

人工物に対する人間のスタンスの評価方法

社本 高史[†] 寺田 和憲^{††} 伊藤 昭^{††}

[†] 岐阜大学大学院工学研究科 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1

^{††} 岐阜大学工学部 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1

E-mail: †shamo@elf.info.gifu-u.ac.jp, ††{terada,ai}@info.gifu-u.ac.jp

あらまし 人間は対象の振舞を理解するために意図, 設計, 物理の3つのスタンスを採用すると言われており, 意図スタンスを採用することは対象の振舞の直感的理解に貢献する. そのため, 人工物の開発においてはスタンスを評価することが重要である. しかし, 実際にどのスタンスを採用しているか調べる方法は確立されていない. 本研究では, スタンスを評価するための方法を開発することを目標とし, 評価語を用いる方法, アニメーションを提示する方法, 説明文を提示する方法の3つの方法を比較検討する. 実験の結果, 評価語を用いる方法は被験者が直感的に印象を評価することが可能であり, アニメーションを提示する方法は各スタンスを容易に理解することが可能であるため, 説明文を提示する方法に比べスタンスを評価する方法として有用であることを示した.

キーワード 意図スタンス, 人工物, インタラクション, 評価語, 因子分析, アニメーション

An evaluation method of a human stance for an artifact

Takashi SHAMOTO[†], Kazunori TERADA^{††}, and Akira ITO^{††}

[†] Graduate School of Engineering, Gifu University Yanagido 1-1, Gifu-shi, 501-1193 Japan

^{††} Faculty of Engineering, Gifu University Yanagido 1-1, Gifu-shi, 501-1193 Japan

E-mail: †shamo@elf.info.gifu-u.ac.jp, ††{terada,ai}@info.gifu-u.ac.jp

Abstract When humans try to understand the action of an object, it is said that one of the three stances is taken by humans. i.e., intentional, design, and physical stance. Here taking an intentional stance helps an intuitive understanding of the action of the object. Therefore in developing the artifact, to appreciate the stance is important. However, the method to decide which stance is taken has not been established. So the aim of this research is to develop the method to determine the stance human takes. For that purpose, following three methods are compared: evaluating traits, evaluating animations, and asking directly with questionnaires. As a result, we showed the method of evaluating traits and evaluating animations would be useful.

Key words Intentional stance, Artifact, Interaction, Factor analysis, Animation

1. はじめに

多様化する人工物と人間とのインタラクションにおいて, 人間に理解されやすい人工物の振舞を設計することは重要である. Teradaら [1] は人間が人工物に対して意図スタンスをとることが人工物の振舞を理解するために重要であることを明らかにした. 意図スタンスとは Dennett [4] が定義した三つのスタンスの中の一つで, 他者の振舞いの原因を信念, 欲求, 目的に帰属させることをいう. 他者の振舞いに対して意図性を付与することで, 他者の信念, 願望, 意図を推測することは心の理論の中心的機能である [2] [3].

これまでに人工物と人間とのインタラクションにおいて用いられたのはキーボードやディスプレイといった固定化されたイ

ンタフェースであった. そして, 人工物から人間への意図伝達は, 固定化されたインタフェースによる記号的な方法が用いられてきた. しかし, 人間が人工物に対して意図スタンスをとることができれば, 人工物の表出する意図を直感的に理解することが可能である. そこで, 人間とコミュニケーションを行うロボットを設計する場合, 人間が機械に対して意図スタンスをとることができるかどうか問題となり, 人間が意図スタンスをとることができるような振舞いを設計することが課題である. しかし, そのためには, 人間が機械に対してとるスタンスを評価する尺度を確立する必要がある.

