

擬人化エージェントに対する事前情報が 対象の印象評価に与える影響

The effects of preliminary information of human-like agents on evaluations of impressions

田和辻 可昌*¹ 小島 一晃*² 松居 辰則*²
TAWATSUJI Yoshimasa KOJIMA Kazuaki MATSUI Tatsunori

*¹早稲田大学大学院 人間科学研究科 *²早稲田大学 人間科学学術院
Graduate School of Human Sciences, Waseda University Faculty of Human Sciences, Waseda University

The uncanny valley argued that an agent whose appearance is extremely similar to human makes a unfamiliar impression on people. Its mechanism is still unclear, even though it is an critical issue in human-agent interaction studies. Since a humanlike agent can be recognized as both of a human and an agent, its impressions must be evaluated from two aspects as a human and an agent. According to this assumption, we hypothesized that a gap between impressions from the different aspects causes the uncanny valley and experientially confirmed whether such the gap can arise. In our experiment, subjects were asked to evaluate impressions of a picture of an agent in two sessions, in which they were preliminarily given different information about the agent. The preliminary information was "she is a person" or "she is a CG character". The results proved that the impressions varied between the sessions. They also indicated that the impressions in the second session were influenced by preliminary information given in the first session. We discussed this gap between the two sessions from the viewpoint of the cognitive consistency theory.

1. はじめに

1.1 背景

近年、人間とコミュニケーションを取るロボットや、外的表現を持ち自律しているかのように振る舞うコンピュータプログラム(以下、両者をまとめて「エージェント」と呼ぶ)の開発が進められている。今後エージェントが人間と共生することが予想されるが、そのとき、エージェント側が人間に対して自然にコミュニケーションを取り、人間と社会的関係を構築することが求められる [坂本 05]。このような社会的関係を人間とエージェントの間で成立させるためには、人間と人間のインタラクションと人間とエージェント時インタラクションにおいて、人間の振る舞いや印象に対する評価がどのように異なるかを検討する必要がある。 [山岡 06, 神田 06]。人間と人間のインタラクションと人間とエージェントのインタラクションの比較にあたり、エージェントの外見が人間の印象に与える影響は大きい。このため、エージェントの外見を人間とほとんど区別がつかないようにすることで、両インタラクションの比較が行われた。しかし、「不気味の谷」現象によって、このエージェントの極端な人型化に対して問題点が指摘された [Mori 70]。「不気味の谷」とは図 1 に示すように、エージェントの人間に対する類似度が高まるにつれ、人間はそのエージェントに対して高い親和度を得るが、ある類似度付近において、急激に人間のエージェントに対する親和度が減少するというものである。この現象は Human Robot Interaction や Human Agent Interaction などの分野において重要な課題となっている。

「不気味の谷」を題材とする研究は多く [MacDorman 06a, MacDorman 06b, Seyama 07]、その発生メカニズムに関して様々なアプローチがなされているが、その解明には未だ至っていない。これは従来の「不気味の谷」に対する研究が人間に酷似したエージェントの物理的な外見上の特徴(例えば、顔の輪

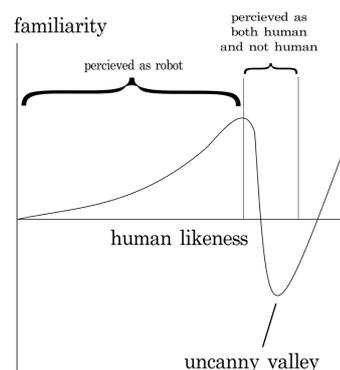


図 1: 「不気味の谷」

郭や目の大きさなど) や、その外見の物理的な変化という点にのみ着目しているためであると考えられる。そこで、本研究では人間のエージェントに対する認知的側面に注目する。

1.2 仮説と研究方法

人間はまず対象を知覚し、その後の高次認知プロセスの段階で知覚対象が何であるかといった判断や対象に対する印象や感情などの評価を行う。一般的な場合においてこの判断は一意に定まり、この判断のもとで人間は対象に対して評価を行うと考えられる。例えば、ある人の印象評価においては、その人を「人」として判断し、「人間である」という観点からその人を評価するであろうし、人間に対して類似度が低いロボットの印象評価であれば、その対象を「ロボット」として評価する。これに対して、「不気味の谷」を発生させるようなエージェントは、人間に酷似しているという点で「人間としての情報」を持つ反

