブ・アニメーション・システムを我々は開発している。本報告では、映像コンテンツに反応するロボットとユーザとのインタラクションに焦点をあて、ユーザに好感を持ってもらう、また愛着を感じてもらえるように、ロボットの性格を演出するための設計法（性格設計と呼ぶ）について、その糸口を見つけるための検討を行う。映像に反応するぬいぐるみ型ロボットの両耳の上下動、口の開閉に関するパラメータを変化させ、ロボットの身体表現を変えた場合にユーザが抱くロボットの印象がどのように変化するかを、被験者を用いた印象評価実験により調べた。実験の結果、ロボットの身体表現と印象の関係に、ロボットが異なる性格を持つかのように見せる傾向があることが示唆され、性格設計にユーザへの印象を変化させる点での有効性が示唆された。

### Analysis of Users' Impressions due to Movement Activity of a Stuffed Doll Robot in a Interactive Animation System

Hiroko Tochigi, Norihiro Hagita, Takahiro Miyashita,

Intelligent Robotics and Communication Laboratories, ATR  
Hikaridai 2-2-2, Keihanna Science City, Kyoto, 619-0288 Japan

**Abstract:** We have developed an interactive animation system where users can enjoy exploring digital stories by interacting with a stuffed doll robot. This paper details the interaction between users and the robot that reacts to the story contents. We recognize the need of a method to design the robot's corporal expressions in order to deepen its attachment and its favorable impression from the user. We have evaluated users' impressions towards the robot with varying degrees of the robot's corporal expressions by its movement activity, like opening/closing mouth and ears movement. Results suggest that by appropriately designing the robot's corporal expressions users perceive the robot as actually having different personalities.

#### 1. はじめに

ピーターパンと妖精, 不思議の国のアリスとうさぎ, ピノキオとコオロギなどの例をみてわかるように、アニメーションの世界には、主人公の横に必ず案内役的なパートナーがいる。この案内役が、主人公を物語の世界へ導き、不思議な出来事を経験させ、ある時は謎解きをすることによって、その世界を何倍にも楽しませてくれる。このアニメーションの世界に出てくる登場人物が、現実世界のぬいぐるみ型ロボットになり、案内役（第三者）としてユーザと物理的に関わることができるようになると、アニメーションの世界での物語に物理的に参加しているような感覚をユーザに与え、またユーザの反応に応じて物語を変化させられる新しいメディア環境の実現が期待できる。我々は、この新しいメディア環境として、ぬいぐるみ型ロボットなどの実体のある案内役を介してユーザが楽しく映像コンテンツに関わることの出来るインタラクティブアニメーションシステムを開発している[1]。

ここで、案内役の演出に注目する。アニメーションの作家は、話を面白くするために最大限の注意を払って、案内役を巧妙に演出している。我々の開発するインタラクティブアニメーションシステムにおけるユーザと映像コンテンツを繋ぐ案内役の存在であるぬいぐるみ型ロボットにも、ユーザが物語に参加している感覚を増加させるための演出が必要であると考えられる。

そこで本報告では、インタラクティブアニメーションシステムの中の、映像コンテンツに反応するぬいぐるみ型ロボットとユーザとのインタラクションに焦点をあて、ユーザに好感を持ってもらう、また愛着を感じてもらえるように、ロボットの性格を演出するための設計法（ここでは、性格設計と呼ぶ）を検討する。具体的には、ロボットが映像に反応するときの身体表現を、可動する箇所数の大小で4つの条件を用意し、これらの身体表現の違いが、ロボットの印象にどのよ

うな影響をもたらすかを、被験者による心理学的な実験によって評価し、身体表現と印象の関係について考察する。ここでの身体表現とは、映像コンテンツの内容に合わせた顔きの表現で、ロボットの口の開閉動作がある場合とない場合、両耳の上下動がある場合とない場合、以上の2つの条件を組み合わせた4条件である。ユーザが受けるロボットの印象は、形容詞を用いた質問紙法[5]を使用する。

以下、2章ではインタラクティブアニメーションシステムに関する従来研究、および人とロボットのインタラクションにおいてロボットが人に与える影響を調べた従来研究について述べ、本研究の立場を明らかにする。3章では、我々が開発しているインタラクティブアニメーションシステムについて述べる。4章および5章では、ロボットの身体表現と印象の関係を調べる実験と考察についてまとめ、今後の展望を述べる。

