# 共生ロボットの試作と社会的役割の研究

長田　純一[*1]　對馬　隆介[*1]　山口　智治[*1]
山岡　和彦[*1]　山﨑　綾[*1]　田丸　和寿[*1]

## A development and consideration for the communication robot design

Junnichi OSADA [*1], Ryouhei TSUSHIMA [*1] , Tomoharu YAMAGUCHI [*1]
Kazuhiko YAMAOKA [*1], Aya YAMAZAKI[*1] and Kazutoshi TAMARU[*1]

**Abstract** - This paper presents the development of a robot for Human-Robot Interaction Research, and a field study for human-robot interaction research was tried out at train stations and in trains. The robot acted as a station staff or a train crew. The setup situation was intended to allow passengers to interact with the robot. Beyond such initial settings, the robot`s activities were expanded to play a major role at company-sponsored events like as a company member. We observed that a robot is possible to play a social role in an open community. Designing social acceptability as well as functional, and emotional roles altogether is a key consideration for a robot to be adopted in the society.

**Keywords**: Communication Robot, Interaction design, Social Agent, Service design, Human-Agent Interaction

### 1. はじめに

本研究では，コミュニケーションロボットを試作して，そのロボットを用いてフィールドワークを行い，人と共生するロボットの価値とそのデザイン方法について報告する．

筆者らは，1997 年から家庭で人と暮らす事のできるロボットの研究開発を進め「PaPeRo（パペロ）」というロボットを開発し,実際の家庭や公共施設等で使いながらロボットの役割を模索してきた(図１)．その活動の中から，ロボットと接する人間側について詳しく調べることがロボット開発に重要であることが明らかになり，社会学や心理学の視点からロボットと接する人や，その社会環境に着目した研究を進めてきた[1].

図１　パーソナルロボット PaPeRo（パペロ）

Fig. 1　Personal Robot PaPeRo

本稿ではそれらの研究活動を人文系研究と呼ぶ.本稿では，最初に人文系研究を目的としたロボットの開発と,そのロボットを用いたフィールドワークについて紹介する．そしてそのプロセスを考察し，社会で受け入れられるためのロボットの価値とデザイン要素として，ロボットのキャラクタが非常に重要である事ついて報告する．なお，本稿におけるキャラクタとは,「強そう」「優しそう」といった人がロボットに対して想像するイメージのことを指す.

### 2. 背景 / PaPeRo の強みと人文系研究への利用の課題

PaPeRo は，画像認識により人を見分け音声認識・合成により人とコミュニケーションできる．伝言機能やインターネットの情報読み上げ，クイズの出題などができる．また，モーションや振る舞いをプログラミングスキルがないデザイナー等でも簡単に制作できる環境を備えている．そのためデザイナーが最大限その創造性を発揮し振る舞いのデザインすることができ，子供から高齢者まで幅広く「可愛い」というイメージで捉えられた．また，PaPeRo を用いた人文系研究では，ロボットに対する人の印象は，ロボットの振る舞いよりも人自身がロボットに対し積極的な認知活動を行ってイメージし，キャラクタを形成するということが検証された[2].

このように，人文系研究では興味深い結果が導かれロボットをインタフェースに使う有効性の要因や要素を細かく検証する次のステップへの活動が求められた．しかしそのような要素や要因を細かく分析するには PaPeRo

● *1:日本電気株式会社
*1: NEC Corporation.

のキャラクタが障害となった．前述の結果は「PaPeRo」のキャラクタを内包しての結果であり，イメージが異なる他のロボットを用いた場合は異なる結果となる可能性が残っている．

また，PaPeRo は身長が 30cm 程度であるため,人が自然な姿勢でインタラクションするためには，公共空間や展示会では台の上に置く必要があった．それはコミュニケーションという視点からすると何とも不自然であり，同じ空間に存在していることを無意識レベルで阻害しているのではないかという疑問が浮かんでいた．さらにロボット自体の大きさやロボットとの視線の位置関係はインタラクションにおいて強く影響するのではないかという事もこれまでの研究から示唆されていた．今後の研究のために、人と同じ空間に配置でき，人に無理のない姿勢でインタラクションできるロボットが必要となった．