Teradaら [1] は, 人間と人工物とのインタラクションにおいて人間が人工物に対してとったスタンスを評価するために, 説明文を提示する評価方法を用いている. しかし, スタンスの採

用は自動的に行われるため、実験後に被験者が説明文を解釈して答えたスタンスと実験中に採用していたスタンスが必ずしも一致しているとは言えない。

産業用ロボットであればタスク遂行の正確性、実行時間といった工学的尺度で評価することができる。しかし、人間とインタラクションするロボットであれば、人間のロボットに対する心理的尺度で評価する必要がある。これまでも、人間の機械に対する印象評価に関する研究は行われている [6]。だが、人工物に対する人間のスタンスを評価する方法は提案されていない。そこで本研究では、スタンスを評価する方法として、説明文を提示する方法以外にアニメーションを提示する方法、評価語を用いる方法を提案し比較検討する。

2. スタンスの評価方法

以下にスタンスを評価するために我々の提案する3つの評価方法を示す。また因子分析によって構成された評価尺度の作成方法を示す。

2.1 説明文の提示によるスタンスの評価方法

実験者がスタンスをインタビューで被験者に説明し質問する。被験者は説明文により表現された各スタンスの内容を理解し、人工物に対してどのスタンスをとったか回答する。

説明文の提示によるスタンスの評価方法は、被験者が各スタンスの内容を正しく理解できるが、各スタンスをイメージとして捉えにくく、被験者に与える負担が大きいという問題点がある。説明文により表現されたスタンスを以下に示す。

意図スタンス

「例えば、寝ているときに誰かに体を揺り動かされたら、その人が自分を起こそうという目的のもとにその行動を行っていると解釈します。このように対象の振舞いに意図を付与して理解するスタンスを意図スタンスと言います。」

設計スタンス

「例えば、目覚し時計が鳴るのは、目覚し時計が人を起こすという目的で設計され、アラームが鳴る時間を設定したからだ」と解釈します。このように、対象の振舞いがなんらかの設計原理に基づいていると考えるスタンスを設計スタンスと言います。」

物理スタンス

「寝ているときに物体が落下して体に当たったとします。物体の落下は重力によるものであり、誰かが落ちてやろうと思ったからでもなければタイマーが設定されていて時間になったから落ちて来たわけでもありません。このように対象の振舞いを物理的法則や構造によって理解するスタンスを物理スタンスと言います。」

2.2 アニメーションによるスタンスの評価方法

各スタンスを表現するアニメーションを被験者に提示する。被験者は人工物に対して持った印象にもっとも近い印象を持つアニメーションを3つの中から回答する。

アニメーションによる評価方法は被験者が各スタンスについて容易に理解することができるが、被験者の着目する部分により間違っ

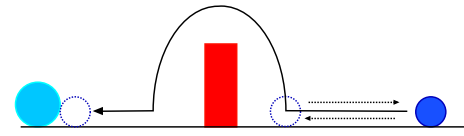


図1 アニメーション (意図スタンス)

Fig.1 Animation(Intentional stance).

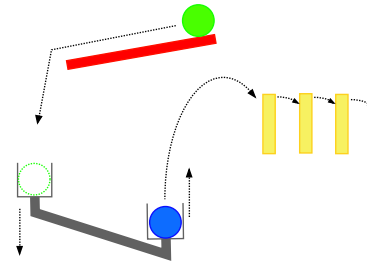


図2 アニメーション (設計スタンス)

Fig.2 Animation(Design stance).

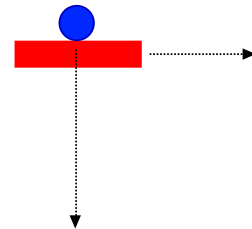


図3 アニメーション (物理スタンス)

Fig.3 Animation(Physical stance).

確に表すアニメーションを製作する必要がある。

我々は実験において用いるアニメーションをFlashで製作した。各スタンスを表現するアニメーションの説明を以下に示す。

「意図スタンス」

意図スタンスを表現するアニメーションは小さな円が大きな円に近づく様子を表したものである。小さな円は大きな円に近づこうとする。しかし長方形の物体の手前で止まり、最初の位置へ戻る。この動作を二度繰り返した後、小さな円は長方形の物体を飛び越え、大きな円に近づき止まる。このアニメーションでは、小さな円は大きな円に近づきたいという「意図」を持っていることを表現している (図1参照)。

「設計スタンス」

設計スタンスを表現するアニメーションは長方形の板の上にある円が、板が傾くことで天秤の上に落下し、その結果もう一方の円が飛び上がり、並んで立っている長方形の物体が倒れる動きを表している。このアニメーションでは、長方形の物体が倒れるよう「設計」されていることを表現している (図2参照)。