## 2. 関連研究

ユーザのインタラクションによって物語が変化するインタラクティブアニメーションシステムの研究は、1990年代後半から活発に進められ、子供たちの創造性を向上させる新しいツールとして様々なソフトウェアが開発されている。センサー内蔵のぬいぐるみ型ロボット、または擬人化エージェントとコンピュータのオーサリングツールを利用して、子供達に独自の物語を語らせる、インタラクティブなストーリーテリングシステムには「PETS システム」[8]や J.W.Glos らの「Rosebud System」[9]がある。これらは、物語のコンテンツそのものを子供達に作成させることを目的としており、知育や子供向け教材としての教育的な要素が強い。J.Cassell らの「StoryMat」[10]では、ユーザが声や人形の操作によってストーリーテリングを行い、物語生成を行なうシステムであるが、ロボットからのフィードバックがない。M. P. Johnson らの「Swamped!」[11]では、センサを入れたロボットを入力装置として使用し、仮想空間を体感できるが、やはりこれもロボットからのフィードバックがない。商品としては、仮想空間とロボットを繋げたマイクロソフトの子供向け学習教材「ActiMates」[12]や、仮想空間のエージェントとロボットとユーザとの3者で会話する英会話ロボット「チャービー」[13]がある。これらは、アクチュエータを使用しており、ユーザへのフィードバックがあるが、内容は一方的な情報提供にとどまっている。

[8~13]のシステムに特徴的なことは、ユーザとPCなどのディスプレイの2者以外に、第3者として、ぬいぐるみロボットや擬人化エージェントが加わったシステムを想定していることである。しかし、これら従来のシステムでは本研究が追究するように、ユーザがぬいぐるみロボットなどの案内役とのインタラクションを通じて、物語を3者関係の中から楽しむインタラクティブアニメーションシステムはあまり検討されていない。本研究では、ユーザと映像コンテンツという2者の関係に、ロボットのような実体のある案内役という第3者を加えた、物語の世界を構築することを目指している。

ロボットの動作や反応が人間にどのような影響を与えるかという印象評価は、これまでにも研究が行われ

ている。飯田ら[2]はロボットの印象をロボットの性格と定義し、顔ロボットを用いて、学習により人間が快く感じるロボットの行動を、ロボット自身で獲得していく方法について研究を進めている。中田ら[3]は、動物の受容的行動に着目し、ロボットの対人行動における親和感の演出方法について検討している。また、神田ら[4]は視線制御によるコミュニケーションをロボットに実装し、自律的に行動し人間と関わろうとするロボットが人へ与える影響について研究を行なっている。しかし、これらの研究はロボットと人間との2者関係に注目しており、我々のインタラクティブアニメーションシステムのような、ユーザとロボットと映像コンテンツの3者関係は扱っていない。

映像コンテンツというメディアを介してロボットがユーザに与える印象に基づき、アニメーションの世界の案内役であるぬいぐるみ型ロボットに必要な要素を以下に3つ仮定する。

- ①ロボットの反応が映像コンテンツの邪魔にならない。
  - ②ロボットが居た方が嬉しい・楽しい。
  - ③ロボットが映像の展開に関係していると感じさせる。
- ①ではロボットの反応が大きになると、ユーザは映像コンテンツに集中できず、ロボットを邪魔な存在として認識してしまう可能性がある。一方、ロボットの反応があまりに少ないと、今度はロボットの存在自体が埋もれてしまい、ユーザにとって必要のない存在となってしまう。そこで②を挙げた。③は、映像コンテンツとロボットとの連携である。この繋がりが弱いと、映像コンテンツとロボットがそれぞれ独立した存在として、ユーザに認識されてしまう可能性が考えられる。これらの条件を満たすには、映像とロボットと人との間で様々な要因が関係するために、本研究では段階的に分析していくアプローチを採る。

## 3. インタラクティブアニメーションシステム

### 3.1 システム構成

我々が開発しているインタラクティブアニメーションシステムの外観を図1に示す。システム構成は、図2に示すように、映像コンテンツ表示デバイスの前面に、椅子およびぬいぐるみ型ロボットが配置される。

