

失敗する演出を施したロボットは人と円滑な関係を築くか

Do Error-Prone Robots Build a Smooth Relationship with People?

谷郷 力丸† Rikimaru Tanigo
 早川 博章‡ Hirofumi Hayakawa
 高橋 卓見† Takumi Takahashi
 岡 夏樹‡ Natsuki Oka
 廣田 敦士‡ Atsushi Hirota
 西崎 友規子‡ Yukiko Nishizaki

概要

本研究は、本来完全な振る舞いをするはずのロボットが不完全なプレゼンテーションをすることが、ロボットに対する印象評価とプレゼンテーション内容に対する評価に影響を及ぼすか、またロボットに対する協力行動の喚起に影響するかを検証した。その結果、プレゼンテーション中に失敗する演出を施したロボットは、そうでないロボットと比べて、有意に、より人間的だと感じられ、より親しみをもたれ、より有能でないと感じられることが分かった。しかし、プレゼンテーションでロボットが紹介した店舗の印象等の指標には有意差はなかった。さらに重要な結果として、ロボットへの印象（人間的、親しみ）が向上したにも関わらず、失敗を演出したロボットが最後に人からの協力を必要とする失敗をしたとき、それに対する協力行動が有意に抑制されることが分かった。

1. はじめに

近年、銀行やホテル、携帯ショップなどのサービス業において接客を担う「サービスロボット」の導入が盛んになり始めている。三菱東京UFJ銀行の窓口対応に「NAO」が[1]、ソフトバンクでの携帯電話の契約を行うために「Pepper」が[2]導入された。従来、製造業で利用されていたロボットがサービス業に普及しはじめた理由としては、計算機の高性能・低価格化や3Dプリンターや高性能で安価な電子部品の普及によって、ロボットが比較的低コストで開発・生産できるようになったことや、最近の人工知能技術の急速な発展、またスマートフォンなどロボットのユーザーインターフェースとして使える機器が普及したことによると考えられる。サービスの場でロボットに共通して求められるのは、顧客への案内や対話等の、いわゆる接客業であり、人間との円滑なコミュニケーションが求められる。したがって、今後のロボット分野に関する研究において、ロボットがいかに人と円滑な関係を築けるかが重要になってくる。

人とロボットとの関係構築の手法として、ロボットにあえて欠点を持たせる研究が行われている[3]。そのようなロボットの例として、ゴミ箱に車輪だけがついたゴミ箱ロボットがある[4]。このロボットはゴミを見つけることはできるが、ゴミを拾う腕がないため、人の力を借りる他ない。このロボットを用いた実験の結果として、このロボットが静止しているときよりも、人に向かうときやゴミに向かう

て歩いていくときの方が、人がゴミをより多く入れてくれたことが示された。これらの研究により、あえて不完全に作られたロボットの行動が人の協力行動を引き出し、人がロボットと円滑なコミュニケーションを取ろうとするようになる可能性が示されている。

我々は、本来失敗はしないはずと考えられているロボットにあえて失敗をさせることで、人との心理的な距離を縮めることができないだろうかと考えた。こうすることで、コミュニケーションが必要な接客の場において、ロボットが人と円滑な関係を築きやすくするのではないかと考えた。そこで、不完全な振る舞いをするロボットが店舗の紹介（プレゼンテーション、以後、プレゼンと呼ぶ）をする場面と、完璧な振る舞いをするロボットが同じ店舗の紹介をする場面をそれぞれ設定し、ロボットに対する印象評価と、店舗に対する印象評価、また協力行動の発動が、2種類のロボット間で異なるかどうかを検証した。

2. 方法

2.1 実験参加者

47名の大学生（年齢18–25歳、平均21.4歳、SD1.5、男性37名、女性10名）が実験に参加した。実験参加者はロボットによるプレゼンを聞いて印象を回答する実験であると説明を受けた後、個人情報取り扱いについて等の同意書に記入後、実験に参加した。参加者は、男女比を均等にしたいうえで、無作為に2つのグループ Group-Miss と Group-Neutral に分けた。前者は失敗を演出したロボットのプレゼンを聞き、後者は全く失敗を演出しないロボットのプレゼンを聞いた。（Group-Miss：24名、Group-Neutral：23名、以後 Group-M、Group-N と呼ぶ）

