

# デジタルゲームと実空間を移動する対話ロボットの提案 — ユーザとの関係性にもたらす効果の実験的検討 —

## Proposal of a Dialogue Robot that Moves between Digital Games and Real Space: An Experimental Study on Its Effects on the Relationship with Users

内城智紀 \*                      宮本友樹                      内海彰  
Tomoki Naijo                      Tomoki Miyamoto                      Akira Utsumi

電気通信大学

The University of Electro-Communications

**Abstract:** 本研究では、対話ロボットとユーザのより深い関係を構築する試みとして、デジタルゲームと実空間を移動する対話ロボットを提案する。提案手法は、実空間上のロボットがデジタルゲーム上に移動する演出が加えられたのち、デジタルゲーム上で実空間では不可能なインタラクションを行うことで関係が深まり、その関係が実空間上の対話ロボットに反映される仕組みである。提案手法を評価するため、デジタルゲームに移動し、シューティングゲームを行うインタラクション実験を実施した。インタラクションの前後に質問紙調査を行い、その差を比較して関係の変化を分析した。

### 1 はじめに

近年では、日常生活に対話ロボットを取り入れる機会が増えており、ユーザと対話ロボットが関係を持つ場面が増加してきている。HAI (Human-Agent Interaction) の研究分野では対話ロボットがユーザとの深い関係を構築、維持する手法について、多くの研究が行われている。一方で、タカラトミー製の Robi Jr.、mixi 製の Romi といった対話ロボットはユーザとの対話を行うことが主なコミュニケーション手段であり、対話以外の関係を深めるようなインタラクションを行うことは難しい。

一般に人と人の関係は協力による達成感の共有などによって深まり、ユーザとロボットの関係においても同様だと考えられる。具体的には、挨拶や天気の話などの対話ロボット本来の機能にとどまるインタラクションに対し、対話ロボットをユーザ自身の手で操作し課題を解決して、強い達成感を得られるようなインタラクションを行うことは、ユーザが対話ロボットとの協力を実感しやすく、関係は深まると考えられる。対話ロボットと関係を深めるような、対話以外のインタラクションを実現する手法の提案は、対話ロボットとの関係を深めるうえで有用性がある。

対話ロボットと対話以外のインタラクションを実現する手段として、対話ロボットをデジタルゲーム上に移動する方法が考えられる。実空間上の対話ロボット

と同一視できるような演出を行い、図1に示す通りロボットをデジタルゲーム上に疑似的に移動させる。デジタルゲームではコントローラを介するインタラクションを通して、ゲーム内のキャラクターと疑似的に関係を築くことができる。また、シナリオ、CGなどの要素を組み合わせることで、強い達成感を演出することができ、関係を深めるために有効なインタラクションを実現できる。対話ロボットをデジタルゲーム上に移動させることができれば、対話ロボットに新たな機器を搭載することなく、対話ロボットとの関係を築くインタラクションを生み出すことができる。

そこで本研究では、対話ロボットとユーザのより深い関係を構築する試みとして、デジタルゲームと実空間を移動する対話ロボットのインタラクション手法を提案する。また、提案手法がユーザとの関係を深める効果をインタラクション実験により検証する。

### 2 関連研究

#### 2.1 ロボットとのインタラクションによる関係の構築の研究事例

Spencer[1]らはロボットとデジタルゲームを協力して進めるインタラクションを行い、ユーザの感情の変化を分析した。そこでは、ロボットがガイドをしながらパズルゲームを行うゲームプレイエージェンシー条件と、謎解きシナリオをロボットと対話しながら進めるナラティブ条件と、自動的にパズルが進行するコン

\*連絡先：電気通信大学  
〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1  
E-mail:n2110440@gl.cc.ucc.ac.jp

トロール条件の三条件の実験を行っていた。ユーザはゲームプレイエージェンシー条件、ナラティブ条件ともにロボットとの関係性を強く感じ、コントロール条件に関しては関係の変化がみられなかった。ロボットと協力してデジタルゲームを行うことにより、関係が深まる研究は存在する。一方で、この研究に用いられたロボットは Wizard of Oz 法により制御され、家庭用に市販されている対話ロボットを Spencer らの研究の手法に適用させることは難しいと考えられる。また、この研究におけるデジタルゲームはフロー体験やユーザの主体性の向上を目的として採用されており、ロボットとユーザとの関係を深める手段として設計したインタラクションではないと言える。

## 2.2 ITACO システムによるロボットとの関係の連続

小川ら [2] はエージェントが他のメディアに移動し、多様なメディアを通してユーザを支援する ITACO システムについての研究を行った。ITACO システムにおけるメディアとは、ある目的があり、そのために利用する道具のことを指す。この研究では、エージェントが他のメディアに移動したとしても、ユーザとエージェントとの愛着は連続することがわかった。つまり、ユーザはエージェントの現れる媒体が変わったとしても、変わる前と同一のエージェントとして認識することができる。

他にも小野ら [3] の研究では仮想空間上のメディアではなく、ロボットにエージェントが移動した際にも愛着の連続が確認できるか分析を行っていた。そこでは、ロボットにエージェントが移動する条件と移動しない条件とでロボットに対する質問紙調査を行っており、条件間で有意差がみられた。そのため、実空間上のロボットにおいても愛着の連続は成り立つことがわかった。