面、実際には人間ではないという点で「人間ではないという情報」を持つと考えられる。この情報の混在によって、人間はその情報をそれぞれ処理し、エージェントが「人間である」という判断とエージェントが「人間でない」という矛盾した判断を行い、その各判断による観点からの評価においても矛盾が生じるのではないかと考えられる。本研究ではこの評価の矛盾が「不気味の谷」を誘引すると考える。そこで、本研究は人間に酷似したエージェントの物理的な外見上の形状や変化に着目するのではなく、評価対象であるエージェントを人間が「人間である」あるいは「人間でない」のいずれの評価観点によって評価したかという点に着目し、エージェントに対する評価観点の違いが印象に変化を与えるかを実験によって検証する。

2. 実験

2.1 材料と課題

本実験においては、人間に酷似したエージェントの印象を評価してもらうため、図2のImage Metrics社製“Emily”の静止画を用いた。“Emily”は実在する人物の実写映像をもとに作成されたCGアニメーションで、本研究ではそのアニメーションの一部を切り取って利用した。また教示および印象評価は、あらかじめ配布した5枚左長辺閉じの実験用紙を用いた。実験用紙の構成は、1枚目に氏名を記入する欄、実験における注意書きが記され、2枚目と4枚目には各教示条件と表1に記す15組の形容詞対が記載されている。形容詞対は先行研究[神田06]で用いられていた形容詞対のうち、先行研究での因子分析結果において各因子の因子負荷量が高いものから15組抽出した。実験用紙の3枚目は白紙にし、4枚目に記された教示条件が2枚目を使用する実験中に見えないようにした。最後に5枚目に本実験に関する簡単なアンケートを記載した。これら実験用紙の白紙を除く各ページ右下には指示があるまでページをめくらないよう注意書きを記した。

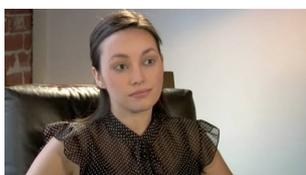


図2: 実験に用いた画像

表1: 実験で使用した形容詞対

1. 温かい—冷たい	9. ワクワクする—怠惰な
2. 近づきやすい—近づきにくい	10. 良い—悪い
3. 率直な—率直でない	11. 新しい—古い
4. 親しみやすい—親しみにくい	12. 小さい—大きい
5. 活発な—孤独な	13. 優しい—残酷な
6. 明るい—暗い	14. 速い—ゆっくりな
7. 人間らしい—機械らしい	15. 勇敢な—臆病な
8. 知的な—知的でない	

2.2 手続きと条件群

本実験は早稲田大学大学生76名に講義の一環として一斉形式で行われた。あらかじめ被験者を二つの群に、教室の左右でほぼ同数になるように分割し、各群専用の実験用紙をそれぞれ配布した。

全体の実験の流れを図3に示す。実験開始にあたり、被験者に実験用紙の注意書きを読んでもらうように指示し、実験中は他の被験者の方を見たり、話したりすることを禁じるよう注意を促した。その後教室前方の大型スクリーンに図2を提示し、実験用紙をめくるよう指示した。実験用紙に記載された教示によって対象が「人間である」か、それとも「CG画像である」かを伝え、そのもとで印刷された15組の形容詞対に関して対象を5段階の評定尺度法(SD法)にて評価してもらった。また、対象を相反する二つの観点から評価してもらうため、実験用紙をめくってもらい、4枚目をあけるよう指示した。ページをめくる作業は、全体が評価が終わったことをこちらが全体に確認してから行ってもらうようにした。ここで、始めに提示した情報とは異なる情報を実験用紙によって教示し、再度前方スクリーンに投影している図2の印象を同形容詞対15組に対して同じく5段階で評価してもらった。実験がすべて終わった人から、最後のページにあるアンケートに答えてもらった。

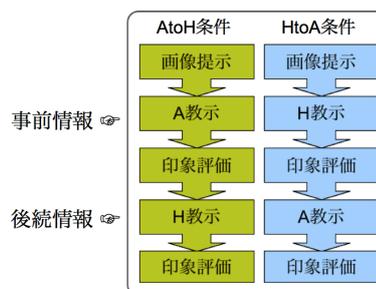


図3: 実験の流れ

被験者はAtoH条件群とHtoA条件群に分けられる。これは、刺激に対する先の教示が「刺激は人間」であるか、「刺激はCG画像」であるかによって分かれる。AtoH条件では、先の教示で示す刺激の情報(以下、事前情報と呼ぶ)が「CG画像」(以下、A条件)であり、後の教示で示す刺激の情報(以下、後続情報と呼ぶ)が「人間」(以下、H条件)である実験群を表す。HtoA条件では、事前情報がH条件であり、後続情報がA条件である条件群を表す。