「物理スタンス」

物理スタンスを表現するアニメーションは長方形の板の上にある円が、板が無くなり落下する様子を表している。このアニメーションでは、円が重力という「物理」法則に従っていることを表現している (図3参照)。

2.3 評価語によるスタンスの評価方法

被験者に対して予備実験により得られた 32 個の評価語からなる質問紙を提示し、被験者が人工物に対して持った印象に各評価語がどの程度当てはまるかを 5 段階で評価させる。

評価語による方法は、主に対象を一言で言い表すことのできない場合や、抽象的なもの、漠然とした印象を評価する際に用いられる。被験者は人工物の振舞に対してとったスタンスを 3 つのスタンスの中から選ぶのではなく、人工物に対して持った印象を各評価語について回答することができる。しかし各スタンスに対して評価値が異なるような評価語を選定する必要がある。以下に評価語を選定する予備実験について示す。

評価語による評価方法において用いる評価語を従来の心理学研究 [5] を踏まえた上で様々な資料から選び出した。そして、それぞれの評価語が意図、設計、物理の各スタンスをどの程度表現しているか 5 段階で評価する予備実験を行った。被験者に対して説明文により表現されたスタンスを示し各スタンスを説明した。被験者は 22 歳から 56 歳までの男性 19 名、女性 1 名である。予備実験の結果、各スタンスにおいて平均差のあった 32 個の評価語を抽出した。これらの評価語を評価語による方法において用いる。

2.4 因子分析によって構成された評価尺度の作成

評価語とスタンスの関係を明確にし、評価語によってスタンスを評価する評価尺度を作成する。予備実験の結果得られた各評価語における説明文により提示された各スタンスに対する印象評価値を用いて因子分析を行い評価尺度とする。

説明文により提示されたスタンスに対する印象評価の因子分析を行い、固有値に基づいて 3 因子を抽出した。バリマックス回転後の各項目の負荷量および寄与率を表 1 に示す。1 番目の因子を「人間性 (Humanness)」因子と命名した。2 番目以降の各因子も負荷が高い評価語に基づき「論理性 (Logicalness)」 「任意性 (Arbitrariness)」因子と命名した。因子分析の結果得られた標準因子得点を用いて、説明文により提示された各スタンスに対する印象を比較した (図 4 参照)。

分散分析の結果、人間性と論理性の得点において有意性が見られた。人間性では意図スタンスの得点が高かった。また論理性では設計スタンスの得点が高かった。

得られた各スタンスにおける標準因子得点を因子分析によって構成された評価尺度とする。

3. 実験 1：評価方法の検証

本章では、各評価方法を検証し、3 つの評価方法がどのような関係にあるのかを明らかにする。

3.1 評価語—アニメーションによる評価方法の関係

本節では評価語による評価方法とアニメーションによる評価方法の関係を明らかにする。各スタンスを表現したアニメーションを 32 個の評価語により評価する実験を行った。

3.1.1 実験方法

被験者に意図、設計、物理の各スタンスを表現したアニメーションを提示し、アニメーションに対して各評価語がどの程度

	Human-ness	Logical-ness	Arbitrariness	Communarity
しつこい	0.845	-0.102	0.058	0.727
うっとしい	0.812	-0.106	-0.099	0.680
図々しい	0.794	-0.308	-0.140	0.746
積極的な	0.789	-0.055	0.097	0.634
親切な	0.783	-0.123	0.042	0.631
類もしい	0.751	0.089	-0.411	0.741
主観的な	0.746	0.011	-0.036	0.557
親しみやすい	0.736	0.013	-0.166	0.570
大ざっぱな	0.712	-0.058	0.259	0.578
賢い	0.695	0.233	-0.200	0.577
安心できる	0.667	0.293	-0.147	0.552
素直な	0.663	-0.132	0.003	0.457
意図的な	0.642	0.061	0.001	0.416
面白い	0.634	0.057	-0.336	0.518
恐怖心を抱かせる	0.602	0.098	0.113	0.385
幼稚な	0.601	-0.042	0.133	0.381
コミュニケーション可能な	0.585	0.048	0.529	0.624
ややこしい	0.544	0.274	-0.006	0.371
人間らしい	0.492	0.001	0.364	0.375
精密な	-0.263	0.832	-0.038	0.762
効率的な	-0.011	0.777	0.056	0.607
正確な	-0.219	0.759	-0.114	0.637
論理的な	-0.048	0.749	-0.023	0.563
使いやすい	0.078	0.683	-0.132	0.490
的確な	0.277	0.681	0.044	0.542
知的な	0.433	0.633	0.169	0.616
あらかじめ決められた	0.024	0.579	0.120	0.350
便利な	0.115	0.574	-0.333	0.453
複雑な	0.173	0.554	0.254	0.401
画一的な	-0.162	0.553	0.259	0.399
規則的な	-0.354	0.440	0.137	0.338
ランダムな	-0.163	0.200	0.672	0.518
propotion	30.63	17.73	5.37	