## 3．人文系研究用ロボットの開発

最初に，人文系研究を目的としたロボットの開発について紹介する．このロボットの目的は，人と同じ空間に配置でき，人が無理のない姿勢でインタラクションできることを実現することである．また，極端なキャラクタが発現しないようにデザインし，顔には目と口があるものとした．また，本ロボットは人文系研究者が主なユーザとなるため,ロボットの工学的な知識がなくとも実験できるように，人文系研究で実績のある PaPeRo をベースとし，実体で印象を評価しながら開発を進めた．PaPeRo をベースとすることで，デザイナー向けに整備した GUI のモーションツールを用いて動作を作成できる．インタラクションについても WoZ で実験が行えるよう遠隔操作環境を利用できる．

### 3-1 大きさの検討

身長については，PaPeRo の胴体を上下に切り離して背をのばした状態を作成し，印象の異なる視線の高さを検証した．本開発では,人が無理がない体勢でコミュニケーションできる範囲を想定して約 30cm 程度伸縮することとした．．また，同じロボットで条件を変えて実験できるように，身長は可変できる機構を組み込む事とした．

### 3-2 顔の検討

ロボットの特長がデザインの意図しないイメージを誘発してしまうこともある．たとえば全体のバランスが悪く不安定なことが「頼りない」とイメージしてしまうなどである．違和感が出ない範囲で目と口の形状をシンプルにした．

### 3-3 胴体の検討

胴体については身長が可変するため，伸縮することが可能な形状が求められた．PaPeRo の胴体をそのまま延ばした場合，頭部と胴体のバランスが崩れて違和感がでてしまうため，違和感を軽減するための装飾を検討した．しかし何かしらの装飾をとりつけると，それが特徴となりキャラクタ性が出てしまった．そのため機能をそのまま形状とし無理な装飾はしないこととした．PaPeRo の機構を胸部と腰部に分割したうえで脊椎様の柱で連結し，伸縮を自然に想像できる蛇腹で覆う構造とした．

### 3-4 外観の検討

頭部，胸部，腰部とも，コミュニケーションロボットとしての受容性を阻害せず，攻撃性を与えないように直線的や角を廃し，円・楕円を基調とした丸みを帯びた形状とした．色についても白とグレーのみ用いた．また，頭部，胸部，腰部は布張りとし，硬い・冷たいといった印象を与えないように配慮した．

### 3-5 腕の検討

腕が「無い」ことによる違和感のイメージが起こる事は PaPeRo で報告されていたが，身長をの場した事でその違和感がより強くなってしまった．そのため胴体の部分と同じパーツを用いて腕を装着した．また動きに違和感でないよう重力の自然法則でブラブラ動くものとした．

### 3-6 モーション

モーションについては，PaPeRo の開発で改善整備されたものを採用．声色と口調も，PaPeRo の中の最も中性的にデザインしたものを採用した．

以上から，今回開発したロボットが図２である．,本ロボットは人文系研究者が主なユーザとなるため,ロボットの工学的な知識がなくとも，設計した実験を実現でできることを実現するために， PaPeRo でデザイナー向けに整備したモーションツールを用いて動作を作成できる．インタラクションについては WoZ で実験が行えるよう遠隔操作環境を整備した[3].