2.2 実験環境

図1と図2に実験環境の様子を示す。実験スペースには、ロボット、店舗の紹介（プレゼン）のスライドを映すスクリーン、アンケートA、Bを挟んだバインダー、アンケート回収BOX、実験の様子を記録するムービーカメラを事前に設置した。ロボットはAldebaran Robotics社の自律型小型ヒューマノイドロボットであるNAO T14を使用し、カメラはCANONのiVIS HF11を使用した。ロボット（実験で使用するロボットを以後、NAOと呼ぶ）の右手には指示棒を持たせ、左手にはスライドを送るリモコン（実際に操作はできない）を持たせた。また、NAOとスライドは別の部屋から遠隔操作した。

2.3 手順

図3に実験のおおまかな流れを示す。実験は、実験説明を行う1名と、遠隔操作でNAOを動作させる1名の計2名の実験者が行った。プレゼンは、新しく開店するカフェと本屋が一体となった、ブックカフェについての紹介であった。プレゼンは6-8分程度（Group-Mでは7分52秒：失敗

†京都工芸繊維大学 工芸科学部
 School of Science and Technology, Kyoto Institute of Technology

‡京都工芸繊維大学 大学院工芸科学研究科
 Graduate School of Science and Technology, Kyoto Institute of Technology

にかかる時間 1分 47秒を含む, Group-Nは 6分 5秒:失敗にかかる時間は含まない)であり, 3種類の心理アンケート(2.4にて詳細を記載)への回答を含め, 実験は全体で1名につき約30分を要した。



図1 実験環境(1)



図2 実験環境(2)

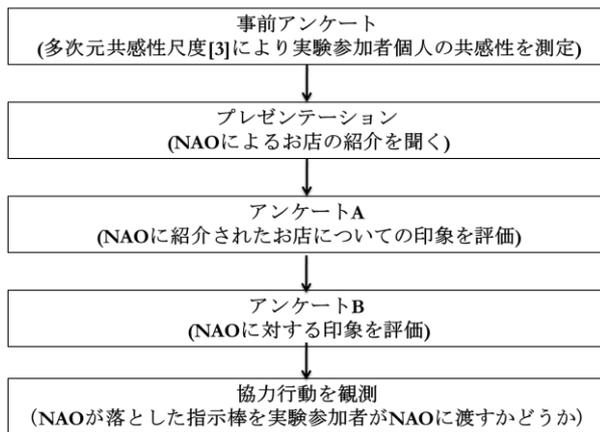


図3 実験の流れ

まず, 参加者はプレゼンを聞く前に事前アンケートに回答することが求められた。次に実験者は参加者を連れて実験スペースへと移動し, 設置された道具や NAO, 実験の様子を録画するカメラについて説明を行った。実験中, 質問があれば NAO に向かって手を振るように指示した。参加者と NAO を 1対1にするために実験者は退室した。

そして, NAO が実験の流れ (ブックカフェのプレゼン) を聞いた後, アンケート Aに答え, 最後にアンケート Bに答える)を説明した後, 店舗の紹介を始めた。Group-Mでは NAOがプレゼン中に7回失敗をするが, Group-Nではまったく失敗をしない。

失敗の内容を表1に示す。

表1 失敗の内容

失敗の種類	時間
1. スライドを送り間違える	2m12s - 2m38s
2. 数値を思い出すのに時間がかかる	3m16s - 3m28s
3. 言葉がなかなか思い出せない	4m03s - 4m15s
4. 言葉を言いよどむ	5m08s - 5m13s
5. 突然画面が真っ暗になる	5m40s - 6m06s
6. 言葉をなかなか思いつかない	6m26s - 6m36s
7. 言葉を囁む	7m18s - 7m 32s