表 1 因子負荷量

Table 1 Factor Pattern (Varimax normalized).

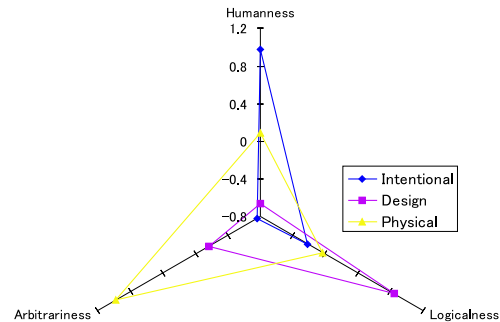


図 4 因子分析によって構成された評価尺度

Fig. 4 A rating scale composed of factor analysis.

当てはまるかを 5 段階で評価させた。評価語を用いた各アニメーションの印象評価は各アニメーションを提示した直後に行った。また、アニメーションを提示する順序による影響を緩和するためカウンターバランスをとった。被験者は 22 歳から 56 歳までの男性 16 名、女性 1 名である。

3.1.2 結果

被験者が各アニメーションに対して持った印象を評価語を用いて評価した値に違いがあるかどうかを明らかにするため、各アニメーションに対する印象評価値について平均値を計算し、二元配置分散分析を行った。また、平均値に差があるものについては多重比較を行った。意図スタンスを表現したアニメーションに対する印象評価と、設計スタンスを表現したアニメーション

		アニメーション		
		意図	設計	物理
評価語	意図	0.25	-0.17	0.02
	設計	-0.21	0.32	0.12
	物理	-0.22	0.37	0.24

表2 アニメーションに対する印象評価値と説明文により表現されたスタンスに対する印象評価値の相関
Table 2 Correlation of impression evaluating based on method of evaluating animations and illustration with questionaries.

アニメーションに対する印象評価では12の評価語について有意な差が見られた。意図スタンスを表現したアニメーションに対する印象評価と、物理スタンスを表現したアニメーションに対する印象評価では15の評価語について有意な差が見られた。また、設計スタンスを表現したアニメーションに対する印象評価と、物理スタンスを表現したアニメーションに対する印象評価では11の評価語について有意な差が見られた。

また、評価語を用いて、各アニメーションが表現するスタンスを正しく評価することができるかを明らかにするため、各スタンスを表現したアニメーションに対する印象評価値と説明文により表現された各スタンスに対する印象評価値の相関を調べた(表2参照)。その結果、各スタンスを表現したアニメーションに対する印象評価値と説明文により表現されたスタンスに対する印象評価値の間で相関が見られた。

これより、これらの評価語を用いることで、各アニメーションの印象を評価することが可能であるといえる。

3.2 アニメーション—説明文の提示による評価方法の関係

本節ではアニメーションによる評価方法と説明文の提示による評価方法の関係を明らかにする。各スタンスを表現したアニメーションを説明文により評価する実験を行った。

3.2.1 実験方法

被験者に意図、設計、物理の各スタンスを表現したアニメーションを提示した。各アニメーションの提示後、説明文により表現されたスタンスを被験者に提示した。そして、それぞれのアニメーションが説明文により表現された各スタンスをどの程度表しているか5段階で評価させた。アニメーションを提示する順序による影響を緩和するためカウンターバランスをとった。被験者は22歳から56歳までの男性16名、女性1名である。