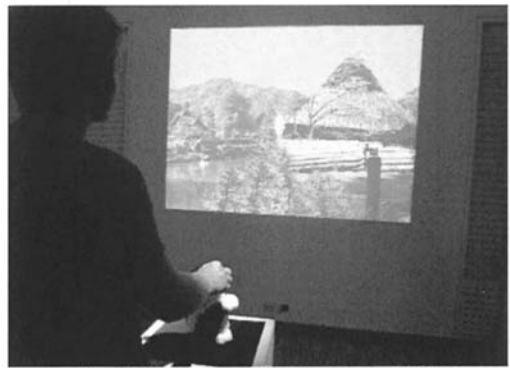


図1 インタラクティブアニメーションシステム

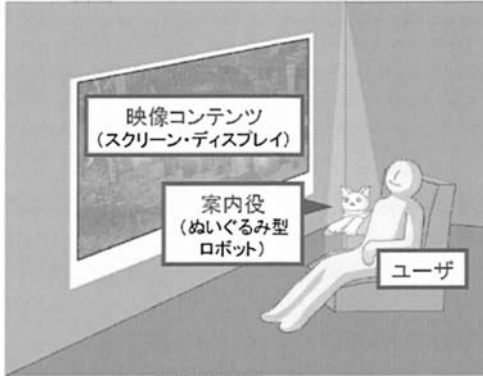


図2 システム全体図

案内役であるロボットは、椅子に座ったユーザの傍らに位置し、ユーザとロボットと一緒に映像コンテンツを楽しむシステムとなっている。ユーザはロボットとのインタラクションを通して、アニメーションの世界の中を、視点を変えて覗くことができ、不思議な出来事を体験できる場所をぬいぐるみ型ロボットから教えてもらうことができる。

### 3.2 ぬいぐるみ型ロボット

ぬいぐるみ型ロボットの外観および内部機構を図3に示す。図3右図のように、ぬいぐるみ型ロボットの首部にサーボモータを3個配置し、ワイヤおよびリンク機構により、口と両耳を可動できるようにした。また、額と両腕にはプッシュセンサ、腹部にはスピーカーを内蔵した。ロボットは、ロボット外部のPCと繋がれており、ロボットの動作コマンドは外部PCから送信される。またPCが出力する映像コンテンツと連動するようにプログラムした。

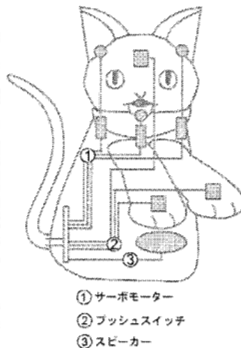


図3 ぬいぐるみ型ロボット

## 4. 印象評価実験

映像コンテンツにあわせて身体表現を行うぬいぐるみ型ロボットを4条件用意し、身体表現の違いがロボットの印象にどのような影響を与えるかを調べるため、被験者を用いてロボットの印象を評価する実験を行った。

### 4.1 実験設定

本実験では、図2に示したインタラクティブアニメーションシステムの一部の機能であるぬいぐるみ型ロボット(図3)および映像コンテンツ提示機構を使用し、映像の流れに合わせて、ロボットが相槌を打つ身体表現を行うシステムを構築し、使用した。ロボットの相槌を打つタイミングは、ナレーションや会話に400msec以上の無音区間がある場合に「うん」と音声出力を行うこととした。映像は、ニュース番組から「新しい技術の紹介」というテーマで抜き出した約1分程度のニュース映像を使用した。被験者は本システムを見たことのない20代~30代の男性:6人、女性7人である。

### 4.2 比較条件

ぬいぐるみ型ロボットからの出力動作は、両耳の上下動と、口の開閉、そして音声の出力の3つである。今回の実験では、音声出力による相槌表現は常に行うこととし、両耳と口の動作を組み合わせた4つの異なる身体表現を使用した。実験で比較する条件は、この4つであり、それぞれ図4のようにA、B、C、Dとラベルをつける。また、ここでは、身体表現に用いる可動箇所の数に比例した度合いを活発度と呼び、身体表現の違いを活発度によって示す。

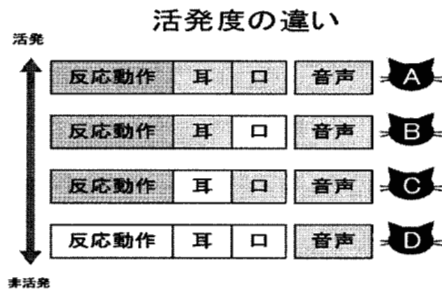


図4. ぬいぐるみ型ロボットの活発度と比較条件

#### 条件A. 動作: 耳・口

音声出力と同時に、耳と口が動く。一番活発度の高い反応となる。

#### 条件B. 動作: 耳

音声出力と同時に、耳が動く。やや活発な反応となる。

#### 条件C. 動作: 口

音声出力と同時に、口が動く。控えめな反応となる。

#### 条件D. 動作: なし

音声出力のみで、動作はなし。一番活発度の低い反応となる。

### 4.3 実験方法

被験者には、実験開始時に「隣にいるぬいぐるみ型ロボットと一緒に映像クリップを見てもらいます。」という指示を与え、ぬいぐるみ型ロボットと一緒に映像クリップ(1分程度)を見せよう。映像クリップの数