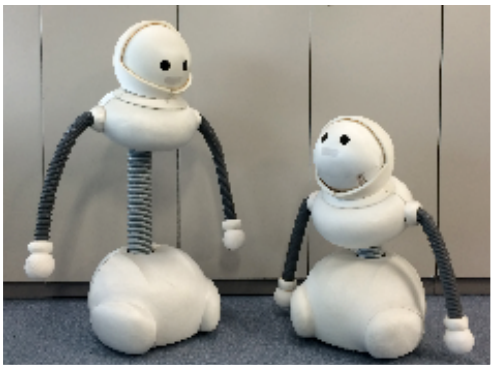

図２　人文系研究ロボット

Fig.2 The experimental robots

## 4. 活動フィールドとロボットのキャスティング

次に，このロボットを用いたフィールドワークについて紹介する．活動フィールドは三重県四日市市内を走る「四日市あすなろう鉄道」である[4]．同鉄道は近年利用者の減少や車両などの老朽化から将来のあり方が検討されていたが，市民団体である NPO 法人四日市の交通と街づくりを考える会や地域住民の活動により，近畿日本鉄道と四日市市が出資して生まれ変わった鉄道である[5]．存続の危機を経験したことで地域住民の愛着が深まり，また，同鉄道自身も地域からの応援と期待を再確認したことで，単に地方を走るという意味のローカル鉄道ではなく，地域に密着したローカル鉄道のあるべき姿を目指している．そのため，鉄道職員が積極的に地域のイベントに参加したり，市民団体や沿線住民が鉄道イベントの企画運営を行うなど，地域住民と鉄道との心理的距離が近いのが特徴である．

このフィールドで実証実験を行うために，ロボットのキャラクタをデザインした．

### 4-1 バックグラウンドストーリー

バックグラウンドストーリーとは映画などで用いられる言葉で，登場人物の生い立ちや現在に至るまでの経緯，物語の中での役割を意味する．ロボットと初対面の利用者に対しては，まずは挨拶と自己紹介が必要であろうと考え，自己紹介をするためのバックグラウンドストーリーをデザインした．具体的には「NEC の研究所で誕生し，四日市あすなろう鉄道に駅員の見習いに来ている」という設定にした．駅員業務は本ロボットでは難しい作業が多々あり，見習いとすることでロボットに出来ることを限定し，できなくても許される状況を作る狙いがあった．また，四日市あすなろう鉄道とロボットを組合せて「あすなロボ」と命名した．

### 4-2 コンテンツデザイン

本稿でコンテンツとはロボットが話すセリフとモーションの組合せでありロボットの振る舞いのことを言う．セリフはバックグラウンドストーリーに基づいて検討し，セリフに合わせたモーションを作成した．セリフの内容は，挨拶，自己紹介，駅員業務，四日市あすなろう鉄道の紹介や豆知識，答えられない時の返し方，効果音である．駅員業務は「あと 5 分で列車が来ます」など列車の運行に関する案内．答えられない時の返し方は「すみません，最近きたばかりなのでわかりません」などとし残念な回答にならないような工夫をした．

### 4-3 外観のデザイン

ロボットが鉄道会社に属し「駅員」であることが利用者にも容易に分かるように，制服の帽子と名札を着けた．名札には「見習」と記載し，見習い駅員ロボットであることも明示した（図 3）．

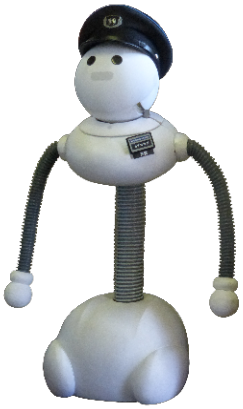

図 3　あすなロボ

Fig.3 Station Staff “Asuna-Robo”

## 5. フィールドワーク

フィールドワークは 2015 年 8 月から 2017 年 10 月までの間，不定期に約 20 回実施した．ロボットの制御は遠隔で操縦する WoZ 方式で実施した．利用者からのロボットへの質問を操縦者が聞き取り，用意しておいたコンテンツを実行する仕組みである．人とロボットのインタラクションを観察しながら，対コンテンツを組み換えたり追加や削除を繰り返していった．また，観察だけでなく利用者へのアンケートも行った．

実施したフィールドワークは以下である．

### 5-1 無人駅

無人駅では改札付近に立ち，「ご乗車ありがとうございます」「まもなく列車が到着します」など駅員的な発話の他「暑いですね」「私は見習いです」などの雑談的なコンテンツを用いた．

定期券を見せて通過する人や，朝は無視をした人も夕方再び改札を通った際には話しかけたりする様子が観察され「駅員」として認知されていた(図 4)．

図 4　無人駅でのフィールドワークの様子

Fig.4 A snap shot of interaction with a passenger

### 5-2 イベント列車での車内案内

駅での実験の後，イベント列車車内での案内役を行う実験を行った．「まもなく発車します」「この先ゆれますのでご注意ください」といった乗務員的な発話とイベントの案内を行った．