3.2.2 結果

実験結果を表3に示す。二元配置分散分析の結果、全てのアニメーションにおいて、説明文により表現されたスタンスによる評価の平均値に有意な差が見られた。多重比較の結果、意図スタンスと物理スタンスを表すアニメーションは、説明文により表現された全てのスタンス間で有意な差が見られた。また、設計スタンスを表すアニメーションは、説明文により表現された意図スタンスと設計スタンス、そして設計スタンスと物理スタンスの間で有意な差が見られた。これより、説明文により表現されたスタンスとアニメーションは同様の印象を被験者に与えるといえる。

		説明文により表現されたスタンス		
		意図	設計	物理
アニメーション	意図	4.67	2.93	1.80
	設計	2.67	4.47	3.20
	物理	1.67	2.80	4.47

** : p < 0.01

表3 説明文により表現されたスタンスによるアニメーションの評価
Table 3 Evaluating animations according to illustration of stance with questionaries.



図5 実験風景

Fig.5 Experimental scenery.

3.3 考察

実験の結果、各評価方法は、一つの評価方法によって表現されたスタンスを他の二つの評価方法を用いて評価すると、同一のスタンスを表現した結果が得られる関係にあることがわかった。

これより、各評価方法によって表現された各スタンスの印象と、他の評価方法によって表現されたそのスタンスの印象が同一であるといえる。

4. 実験2：提案した評価方法を用いた人工物に対するスタンスの評価

本章では、我々が提案した評価方法を、実際に人間と人工物とのインタラクションに関する実験で用い評価を行う。本章で行う実験は梅ら[7]と共に行われた。

4.1 評価語による評価方法と説明文の提示による評価方法によるスタンスの評価

機能を明示しない人工物とのインタラクションにおける人間のスタンスを評価語による評価方法と説明文の提示による評価方法によって評価する。

4.1.1 実験方法

実験で使用する人工物は駆動輪を有する立方体である。

機能を明示しない人工物に対して、人間が意図スタンスをとるかどうかを調べるため以下に示す三条件を設定した。

助力要求条件：人工物は障害物と障害物の間を通り抜けようとし被験者に助力を求めるような動作を行う。

目的指向条件：人工物は障害物を迂回して目的地に到達する。

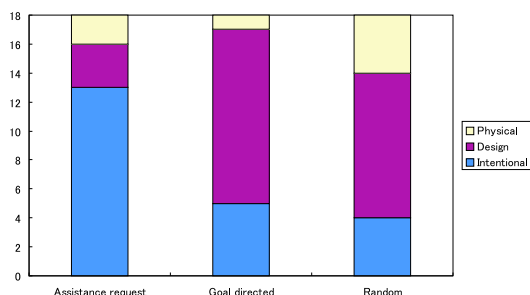


図 6 各実験条件において被験者が人工物に対してとったスタンス
Fig. 6 Subjects' stance against object.

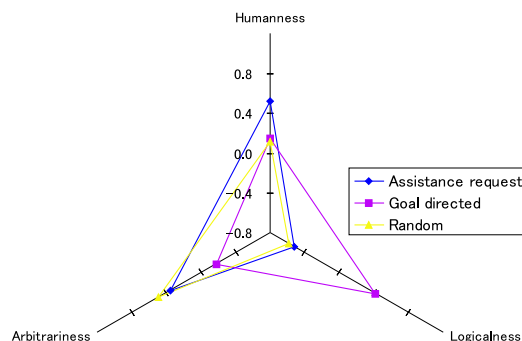


図 7 3 因子による 3 条件の比較
Fig. 7 Comparison among three conditions.

ランダム条件：人工物はランダムに動く。

実験風景を図 5 に示す。実験終了後、各スタンスを表現した説明文を被験者に提示し、人工物に対してどのスタンスを採用したか回答させた。また、32 個の評価語からなる質問紙を提示し、人工物に対して持った印象に各評価語がどの程度当てはまるかを 5 段階で評価させた。

4.1.2 結果

図 6 は実験中に被験者がどのスタンスを採用したのか説明文による評価方法により評価した結果を表している。これより、助力要求条件では被験者は立方体に対して意図スタンスをとる傾向にあり、目的指向条件では被験者は立方体に対して設計スタンスをとる傾向にあることがわかった。