は、1人のユーザにつき、テスト用の1本とA、B、C、Dの条件それぞれで2本づつ（合計9本）であり、1人の被験者が見る9本の映像クリップは全て異なる。印象評価のアンケートは、映像クリップが終了するごとに実施する。アンケートの内容は30項目の形容詞からなるぬいぐるみ型ロボットに対する印象評価と、映像に興味を持ったか・映像が印象に残ったかの2項目を加えた計32項目で構成される。項目の詳細は図7の左側1列目に示す。被験者には質問について7段階評価尺度（非常にあてはまる・かなりあてはまる・ややあてはまる・どちらでもない・ややあてはまらない・かなりあてはまらない・非常にあてはまらない）で回答をもらう。4つの条件は、順序効果の影響を考え、順番を入れ替えてカウンタバランスを取っている。この様子はビデオにより動画と音声で記録される。全てのタスク終了後、ロボットへの印象について、更に記述式のアンケートに答えてもらう。

#### 4.4 実験結果

実験の際、質問紙の回答に欠落があった1名のデータを除外したため、12名の被験者のアンケートによる印象評価結果が得られた。被験者12名では十分な検討は難しいが、4つの条件における各アンケート項目の分散分析、各条件各項目間の相互相関係数の分析、各4つの条件の因子分析、質問紙による調査について、以下にまとめる。

##### 4.4.1 分散分析の結果

アンケートの回答が4つの条件によって変化していないかを、アンケートの32項目それぞれについて、各条件の平均値と標準偏差を計算し分散分析によって比較した。その結果、全ての項目において4つの条件下で得られた回答の間には有意差がみられなかった。

##### 4.4.2 相関係数の分析

各回答結果の分散分析の差が見られなかったため、次に4つの条件における30項目の形容詞の相関を比較検討した。スピアマンの順位相関係数から形容詞の相関を算出し、これを基に比較検討を行なった。5%水準で有意 ( $p < 0.05$ ) とされる相関が出た形容詞の組合せから特徴的なものを図5に示す。1~7は相関関係の形容詞、A-Bは条件Aと条件Bの組合せを表している。

		A-A	A-B	A-C	A-D	B-B	B-C	B-D	C-D
1	親しみやすい	①	0.825	0.740	0.776		0.569	0.381	0.501
	/親しみやすい	②	0.000	0.000	0.000		0.004	0.000	0.013
2	可愛らしい	①	0.836	0.738	0.667		0.596	0.762	0.657
	/可愛らしい	②	0.000	0.000	0.000		0.002	0.000	0.000
3	好きな	①	0.785	0.769	0.698		0.549	0.778	0.446
	/好きな	②	0.000	0.000	0.000		0.006	0.000	0.029
4	嫌いな	①	0.850	0.803	0.758		0.732	0.809	0.651
	/嫌いな	②	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.001
5	支えが必要な	①	0.726	0.543	0.634		0.642	0.642	0.636
	/支えが必要な	②	0.000	0.006	0.001		0.001	0.001	0.001
6	支えが必要な	①	0.709	0.560	0.594	0.594	0.465	0.426	0.594
	/面白い	②	0.000	0.004	0.002	0.002	0.022	0.038	0.012
7	堅苦しい	①	0.870	0.615	0.733		0.864	0.931	0.492
	/堅苦しい	②	0.000	0.001	0.000		0.000	0.000	0.015

①=相関係数 ②=有意水準(両)

図5 4条件における形容詞間でスピアマン順位相関係数が高い対(有意水準5%)

図5の3と4の形容詞「好きな」と「嫌いな」について述べると、Aが好きな被験者はA~D全てを好きと評価しており、逆にAが嫌いな被験者はA~D全てを嫌いと評価していることがわかる。また、少し変わった項目として「支えが必要な」と「面白い」に正の相関が出ている。この項目は活発度が上がるにつれて数値も増えていることから、ロボットの活発度が上がる程、被験者はその環境に手を出したいと感じる可能性がある。また、7の「堅苦しい」は、他の形容詞とあまり相関を持たない独立した形容詞という結果がわかった。これはロボットの持つ機械的な印象が影響を与えている可能性がある。実験後の記述アンケートの中に、ロボットが映像を理解しているとは全く感じないと回答した被験者が3人いた。これはA~D全てを嫌いと評価した結果に関係していることが明らかである。