その後 NAO は参加者に, アンケート Aの回答を促し, 回答が終われば自分に手を振るように指示した。アンケート Bにおいても同様の指示をした。実験者は参加者が NAO に向かって手を振るのを確認したあと, 最後に NAO が研究室の紹介プレゼン (57秒)を行う操作をした。NAOは, そのプレゼン中に指示棒を落とし, 右腕を伸ばし拾おうとするが, 拾えず, 「届かない」と声を発し, 参加者を見た。それから NAO は右手を2度ゆっくりと, 開く→閉じるという動作を繰り返した。実験者はモニターで, 参加者が指示棒を拾って, NAOの開閉する右手に渡すかどうかを観測した。参加者が渡すかどうかに関わらずこれで実験は終了し, 実験者が来るまで参加者に待機してもらった。実験者は最後にアンケートの抜けがないか確認をした。

2.4 アンケート

実験で用いた3種類の心理アンケートについて説明する。

[1] 事前アンケート

実験参加者個人の共感性を多面的に理解するために, プレゼン前に事前アンケートと称し, 多次元共感性尺度 (MES) [5]を行った。この尺度は, 他者の心理状態に対してどのような認知や情動の反応傾向を示すかを測定するために作成された尺度である。この尺度の信頼性と妥当性については尺度作成過程で確認されている。今回の実験では「想像性」を除いた「視点取得 (5項目)」「被影響性 (5項目)」「他者指向的反応 (5項目)」「自己指向的反応 (4項目)」で構成された計19項目を用いた。各項目には, 「とてもよく当てはまる」を5点, 「全く当てはまらない」を1点とした5件法を用い, 得点が高いほど, 共感性が高いことを示す。

[2] アンケート A

アンケート Aの内容を表2に示す。プレゼン終了後に行ったアンケート Aは, NAOが紹介したブックカフェの印象の評価を求めた。最初の6項目には, 「とてもよく当てはまる」を6点, 「全く当てはまらない」を1点とした6件法を用い, 得点が高いほど, ブックカフェに対する印象が高いことを示す。残りの3項目は具体的な数値を求める自由回答とした。また何故その数値を答えたかの理由も聞いた。

表2 アンケートAの内容

- 【1】6件法で評価**
1. このブックカフェに行ってみよう。
 2. ロボットの接客を受けてみたい。
 3. 定期的にこのブックカフェを利用したい。
 4. ロボットが働いている姿を見てみたい。
 5. このブックカフェを知人に紹介したい。
 6. ロボットと会話してみたい。
- 【2】具体的な数値で評価**
1. このブックカフェのロボットを補佐するアルバイトを頼まれたとします。時給がいくらならば、このアルバイトをしたいですか。
 2. このブックカフェ自慢のオリジナルブレンドコーヒーを含む、お店のドリンクを1杯飲むチケット1枚にいくらまで払いますか。
 3. このブックカフェに対する印象を100点満点で評価してください。

【3】アンケートB

アンケートBの内容を表3に示す。アンケートBでは、プレゼンを行ったNAOに対する印象の評価と、実験自体の評価への感想を求めた。初めの4項目は、Bartneck, C.らが提案した、ロボットに対する人の印象を測る設問から抽出した[6]。各項目には「よく当てはまる」を6点、「全く当てはまらない」を1点とした6件法を用い、測定を行った。5項目目は、NAOに対する印象を、自由記述で回答してもらった。6項目目は実験全体の感想を自由に記述してもらった。

表3 アンケートBの内容

- 【1】6件法で評価**
1. 人間的な
 2. 生き生きとした
 3. 親しみやすい
 4. 有能な
- 【2】自由記述**
1. 先ほどのNAOについてどう思うか、自由にお書きください。
 2. この実験について思ったことや気づいたことがあれば、自由にお書きください。

3. 結果

3.1 心理評価

アンケートAのそれぞれの項目に対して、Group-MとGroup-N間において有意な差が見られるか否かt検定によって確認したところ、表4に示す通り、各水準間に有意な差はなかった。