各条件において被験者がとったスタンスを因子分析によって構成された評価尺度を用いて評価した。具体的には、各条件における標準因子得点を因子分析によって構成された評価尺度によって評価した。各条件における標準因子得点は、3 因子における各評価語の因子得点係数と被験者が各評価語において回答した立方体に対する印象評価値より求めた。図 7 は得られた標準因子得点を用いて、各条件における人工物に対する印象を表したものである。

因子分析によって構成された評価尺度において、人間性因子では意図スタンスの得点が最も高いのに対して、実験条件における立方体に対する印象評価では、助力要求条件の得点が最も

高い。また、因子分析によって構成された評価尺度において、論理性因子では設計スタンスの得点が最も高いのに対して、実験条件における立方体に対する印象評価では、目的指向条件の得点が最も高い。

これより助力要求条件における被験者は意図スタンスを、また目的指向条件における被験者は設計スタンスをとる傾向にあったといえる。

4.1.3 考察

被験者が立方体に対してとったスタンスを説明文の提示による評価方法と評価語による評価方法を用いて評価した。その結果、それぞれの評価方法において同様の結果が得られた。よって、評価語による評価方法は人間の人工物に対するスタンスを評価することができるといえる。また、得られた標準因子得点を因子分析によって構成された評価尺度により評価した結果、目的指向条件における人間性因子の得点が高くなった。これは、目的指向条件において、被験者が立方体の障害物を避けて目的地に向かう動作を、「賢い」とか「面白い」と感じたためである。また、助力要求条件における任意性因子の得点が高くなった。これは、助力要求条件において、意図スタンスを採用しなかった被験者は、立方体の助力を要求する動作を理解できず、ランダムな動作と感じたことを示している。

4.2 アニメーションによる評価方法と説明文の提示による評価方法によるスタンスの評価

本実験では人間のスタンスをアニメーションによる評価方法と説明文の提示による評価方法によって同定する。

4.2.1 実験方法

以下に示す 2 条件において前回の実験と同一の実験装置を使用して行った。

同調条件：人工物は被験者の動きに反応して動く

統制条件：人工物は被験者に関係無く規則的に動く

実験終了後、被験者が人工物に対してとったスタンスを評価するため、スタンスを表現した説明文とアニメーションを提示し調査した。アニメーションによる調査では、人工物に対して持った印象に最も近い印象を感じたアニメーションを回答させた。

4.2.2 結果

図 8 は実験中に被験者がどのスタンスをとったかを、説明文の提示による評価方法により評価した結果を表している。McNemar 検定によって同調条件と統制条件において、被験者の採用したスタンスの比率に有意な差があることが確認された ($\chi^2_{(3)} = 9.00, p < 0.05$)。

図 9 は実験中に被験者が人工物に対して持った印象をアニメーションによって評価した結果を表している。McNemar 検定によって同調条件と統制条件において、被験者が回答したアニメーションの比率に有意な差があることが確認された ($\chi^2_{(3)} = 7.33, p < 0.01$)。

図 10 は説明文の提示による評価方法において各スタンスをとったと回答した人数と、アニメーションによる評価において各スタンスを表現するアニメーションを回答した人数の関係を示している。

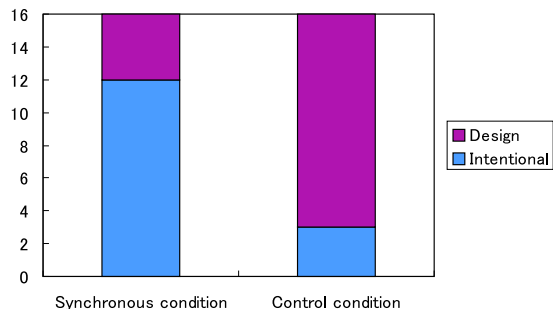


図8 人工物に対してとったスタンス(説明文により表現されたスタンスによる評価)
Fig.8 Subjects' stance against object(Evaluating questionnaires).

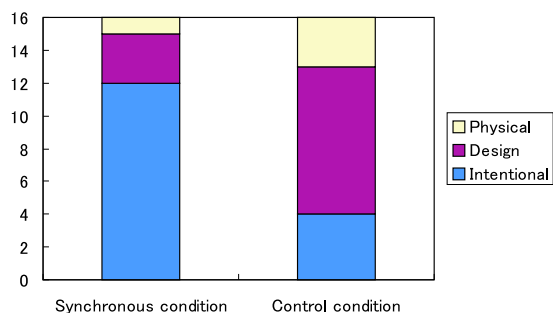


図9 人工物に対してとった印象(アニメーションによる評価)
Fig.9 Subjects' stance against object(Evaluating animations).