##### 4.4.3 各4条件の因子分析結果の比較

A、B、C、Dの4つの条件を因子分析(重み付けのない最小二乗法、スクリープロットにより因子数を決定、プロマックス回転)した。図6から図9に分析結果を示す。

詳細項目	因子負荷量				
	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子	第5因子
可愛らしい	0.891	0.112	-0.267	0.329	-0.025
好きな	0.821	-0.170	0.082	0.212	0.113
かわい	0.799	0.186	-0.205	-0.329	-0.102
暖かい	0.781	0.116	0.133	0.226	0.097
感じのよい	0.760	-0.219	-0.068	-0.066	-0.010
近づきにくい	-0.753	0.173	0.139	-0.125	0.129
親しみやすい	0.752	-0.220	-0.044	0.125	0.116
支えが必要な	0.728	0.109	0.615	-0.409	0.160
面白い	0.722	0.019	0.503	-0.230	0.022
嫌いな	-0.705	0.230	-0.013	-0.171	0.240
冷たい	-0.607	0.152	-0.027	0.130	0.418
つまらない	-0.579	0.313	0.156	0.267	0.228
頭の悪い	0.032	1.037	0.176	0.043	-0.071
知性的でない	-0.025	0.963	0.147	0.177	-0.238
理解力のある	0.174	-0.802	0.126	0.001	0.042
うるさい	-0.054	0.785	0.166	0.076	-0.115
かしこい	0.295	-0.710	0.035	-0.028	-0.058
外向的な	-0.052	0.221	0.892	0.027	-0.191
派手な	-0.052	0.061	0.759	-0.036	0.106
すばやい	0.237	-0.223	0.733	0.151	-0.020
活発な	-0.097	0.152	0.684	0.199	-0.185
静かな	0.304	-0.340	-0.626	0.149	-0.030
マイペースな	0.199	0.356	0.001	0.852	0.014
気楽な	0.010	-0.007	-0.012	0.778	-0.138
自立的な	-0.115	-0.271	0.491	0.569	0.063
ぶい	-0.341	0.298	-0.212	-0.375	-0.084
地味な	-0.100	0.073	-0.380	0.065	0.618
依存的な	-0.283	-0.450	0.041	-0.156	0.592
内向的な	0.342	0.074	-0.509	-0.043	0.588
堅苦しい	-0.120	-0.208	0.230	0.022	-0.179

図6 条件Aにおけるプロマックス回転後の因子負荷量

詳細項目	因子負荷量				
	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子	第5因子
可愛らしい	1.035	0.077	-0.047	-0.017	-0.008
親しみやすい	0.969	-0.034	0.016	-0.004	-0.158
感じのよい	0.938	-0.063	-0.089	0.057	0.132
好きな	0.743	-0.222	0.091	-0.040	0.026
嫌いな	-0.518	0.471	0.026	0.151	-0.087
ぶい	-0.408	-0.277	-0.245	0.405	0.145
冷たい	-0.004	0.845	-0.033	-0.108	0.024
近づきにくい	0.052	0.820	-0.074	0.130	-0.226
静かな	-0.031	-0.793	-0.025	-0.156	-0.113
うるさい	-0.297	0.769	-0.035	-0.042	0.015
つまらない	-0.437	0.480	-0.156	-0.011	-0.222
すばやい	-0.122	0.595	0.917	-0.051	0.187
理解力のある	-0.054	-0.285	0.880	0.261	-0.045
かしこい	0.111	-0.315	0.813	0.239	0.020
暖かい	0.367	0.141	0.771	0.092	0.203
頭の悪い	-0.017	0.233	-0.613	0.180	0.167
知性的でない	-0.117	0.104	-0.542	0.176	0.134
かわい	-0.107	-0.309	-0.276	-0.801	0.243
外向的な	-0.221	-0.081	-0.033	0.647	-0.034
地味な	-0.130	0.251	0.153	-0.626	-0.118
活発な	-0.050	0.463	0.201	0.590	0.003