利用者は最初は驚くがすぐに慣れ，ロボットの振る舞いを楽しむ人や一緒に記念写真を撮るなどが観察された．

また走行中に車両の揺れでロボットが大きくゆれると，倒れないように手を差し伸べ押さえる人も観察された(図 5)．

図 5　イベント列車でのフィールドワークの様子

Fig.5 “Asuna-Robo as a train crew

また，「この先ゆれますのでご注意ください」と発話した直後に実際にカーブ区間で大きくゆれるといったリアルタイム性に驚いた様子だった．

我々は，これらの観察から例えば「写真撮ろうよ」と発話した後に利用者がカメラを構えたら「ハイポーズ」と続けて発話するなどリアルタイム性のあるコンテンツを充実させた．

### 5-3 駅イベントへの参加

地域ボランティアが駅に花を植えるイベントがありそこに参加した．花植え自体を手伝う事はできないが，「みんながんばってください」など応援をするような振る舞いをおこなった(図 6)．

図 6　駅イベントへの参加の様子

Fig.6　“Asuna-Robo” joined an event at the station

このようなイベントの際には，その前日に駅でイベント告知を行うなどを役割の幅が広がった．

### 5-4 ロボットを活用したイベント列車

「沿線利用者と将来を考える」というテーマでイベント列車を走らせ，ロボットがイベントの紹介や説明を実施した．このイベントでは利用者があすなろう鉄道への想いやロボットにしてほしいことを七夕の短冊に書き，車内に飾り付けるというイベントであった(図 7)．

図 7　短冊列車の様子

Fig.7 “Asuna-robo” guiding an event in the train

### 5-5 地域イベントへの参加

不定期ながら，駅や車内や駅イベントへの参加が定着してくると，地域のイベントへの参加の話が持ち上がった．地域の鉄道会社が集まるイベントに同鉄道会社のメンバーとして参加し，ブースでのお出迎えや記念写真などの対応を行った(図 8)．また，イベント全体のステージでの司会も行うようになった他，ノベルティグッズへ起用され，同鉄道会社をプロモーションする存在となった(図 9)．

このような段階になると，鉄道会社のスタッフ以外にも地域住民や利用者もすっかりあすなロボの機能や性能，限界を理解し，あすなロボに苦手な仕事をさせるのではなく，あすなロボが得意とする仕事を積極的に考えてくれるようになった．

図 8　イベントの様子

Fig.8 “Asuna-robo” playing an important role in an event

図 9　ノベルティ

Fig.9 “Asuna-Robo” became a mascot of the railway company

## 6. 考察

ロボットの開発と，それを用いたフィールドワークについて考察する.

### 6-1 ロボット自体に関する反応の考察

フィールドワークを通しての利用者の反応は a)積極的に触れ合う人，b)距離を保ってじっと見ている人，c)どんなに話しかけても無視し続ける人の大きく３タイプであった．その他,

- ロボットにベタベタ触り側を離れない子供が多数
- 女性のほうが年齢を問わず反応が良い
- 噂を聞きつけて孫を連れてくる人もいた
- 定期をみせる，運賃を尋ねるなど駅員として理解された
- 駅員や車掌のようなタスクよりは雑談的なものが好評
- 取外しできる腕を何度も脱着して反応を楽しむ子供がいた
- 女子高生の集団は「ヤバい」「キモい」と言って喜んでいた

である.

これらの多くはPaPeRoを用いた過去の実験と同様の反応であり想定されていたものであったが，触る行為についてはPaPeRoよりも多く観察された．これらのことから，開発したロボットはPaPeRoと同様のイメージであり，人がロボットに対して積極的な認知活動を行ってイメージすることが本ロボットにも起きていたと考えられる.

### 6-2 フィールドワークに関する考察

フィールドワークの活動内容を考察すると，ロボットの仕事が駅員からイベントへの参加へ拡大し，鉄道会社のシンボル的役割へと変わっていったことが確認できる．これらについてフィールドワークにおけるロボットの価値を以下の３つに分類した.

#### 6-2-1 機能的価値

人の業務や作業の代替である．発車案内や運賃案内，イベント告知といった駅員が行う業務を機械化・自動化することによって省人化を実現するなどの価値である.

#### 6-2-2 情緒的価値

ヒューマンインタフェースとしての優位性である．機械や IT 機器に不慣れな子供から高齢者まで利用可能なデバイスとして，また，情報を引き出すだけでなく，単にお喋りを楽しんだり，触れ合いたくなるといった価値である.