アンケートBの最初の4項目それぞれに対して、Group-MとGroup-N間において有意な差が見られるか否かt検定によって確認した。その結果、表5に示す通り、Group-MはGroup-Nと比べ、有意に人間的 ($t(35) = 2.46, p < .05$) で、親しみがあり ($t(45) = 2.71, p < .01$)、有能でない ($t(45) = 2.57, p < .05$) と回答した。

次に、店舗への評価とNAOへの印象評価の関係を調べるために、アンケートAとアンケートBの結果について相関分析を行い、ピアソンの積率相関係数を求めた。アンケートAの【2】の3、「100点満点で店舗の印象を評価」とアンケートBの「親しみやすい」の間で、中程度[7]の正の相関が認められた ($r = .536, p < .001$)。

3.2 協力的行動

図4に示す通り、NAOが落とした指示棒を参加者がNAOに渡したか否かを観測し、Group-MとGroup-Nそれぞれの参加者の中でその割合を算出した。図4から、Group-NではGroup-Mよりも、指示棒を渡した参加者の割合が多かった。そこでGroup-MとGroup-N間での、NAOが落とした指示棒を人の割合の差が、統計的に有意であるかをカイ2乗検定を用いて確認したところ、有意差が認められた ($\chi^2(1) = 6.18, p < .05$)。

また、共感性の傾向が、指示棒を渡すという協力的行動に影響する可能性を考え、その関係性を相関分析にて確認した。参加者がNAOに指示棒を渡したかどうかの行動を得点化し(拾った者の中で渡さなかったのは1名のみであったため、その者を「渡した」とみなし、「渡した」を2点、「無視した」を1点とした)、事前アンケートの「視点取得」、「被影響性」、「他者指向的反応」、「自己指向的反応」の4項目と、それぞれ相関分析を行ったが、有意な相関はみられなかった。

表4 アンケートA：店舗に対する印象

印象	Group-M		Group-N		p値	
	平均値	SD	平均値	SD		
【1】	-1	5.17	0.99	5.35	0.76	0.494 n.s.
	-2	4.67	0.94	4.83	1.24	0.629 n.s.
	-3	3.79	1.12	3.78	1.14	0.979 n.s.
	-4	5.17	1.14	5.04	0.75	0.673 n.s.
	-5	4.67	1.03	4.74	1.19	0.828 n.s.
	-6	4.29	1.31	4.48	1.21	0.622 n.s.
【2】	-1	930	123	993	186	0.190 n.s.
	-2	442	157	426	209	0.778 n.s.
	-3	82.1	9.23	83.5	9.60	0.622 n.s.

* $p < .05$, ** $p < .01$, n.s.: not significant

表5 アンケートB：NAOに対する印象

印象	Group-M		Group-N		p値
	平均値	SD	平均値	SD	
人間的	3.63	0.70	2.91	1.18	0.019 *
生き生きとした	3.50	1.12	3.83	1.05	0.319 n.s.
親しみやすい	4.75	0.88	3.91	1.18	0.009 **
有能な	3.71	1.10	4.57	1.14	0.013 *

* $p < .05$, ** $p < .01$, n.s.: not significant

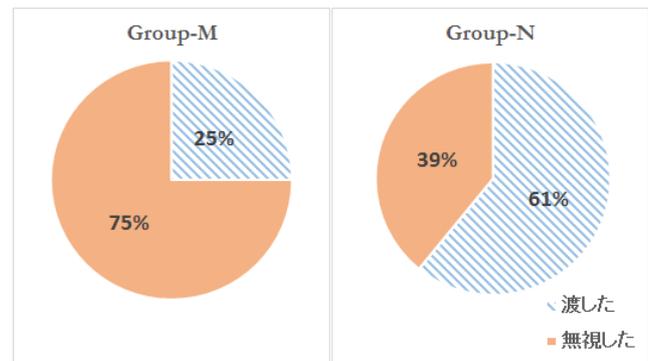


図4 人がNAOへ指示棒を渡したか否かの割合

4. 考察

ロボットの失敗に対し、人は親しみをもち、人間的だと感じる事が明らかとなった。人間的なあたたかみを要する作業を行うロボットが、人間と友好的な関係を築いていくために、本研究で演出したような失敗は有効であると考えられる。