	-0.152	<b>-0.357</b>	-0.006	<b>-0.380</b>	<b>0.821</b>
支えが必要な					
面白い	0.158	-0.018	0.105	-0.026	<b>0.783</b>
派手な	-0.022	0.186	0.025	<b>0.504</b>	<b>0.645</b>
自立的な	-0.003	0.255	0.105	0.102	0.174
依存的な	-0.082	-0.248	0.155	0.011	0.009
気楽な	-0.174	-0.347	-0.089	0.249	0.037
マイペースな	0.150	0.324	<b>-0.354</b>	0.239	-0.123
優しい	0.040	0.612	-0.127	-0.035	<b>0.385</b>
内向的な	0.230	-0.136	-0.018	-0.294	0.171

図7. 条件Bにおけるプロマックス回転後の因子負荷量

評価項目	因子負荷量				
	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子	第5因子
頭の悪い	<b>-1.090</b>	0.125	0.188	0.005	0.095
知性的でない	<b>-1.043</b>	0.183	0.251	0.145	-0.008
理解力のある	<b>0.950</b>	-0.050	-0.063	0.112	-0.344
つまらない	<b>-0.907</b>	-0.371	-0.221	0.176	0.008
嫌いな	<b>-0.877</b>	-0.106	-0.211	0.129	0.086
かしい	<b>0.866</b>	-0.053	-0.163	0.238	-0.294
感じのよい	<b>0.857</b>	-0.040	0.188	0.109	-0.137
近づきにくい	<b>-0.783</b>	-0.110	-0.194	0.044	0.018
好きな	<b>0.782</b>	0.033	0.133	0.116	0.099
うるさい	<b>-0.721</b>	0.324	-0.122	0.082	-0.100
親しみやすい	<b>0.641</b>	-0.001	0.209	0.075	0.304
自立的な	<b>0.640</b>	0.236	<b>-0.506</b>	-0.105	0.219
可愛らしい	<b>0.500</b>	-0.030	<b>0.499</b>	-0.086	0.312
静かな	<b>0.379</b>	<b>-0.768</b>	0.058	-0.016	0.047
地味な	-0.055	<b>-0.760</b>	-0.162	<b>-0.527</b>	0.097
活発な	-0.017	<b>0.696</b>	-0.347	0.192	0.157
外向的な	0.158	<b>0.631</b>	0.054	0.012	-0.106
支えが必要な	0.117	0.054	<b>0.758</b>	<b>0.057</b>	-0.080
依存的な	0.139	-0.090	<b>0.709</b>	-0.043	-0.075
内向的な	-0.185	<b>-0.486</b>	<b>0.532</b>	0.176	0.026
派手な	-0.274	<b>0.440</b>	-0.059	<b>0.777</b>	0.088
冷たい	<b>-0.373</b>	-0.005	-0.143	<b>-0.603</b>	0.186
面白い	<b>0.415</b>	0.087	0.056	<b>0.539</b>	0.068
暖かい	0.310	0.026	<b>0.414</b>	<b>0.457</b>	0.236
マイペースな	<b>-0.350</b>	0.020	-0.006	-0.105	<b>0.858</b>
気楽な	0.136	-0.167	-0.245	0.248	<b>0.700</b>
かよわい	-0.082	-0.045	0.137	-0.071	-0.019
にぶい	<b>-0.435</b>	-0.064	0.285	-0.117	-0.142
すばやい	0.306	0.024	-0.113	<b>0.462</b>	-0.122
愛らしい	0.059	0.024	-0.192	0.107	-0.036