今回のフィールドワークでは駅員業務の代替という機能的価値より，ロボットとの雑談や触るといった情緒的価値の方が多く確認されたが，ローカル鉄道であることやイベント会場といったフィールドの特性であるとも考えられる.

#### 6-2-3 社会的価値

企業や組織のマスコットキャラクターとして，ブランディングやプロモーションを担う存在となることである．存在自体の価値と言う事もできる.

機能的価値と情緒的価値については，従来の研究でも検証されており，社会的価値も前述の 2 つの価値に内包されていたと考えられるが，イベントやテレビへの出演要請，SNS を含むメディアでの取り上げられ方などは，今回のフィールドワークでは最も強いニーズであったため，従来の 2 つに加え新たに分類した.

では，なぜ今回のフィールドワークでは社会的価値を確認でき，そのニーズが最大化したのだろうか．ひとつは，フィールドワークを重ねる度にロボットのコンテンツを充実改良していき，最終的にはイベントで四日市あすなろう鉄道を代表する振る舞いまで完成度を上げたことが考えられる.

もうひとつは，ロボット自体のイメージと社会組織のイメージとの親和性が考えられる．丸みを帯びた古い小柄な車両や昔から変わらない駅舎，笑顔でベテランな印象の乗務員など，地域住民や利用者から親しまれる同鉄道のイメージと，あすなロボの外観，胴体や腕の蛇腹などパーツ各所にみられるどこか古めかしいロボットのイメージ，鉄道員の帽子や名札，見習い駅員ロボットという設定など，あすなロボが人に与えるイメージが鉄道会社のイメージと親和性があり一致していることであるのではないだろうか．そして，社会的価値のニーズの段階になるとそのロボットの特性を生かした「仕事」を社会が見いだすようになり，ロボットの「居場所」が確立される.

だとすると，ロボットをデザインする際にそのロボットが所属する社会組織のイメージを取り入れてデザインすることが重要であり，それによりロボットに役割が与えられ違和感や無理のない共生が実現するのではないだろうか.

本フィールドワークの結果としては，コミュニケーションロボットが社会に受け入れられるためには社会的価値が最も重要であると結論付けられるが，社会的価値は機能的価値と情緒的価値に密接しており単独では実現できない．それは，ロボットの外見やセリフ，振る舞いで表現されるが，所属する組織のイメージや置かれる環境だけだけでなく，ロボットが行う業務や利用者との接し方，もともとロボットが持っている機能や性能にも大きく影響されそのデザイン方法は非常に複雑であり，今後明確してゆくことが重要である.

## 7. おわりに

人文系研究をすることを目的としたロボットを開発し，約 1 年にわたり鉄道会社でフィールドワークを実施し，共生ロボットのあり方について考察した.

その結果，社会に受け入れられるには活動する組織との親和性が重要であり，所属する社会のイメージをロボットデザインへ適応することにより，社会的価値が高まり共生する「場」が創造されるというロボットデザインの仮説が導かれた.

今後，異なる仕事や社会組織で実践し，この仮説を検証するとともに，そのプロセスからロボットのデザイン方法を明らかにする事が今後の課題である.


## 謝辞

活動の場をご提供いただいた四日市あすなろう鉄道株式会社、イベント運営にご協力いただいた NPO 法人 四日市の交通と街づくりを考える会に感謝いたします。


## 参考文献


[1] 長田純一,他,”人とロボットとの「かかわり合い」に関する人文系多角的研究”, 電子情報通信学会 2 種研究会 サイバーワールド第 3 回研究会, pp7-12, 2006.

[2] 長田純一, “インタラクションデザインから見た人にとってのロボットの価値”, 多摩美術大学研究紀要 第 27 号, 2012, pp103-113.

[3] 長田純一,他“人文系研究のためのコミュニケーションロボットの開発(1)”, 日本デザイン学会第 65 回春季研究発表大会概要集, 2018.

[4] 四日市あすなろう鉄道 HTTP://YAR.CO.JP/COMPANY/

[5] NPO 法人 四日市の交通と街づくりを考える会 HTTP://WWW.YTT.OR.JP/