2.3 分析方法

本研究の仮説から、評価対象を矛盾する二つの観点から評価することで、人間の対象に対する評価の齟齬が生まれると考えられる。そこで分析では、まず、観点ごとに印象の差が生まれるかを、各条件群の(1)事前情報間(AtoH条件群のA教示における評価とHtoA条件群のH教示における評価間)の印象評定値に有意な差があるかどうかと、(2)後続情報間(AtoH条件群のH教示における評価とHtoA条件群のA教示における評価間)の印象評定値に有意な差があるかどうかを各形容詞対に関して検証する。その後、観点の変化によって各実験群において事前情報時と後続情報時における各形容詞対の評定値間に有意差が見られるかを検証する。最後に形容詞対「7. 人間らしい—機械らしい」の印象評定値には、対象が「人間である」か「人間でない」かの被験者の判断が反映されていると考

えることができる。そのため、形容詞対「人間らしい-機械らしい」の印象評定値から、各実験群の各教示時で被験者が評価対象をどの程度「人間らしい」と評定したか、を比較し、H教示のときは「人間らしい」と判断する傾向にあるか、A教示のときは「機械らしい」と判断する傾向にあるかを調べる。

3. 実験結果

前節で述べた実験の結果を記す。本実験では被験者 76 名のうち 68 名分の有効回答が得られた*1。また、AtoH 条件群と HtoA 条件群に属する被験者の有効回答はそれぞれ 34 名分であった。各教示条件における各形容詞対の印象評定値の SD プロファイルを図 4 に示す。青と緑がそれぞれ AtoH 条件の A 条件、H 条件の各形容詞対の平均値を表し、黄と赤がそれぞれ HtoA 条件の H 条件、A 条件の各形容詞対の平均値を表している。

3.1 結果 1：評価観点の違いによる印象評定値の差の検定

まず、「人間である」という観点から評価した場合、「人間でない」という観点から評価した場合に印象評定値に差があるかを検証する。検定にあたっては等分散仮定のもと t 検定を行った。この結果を表 2 に示す。事前情報間では形容詞対「7. 人間らしい-機械らしい」($p = 0.073$) に関して 10% 有意水準で評定間に差の有意傾向が見られた。それに対して後続情報では形容詞対「6. 明るい-暗い」($p = 0.068$) に関して 10% 有意水準で差の有意傾向が見られ、「13. 優しい-残酷な」($p = 0.019$) に関して 5% 有意水準で有意差、「7. 人間らしい-機械らしい」($p = 0.0009$)、「8. 知的な-知的でない」($p = 0.0022$)、「11. 新しい-古い」($p = 0.0077$) に関して 1% 有意水準で有意差が見られた。

表 2: 各情報間での印象評定値に見られた有意差 (+: 有意傾向, *, **: 5%, 1% 水準での有意差)

情報	有意差の見られた形容詞対
事前情報間	人間らしい +
後続情報間	明るい +, 優しい *, 人間らしい **, 知的な **, 新しい **

3.2 結果 2：評価観点の変化による印象評定値の差の検定

次に、事前情報から後続情報へと評価観点を変化させることによって、印象評定値に差が生まれるかを検証する。この結果を表 3 に示す。AtoH 条件群において、事前情報 (A 教示) から後続情報 (H 教示) へと評価観点を変化させることで、「11. 新しい-古い」($p = 0.0562$) に関して 10% 有意水準で有意差傾向が見られ、「8. 知的な-知的でない」($p = 0.0101$) では 5% 有意水準、「15. 勇敢な-臆病な」($p = 0.0054$) では 1% 有意水準で有意差が見られた。これに対して、HtoA 条件では、「13. 優しい-残酷な」($p = 0.0534$)、「15. 勇敢な-臆病な」($p = 0.088$) では 10% 有意水準で有意差傾向が見られた。