図8. 条件Cにおけるプロマックス回転後の因子負荷量

評価項目	因子負荷量				
	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子	第5因子
知性的でない	<b>-0.985</b>	<b>0.393</b>	-0.105	0.032	0.040
近づきにくい	<b>-0.973</b>	0.192	0.076	-0.115	-0.117
つまらない	<b>-0.953</b>	-0.131	0.079	0.156	-0.159
親しみやすい	<b>0.936</b>	-0.030	-0.132	0.122	-0.174
頭の悪い	<b>-0.915</b>	-0.206	-0.018	0.279	0.050
嫌いな	<b>-0.900</b>	0.084	0.207	-0.098	-0.145
好きな	<b>0.859</b>	0.191	0.052	-0.014	-0.019
かしい	<b>0.854</b>	-0.055	0.221	-0.072	-0.093
感じのよい	<b>0.846</b>	0.144	0.098	-0.100	-0.006
うるさい	<b>-0.841</b>	0.060	0.190	-0.059	-0.193
理解力のある	<b>0.805</b>	-0.232	0.185	0.060	-0.209
暖かい	<b>0.748</b>	-0.065	0.085	0.214	0.040
にぶい	<b>-0.732</b>	-0.080	-0.086	0.102	<b>0.558</b>
可愛らしい	<b>0.732</b>	0.187	-0.094	0.123	-0.190
冷たい	<b>-0.710</b>	-0.171	<b>0.400</b>	0.054	-0.285
自立的な	<b>0.696</b>	-0.447	0.070	-0.151	-0.145
面白い	<b>0.645</b>	0.151	<b>0.400</b>	-0.177	<b>0.388</b>
外向的な	0.103	<b>-1.046</b>	0.062	0.252	-0.014
活発な	0.165	<b>-0.813</b>	-0.061	0.079	-0.066
かよわい	0.268	<b>0.624</b>	0.315	0.138	0.026
内向的な	0.140	<b>0.531</b>	-0.026	0.342	0.281
気楽な	-0.172	-0.138	<b>-0.862</b>	-0.244	0.094
愛らしい	-0.042	-0.019	<b>0.811</b>	0.105	0.116
派手な	-0.297	-0.123	<b>0.659</b>	-0.145	<b>0.526</b>
依存的な	-0.036	-0.137	0.185	<b>1.090</b>	0.274
地味な	-0.122	-0.016	0.084	<b>0.783</b>	-0.143
支えが必要な	0.100	0.229	0.073	0.140	<b>0.882</b>
マイペースな	-0.043	0.223	-0.015	0.258	<b>-0.354</b>
静かな	0.313	0.323	-0.087	0.234	0.186
すばやい	<b>0.422</b>	0.105	0.107	-0.049	-0.148

図9. 条件Dにおけるプロマックス回転後の因子負荷量

4つの条件の因子分析の結果を比較すると、各因子を構成する形容詞には似たものが多く、条件間で共通する要素がある。全ての条件において第1因子として登場しているのは、「可愛らしい」、「感じのよい」、「嫌いな」などの形容詞である。親しみやすく好意を感じる親愛性の要素であると考えられる。

次に4つの条件を比較した際、他と違う特徴が現れていたものについて述べる。図6の条件Aのグラフで

は、第2因子に「頭の悪い」・「知性的でない」という賢さを否定する評価がでている。この賢さを否定する評価というのは、この条件Aだけにしか見られない。他の3つの条件では全てマイナスの有意差として表示されている。条件Aは、音声出力と同時に耳と口を動かす、一番活発度が高いタイプの猫である。活発度が高い動作反応では、可愛い・親しみやすいという印象を与えることができるが、同時に賢くないという印象も与えてしまうことが考えられる。

条件Bでも、第2因子に他と違う傾向が見られる。第2因子は、「冷たい」・「近づきにくい」を中心とした評価である。これも他の3つの条件ではマイナスの有意差を表示している。条件Bは、音声出力と同時に耳を上下に動かすタイプのロボットである。耳を上下に動かす動作が、可愛らしいとすぐとだけでなく、耳を伏せる姿勢から、近づきにくい印象を与えた可能性がある。

条件Cでは、第1因子が、「理解力がある」や「かしい」といった賢さを表すものである。先に述べたAとBでは、この賢さに関する因子は上位に出ていない。条件Dでも、Cと同様に賢さの因子が強くて出ている。しかしDでは「内向的な」や「かよわい」という内向的な要素が第2因子に出ている。この結果から、活発度の高いタイプに比べ、活発度の低いタイプのほうが、被験者に賢いと思わせる傾向があるという可能性が考えられる。ただ、CとDに差があるように、全く動作がないタイプでは、内向的な印象がプラスされることが考えられる。

質問紙の結果からは差が見えなかったが、評価の基準は各条件に関して違いがあることが示唆された。

#### 4.4.4 質問紙による調査結果

全ての実験後、被験者に「ぬいぐるみ型ロボットが映像を理解していると感じたか」という質問を記述式のアンケートにより行なった。そのアンケート結果により、ユーザの多くが、ぬいぐるみ型ロボットに好感や興味を持ち、相槌以外の反応動作を期待していることが分かった。回答項目には、もっロボットに触りたいという意見や、自分のひざに載せたい、距離が近いとより愛着が湧くという意見があった。その一方で、映像コンテンツに集中してしまうとぬいぐるみ型ロボットの存在を感じなくなってしまうという意見もあった。今後は、ロボットからの反応を、どうユーザに返すかが重要な課題になりそうである。音声や目に見える動作に限らず、触覚的なフィードバックをユーザに返すことができれば、このシステムの可能性が広がるのではないかと考えている。また、被験者のうち3人は、ぬいぐるみ型ロボットが映像を理解していると全く感じられないという意見であった。ユーザのぬいぐるみに対する反応も幾つかのタイプに分かれるように感じられた。そこで今後は、ユーザのタイプに応じてロボットの反応を変える実験もやっていけたらと考えている。