		アニメーション		
		意図	設計	物理
説明文	意図	13	1	1
	設計	3	11	3
	物理	0	0	0

図10 各評価方法において回答したスタンスの関係
Fig.10 Stance subject answered in each rating scale.

4.2.3 考察

被験者が、説明文の提示による評価方法において回答したスタンスと、アニメーションによる評価方法において回答したスタンスに大きな差は見られなかった。アニメーションによる評価方法と説明文の提示による評価方法において、被験者が回答したスタンスの一致率は75%であった。これより、人工物に対して被験者が持った印象を、説明文の提示による評価方法で評価する場合と、アニメーションによる評価方法で評価する場合はほぼ同一の結果が得ることができるといえる。

アニメーションによる評価方法は、各スタンスの印象を被験者に記号的に伝達するのではない。そのため、説明文の提示による評価方法に比べ、被験者が実験中にとっていたスタンスに近い回答が得られると考えられる。また、被験者が直感的に理解することが可能となり、被験者の負担を低減させることができると考えられる。しかし、実験後のインタビューにおいて、統制条件における被験者は、意図スタンスを表現するアニメーションにおける、円が壁の前まで行き再び元の位置に戻るとい

う動作が、規則正しく動く立方体の様子を表しているように感じた」と答えた。また、このような間違った解釈は他のアニメーションでも同様に見られた。アニメーションによる評価は被験者がアニメーションのどの部分に着目するかによって、とったスタンスと回答するアニメーションに違いが出るという問題点がある。

5. まとめ

我々は評価語による評価方法とアニメーションによる評価方法を提案した。実験の結果、それらの評価方法は説明文により表現された各スタンスと関係があることを示した。またこれらの評価方法を用いて、人工物に対する人間のスタンスを評価することができることを示した。

評価語による評価方法では、被験者は人工物に対して持った印象を直感的に評価することができる。また、アニメーションによる評価方法は被験者に各スタンスの印象を直感的に提示する。そのためこれらの評価方法は、実験中に被験者が採用したスタンスにより近いスタンスを評価することができるため有用であるといえる。

評価語による評価方法は多数の評価語を用いて評価するため、特定の評価語において被験者が誤った解釈を行ってもそれが結果に大きな影響を与えることはない。また、アニメーションによる評価方法は被験者に容易に各スタンスの印象を理解させることができる。しかし、評価語による評価方法では、被験者がとったスタンスによって、異なるイメージを対象に対して持っていることを明らかにすることができるような評価語を選定しなければ明確な結果が得られない。また、アニメーションによる評価方法では、被験者に間違った印象を与えることのないようなアニメーションを製作しなければならない。我々が提案した評価方法を人工物に対する人間のスタンスの評価方法として確立するためにはこれらの課題を解決する必要がある。

文 献

- [1] Kazunori Terada, Takashi Shamoto, and Akira Ito. Utilizing theory of mind on human agent interaction. *In the 15th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication(RO-MAN 2006)*, 2006.
- [2] Helen L. Gallagher and Christopher D. Frith. Functional imagine of ' theory of mind '. *TRENDS in Cognitive Sciences*, Vol. 7, No. 2, pp. 77-83, 2003.
- [3] David Premack and Guy Woodruff. Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Science*, Vol. 4, pp. 515-526, 1978.
- [4] Daniel C. Dennett. *The Intentional Stance*. Cambridge, Mass, Bradford Books/MIT Press, 1987.
- [5] 末永俊郎編：社会心理学研究。東京大学出版，1987。
- [6] 神田崇行，石黒浩，石田亨。人間-ロボット間相互作用にかかわる心理学的評価。日本ロボット学会誌，Vol. 19, No. 3, pp. 362-371, 2001.
- [7] 梅海櫻，寺田和憲，熊崎晶規，社本高史，伊藤昭。物理オブジェクトの生成する目的指向動作の理解。ヒューマンインタフェースシンポジウム 2006, 2006.