*1 除外されたデータは、本実験後に行ったアンケートにおいて、以前に刺激として提示した画像を見たことがあるかどうかで「見たことがある」と回答してあるものである。

以上から、一度事前情報の観点から評価した後に事後情報の観点から評価すると、「勇敢な-臆病な」といった一部の形容詞対に関して印象変化が起こることが明らかになった。

表 3: 各条件群内での印象評定値に見られた有意差 (+: 有意傾向, *, **: 5%, 1% 水準での有意差)

条件群	有意差の見られた形容詞対
AtoH 条件群	新しい +, 知的な *, 勇敢な **
HtoA 条件群	優しい +, 勇敢な +

3.3 結果 3：「人間らしさ」の各教示における印象評定値の差の検定

各教示内容ごとの「人間らしい-機械らしい」の印象評定値を図 5 に示す。縦軸は「人間らしい-機械らしい」の印象評定値の平均であり、値が大きくなればなるほど「機械らしく」なることを表す。横軸は教示内容 (評価観点) が「CG 画像」であったか、「人間」であったかを表す。表 2 から、事前情報が「CG 画像」(A 教示) のときと「人間」(H 教示) のときには評定値に有意傾向が見られ、後続情報が「CG 画像」(A 教示) のときと「人間」(教示) のときでは評定値に 1% 水準の有意差が見られた。しかし、表 3 から、条件群内での H 教示と A 教示の「人間らしい-機械らしい」の印象評定値では AtoH 条件群も HtoA 条件も有意傾向が見られなかった。

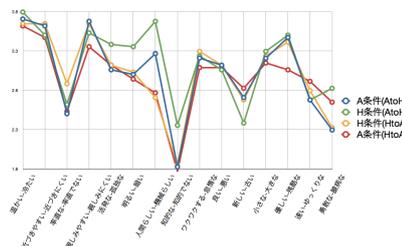


図 4: 各教示条件における印象評定値の SD プロファイル

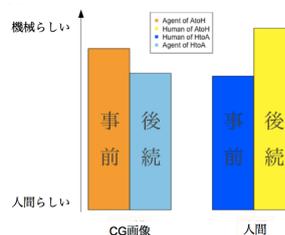


図 5: 教示内容ごとの「人間らしさ」に関する事前情報時印象評定値と後続情報時印象評定値

4. 考察

結果 1 から、人間は事前情報時での評価では「人間である」と伝えられても「CG 画像である」と伝えられても印象の変化

は見られないが、事後情報時では、条件群の間の印象に差異が生まれた。これは事前情報に反する情報が与えられたことが大きく関与していると考えられる。また、結果2より評価観点を変化させることによって、人間のエージェントに対する「勇敢さ」が変化することが確認されたが、それ以外の形容詞対に関しては大きな印象の変化は見られなかった。よって評価観点の変化は対象に対する印象の変化を与えないことが考えられる。以上から、人間は評価観点に変化した際、事前情報時の評価観点で対象を評価する傾向があると考えられる。

形容詞対「7. 人間らしいー機械らしい」の印象評定値には、対象が「人間である」か「人間でない」かの被験者の判断が反映されていると考えることができる。そこで、形容詞対「人間らしいー機械らしい」の印象評定値は、被験者が評価対象に対して抱いた「人間らしさ」を表すと考える。すると、「人間である」という教示下ではこの形容詞対の評価得点は「人間らしく」と考えられ、「CG 画像である」という教示下ではこの形容詞対の評価得点は「機械らしく」と考えられる。まず、結果1において「7. 人間らしいー機械らしい」は事前情報間で平均得点に有意傾向が見られ、後続情報間では1%有意水準で平均得点に有意差が見られた。一方、結果2において、教示を変化させても「人間らしいー機械らしい」の平均得点に有意差は生まれず、「人間らしさ」の印象は教示の変化に影響を受けないことが分かった。これから、事前情報で対象を評価した後に、事前情報と相反する後続情報が与えられると、後続情報でのエージェントに対する「人間らしさ」の評価は事前情報に沿うように評価される可能性が示唆された。

これらは人間がある対象の印象評価を行う際に、対象に関して予め与えられる事前情報と整合性がとれるように認知が働くという心理学における「情報の整合性(一貫性)」説に起因すると考えられる[小池96]。港らによると、人間が人間に酷似したロボットとインタラクションを取る際の人間の視線の動きと人間が人間とインタラクションを取る際の人間の視線の動きを計測すると、ロボットに対する視線対順の動きと人間に対する視線追従の動きはほぼ等しい反面、ロボットの目に対する停留時間が人間の目に対するそれよりも長いことが明らかになっている[Minato04]。これは、本研究の仮説の枠組みで捉えると、人間は人間に酷似したロボットを「人間である」という認識をしている反面、「人間ではない」という認識もしている。この整合性を取る働きが、ロボットの目に対する視線追従に表出されているのではないかと考えられる。