#### 4.5 考察

今回の予備実験により、ぬいぐるみ型ロボットの動作および活発度を変えた場合に、ユーザに対しての印

象が変化し、ロボットが異なる性格を持つかのように見せる有効性が示唆された。

今回解析までには至らなかったが、被験者個人の性格傾向によって、ロボットに対する印象が変化する可能性も考えられ、被験者の性格との相関もこれから見ていきたいと考えている。今後は、今回の実験について再検討を行い、因子分析の結果を基に重要とされる形容詞を基にアンケートの調整を行った上で、被験者のデータを増やした実験を実施し、詳しい解析を行いたいと考えている。

## 5. おわりに

インタラクティブアニメーションシステムの中の、映像コンテンツに反応するぬいぐるみ型ロボットとユーザとのインタラクションに焦点を置き、ユーザに好感を持ってもらう、また愛着を感じてもらえるように、ロボットの性格を演出するための設計法（性格設計と呼ぶ）について、その考え方を述べた。設計の要素として何を選ぶかの糸口を見つけるための初期の検討を行なった。映像に反応するぬいぐるみ型ロボットの料耳の上下動、口の開閉に関するパラメータを変化することによって、ロボットの動作および反応の活発度を変えた場合に、ユーザの印象がどのように変化するかを、被験者による心理学的な実験を通して評価し、活発度と印象の関係について考察を行った。

今回の予備実験により、ぬいぐるみ型ロボットの動作および活発度を変えた場合に、ユーザに対しての印象が変化し、ロボットが異なる性格を持つかのように見せる有効性が示唆された。今回の実験をもとに、今後は音声や目に見える動作に限らず、触覚的なフィードバックをロボットに取り入れることについても検討をしていきたいと考えている。また、ユーザの性格傾向に合わせたロボットの性格設計についても検討したい。

## 参考文献

- [1] 板木博子, 萩田紀博, 宮下敬宏, “人形型入力装置を使用したインタラクティブアニメーションシステムの検討”, 信学技報, vol. 105, no. 302, PRMU2005-64, pp. 5-10, 2005.
- [2] F. Iida, M. Tabata, F. Hara: Generating Personality Character in a Face Robot through Interaction with Human, Proc. of 7th IEEE International Workshop on Robot and Human Communication, pp481-486, 1998.
- [3] 中田亨, 佐藤知正, 森武俊, 溝口博, “ロボットの対人行動による親和感の演出”, 日本ロボット学会誌, vol.15, no.7, pp.1008-1074,1997.
- [4] 神田崇行, 石黒浩, 石田亨, “人間-ロボット間相互作用に関わる心理学的評価”, 日本ロボット学会誌, vol.19, no.3, pp.362-371, 2001.
- [5] 鎌原雅彦, 宮下一博, 大野木裕明, 中澤潤, “心理学マニュアル質問紙法”, 北大路出版, 1998.
- [6] 末永俊郎, “社会心理学研究”, 東京大学出版, 1987.
- [7] 大山正, 岩脇三良, 宮筈壽夫, “心理学研究法”, サイエンス社, 2005.
- [8] Druin, A., J. Montemayor, J. Hendler, B. McAlister, A. Boltman, E. Fiterman, A. Plaisant, A. Kruskal, H. Olsen, I. Revett, T. Plaisant- Schwenn, L. Sumida, & R. Wagner, "Designing PETS: A Personal Electronic Teller of Stories," Proc. of CHI '99, 1999.
- [9] J.W.Glos, J.Cassell, "Rosebud: Technological Toys for Storytelling", CHI97, 1997.
- [10] J.Cassell, K.Ryokai, "Making Space for Voice: Technologies to Support Children's Fantasy and Storytelling", Personal Technologies, volume 5, number 3, pp. 203-224., 2001.
- [11] M. P. Johnson, A. Wilson, C. Kline, B. Blumberg and A. Bobick, "Sympathetic Interfaces: Using a Plush Toy to Direct Synthetic Characters", CHI99, 1999.
- [12] "ActiMatesBarney" <http://www.hitentertainment.com/barney>
- [13] 英会話学習ロボット“Charpy”  
<http://www.posiposi.com/manabi/gogaku/charpy/>