一方、ロボットの失敗は店舗の評価に影響を与えなかった。評価が上がらなかった理由として、アンケート A の【2】の3、「100点満点で店舗の印象を評価」の項目において、Group-MとGroup-Nの点数は82.1と83.5と共に高得点であることから、ほとんどの参加者にとってプレゼンで紹介する店舗は魅力的な内容であり、天井効果をもたらしたことが考え得る。また評価が変わらなかった理由として、失敗を繰り返すロボットは有能でないと判断される一方で、親しみを持たれ、人間的だと感じられたため、両方の効果が打ち消し合って、店舗の評価に影響が出なかった可能性がある。

さらに、”不完全なロボットは人の協力行動を引き出す”という、先行研究[3,4]から予想される仮説とは異なり、ロボットの不完全な振る舞いは、人がロボットの失敗に対して「指示棒を拾って渡してあげる」という協力行動を有意に抑制した。プレゼンでの失敗の回数が7回と多すぎたため、参加者をロボットの不完全な状態に慣れさせてしまい、逆に人の協力行動を抑制してしまった可能性がある。また、7回の失敗はいずれも実験参加者の協力なく解決してしまうものであったため、それらが虚偽の警報として受け取られ、「狼が来るぞ効果 (Cry wolf effect [8])」を引き起こした可能性も考えられる。ロボットが、協力や援助などの人の向社会的な行動を喚起させるための適切な演出について、ロボットの不完全な行動の頻度やタイミング、失敗からの回復の仕方等、今後検討を進めていく必要がある。

5. まとめ

本研究では、人は人間らしい失敗を繰り返すロボットに対して、より人間らしさ、親しみやすさを感じるということが分かった。すなわち、ロボットが人間社会での友好関係を築くためには、人間らしい失敗の演出が有効であるということを示すことができた。また、人間らしい失敗を繰り返すロボットは有能でないと判断されるにも関わらず、その店舗の紹介内容に悪影響が見られないこともわかった。親しみやすさの向上が紹介内容の印象の良さに関係することから、あたたかみのあるサービスを提供する場などにおいては、ロボットは有能さよりも親しみやすさに重きを置いて設計すべきかもしれないということが示唆される。

一方、失敗の演出により協力行動が抑制されるという結果も同時に得られた。協力行動を抑制しないような失敗の演出の仕方や頻度等を明らかにしていくことは、今後の課題である。今回の結果を足掛かりとして、不完全なロボットに関する研究を進めていく計画である。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 25330260 の助成を受けたものである。

参考文献

[1]朝日新聞デジタル(2015)「銀行窓口に接客ロボ『ナオ』三菱東京UFJ」

<http://www.asahi.com/articles/ASH7P470NH7PPLFA003.html>
(閲覧日：2016/07/27)

[2]ソフトバンク株式会社(2016)「世界初！ロボットだけで接客する携帯電話ショップを期間限定でオープン」
http://www.softbank.jp/corp/group/sbm/news/press/2016/20160127_01/(閲覧日：2016/7/27)

[3]岡田美智男(2012)『弱いロボット』(シリーズ ケアをひらく)医学書院

[4]三宅泰亮, 山地雄士, 大島直樹, デシルバ・ラビンドラ, 岡田美智男(2013)「Sociable Trash Box: 子どもたちはゴミ箱ロボットとどう関わるのか」28巻2号, 197-208, 人工知能学会論文誌

[5]鈴木有美, 木野和代(2008)「多次元共感性尺度 (MES) の作成—自己指向・他者指向の弁別に焦点を当てて—」, 56, 487-497, 教育心理学研究

[6]Bartneck, C., Croft, E. & Kubic, D. (2009). Measurement instruments for the anthropomorphism, animacy, likeability, perceived intelligence, and perceived safety of robots. *International Journal of Social Robotics*, 1(1), 71-81.

[7]Guilford, J. P. (1956). *Fundamental statistics in psychology and education*. New York: McGraw Hill.

[8] Breznitz, S. (1984). Cry wolf: The psychology of false alarms, Lawrence Erlbaum Associates.