以上から新たに本研究の仮説を発展させる。人間は人間に似たロボットを観測すると、初め顔の形状などある物理的情報から「人間である」という知覚を得る。しかし、何らかの理由で「人間ではない」という情報を対象から読み取ると、両者の整合性を取ろうとするメカニズムが働く。そこで情報の整合性がとれれば対象の判断が一意に定まるため、認知的な負荷が解消される。しかし、整合性を取ることができない状態が続けば、対象の判断が難しくなり、人間の認知的負荷が高まることで、対象解釈に対して拒否反応が起こり、この拒否反応が「不気味の谷」を引き起こす。

5. 総括

「不気味の谷」を起こすと考えられるエージェントは人間の外見に対する類似度が極めて高く、人間はそのようなエージェントに対して「人間である」という評価観点と「人間でない」という二つの相反する評価観点から評価を行う。このような相反する評価観点における評価間の齟齬が「不気味の谷」の発生

メカニズムに関連しているという仮説を立て、本研究では人間が二つの相反する評価観点から対象の印象評価を行う際に、そのような評価間の齟齬が起こるかを実験によって検証した。結果、人間が評価対象に対して抱く「人間らしさ」が、この評価観点の違いによって大きく影響を受けることが明らかになった。特に、ある事前情報で対象を評価した後に、事前情報と相反する後続情報で再度評価を行う際は、事前情報での評価に沿うように印象を形成する可能性が示唆された。

本実験では、人間が人間に酷似したエージェントを観察した際に、二つの相反する観点から評価するという点を、実験者側から教示を与えて変更することで擬似的に実験環境を整えたが、この部分は十分な検討の余地がある。本来人間が、人間に酷似したエージェントを観察する際は、自らある情報を対象から読み取って「人間である」「人間でない」と判断すると考えられる。このため、人間が対象のどの物理情報を用いて、「人間である」あるいは「人間でない」と判断しているかを検証する必要がある。これによって、人間が人間に酷似したエージェントからどのように「人間である」という情報と「人間でない」という情報を読み取り、二つの情報間の整合性をとっているかを理解することができると考える。

参考文献

- [坂本 05] 坂本 大介, 小野 哲雄: ロボットの社会性: ロボットによる人間関係の構築と崩壊, 情報処理学会 研究報告, Vol.2005, No.109, pp.15-20, (2005)
- [山岡 06] 山岡 史享, 神田 崇行, 石黒 浩, 萩田 紀博: 遠隔操作型コミュニケーションロボットとのインタラクションにおける印象評価, 情報処理学会論文誌, Vol.47, No.4, pp.1234-1244, (2006)
- [神田 06] 神田 崇行, 宮下 敬宏, 長田 拓, 配川 有, 石黒 浩: 人ロボット相互作用における人型ロボットの外見の影響, 日本ロボット学会誌, Vol.24, No.4, pp.1-9, (2006)
- [Mori 70] Mori Masahiro: The Uncanny Valley, Energy, Vol. 7, No. 4, pp. 33-35, (1970)
- [MacDorman 06a] K.F.MacDorman: Subjective ratings of robot video clips for human likeness, familiarity, and eeriness: An exploration of the uncanny valley, ICCS/CogSci-2006 Long Symposium: Toward Social Mechanisms of Android Science, (2006)
- [MacDorman 06b] K.F.MacDorman, H.Ishiguro: The uncanny advantage of using androids in social and cognitive science research, Interaction Studies, Vol.7, No.3, pp.297-337, (2006)
- [Seyama 07] Junichiro Seyama, Ruth S. Nagayama: The Uncanny Valley: Effect of Realism on the Impression of Artificial Human Faces, Presence, Vol.16, No.4, pp.337-351, (2007)
- [小池 96] 小池 知子: 対人記憶に及ぼす期待効果の非対称性, 愛知教育大学研究報告, No.45, pp.73-79, (1996)
- [Minato 04] Takashi Minato, Michihiro Shimada, Hiroshi Ishiguro, Shoji Itakura: Development of an Android Robot for Studying Human-Robot Interaction, Proc. IEA/AIE Conf. 2004, pp.424-434, (2004)