したがって、本研究では対話ロボットがデジタルゲーム上に移動、あるいは、デジタルゲーム上のエージェントが実空間上の対話ロボットに移動したとしても、ユーザとの関係に変化は起きないことを前提とする。

## 3 提案手法

### 3.1 提案手法の概要

提案手法の概略図を図 1 に示す。以下の手順でユーザは対話ロボットとインタラクションを行う。

1. ロボットが「デジタルゲーム内に移動できる」と発話し、掛け声と共に動作が停止して、3 秒ほど

経つとデジタルゲームの画面上にロボットが登場する。

2. ユーザがコントローラを操作してゲームを進める。
3. デジタルゲームが終了すると、ロボットが実空間上にいるロボットに乗り移った演出がなされる。

ユーザが実空間上の対話ロボットとデジタルゲーム上の対話ロボットを同一視できるようにするために、対話ロボットがデジタルゲーム上に移動したとわかる演出を加える。図 2 に示す通り、対話ロボットの動作が停止した後、モニターに対話ロボットの CG が表示される。ITACO システム [2] と HYOUTI 機構 [3] の研究から、エージェントが他のメディアに移動したとしてもユーザとの関係は継承されることがわかっている。本研究では、デジタルゲーム上の演出と対話ロボットの動作を停止することによって、デジタルゲームで築いた関係を実空間上の対話ロボットに継承させる。

### 3.2 実装

ヴイストーン社の対話ロボット『Sota』を使用し、ロボットの制御にはヴイストーン社から提供されている Vstone Magic を使用した。主に二つのシーンからなるデジタルゲームを設計した。メッセージウィンドウと対話ロボットの立ち絵が表示される形式のシーンをシナリオシーン、対話ロボットを操作して敵の弾を避けるシーンをゲームシーンと呼称する。ゲームシーンにおいて、対話ロボットを操作して敵の弾を避ける駆け引きのゲーム性が、達成感を生み出す対話以外のインタラクションを実現することに繋がる。シナリオシーンでは、実験参加者がゲームシーンでの達成感をより感じられるように、対話ロボットの友達が敵に捕らわれている様子を映す工夫や、ゲームシーンで敵を倒したあと再びシナリオシーンに帰還し、対話ロボットと対話ロボットの友達が実験参加者に感謝を述べるといったシナリオを作成した。ゲームエンジン Unity<sup>1</sup>での Asset<sup>2,3,4</sup>を用いて、SE<sup>5,6,7</sup>、BGM<sup>8</sup>、イラスト背景<sup>9</sup>、イラスト立ち絵<sup>10</sup>、合成音声<sup>11</sup>、その他イラスト素材<sup>12</sup>、フォント<sup>13</sup>

<sup>1</sup><https://unity.com/ja>

<sup>2</sup><https://assetstore.unity.com/packages/templates/packs/space-shooter-free-107260>

<sup>3</sup><https://assetstore.unity.com/packages/tools/integration/uni-bullet-hell-19088>

<sup>4</sup><https://naninovel.com/>

<sup>5</sup><https://soundeffect-lab.info/>

<sup>6</sup><https://arspark.jp/material/game/>

<sup>7</sup><https://umipla.com/>

<sup>8</sup><https://www.dlsite.com>

<sup>9</sup><https://aipict.com/>

<sup>10</sup><https://wataokiba.net/2019/04/11/sonota02/>

<sup>11</sup><https://voicevox.hiroshiba.jp/>

<sup>12</sup><https://www.ac-illust.com/>

<sup>13</sup><https://fontfree.me/>

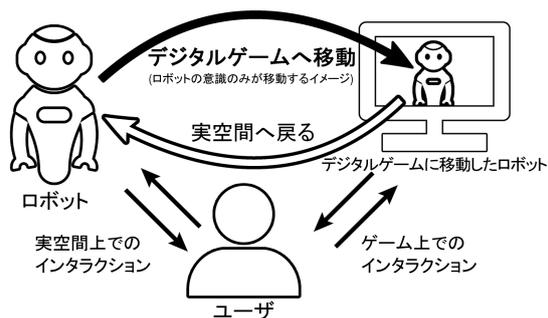


図 1: 提案手法の概略図

などを組み合わせ、デジタルゲームを制作した。

## 4 実験

### 4.1 実験目的と仮説

本実験では二つの仮説を検証することを目的とする。

- 仮説 1: 提案手法を体験する前よりも提案手法を体験した後のほうが、有意に関係が深い。
- 仮説 2: 対面でインタラクションを行った場合よりも、提案手法を体験した場合の方が関係が深まる。

### 4.2 実験条件

対話ロボットが「デジタルゲーム上に移動し、デジタルゲームを行う条件 (デジタル条件)」と「対面でボードゲームを行う条件 (対面条件)」の二つの条件を被験者間計画で設定した。対面条件ではボードゲーム『ito』を基に作った対話協力ゲームを実空間上の対話ロボットと行う。

本実験の実験参加者は大学生 20 人を対象に各条件それぞれ 10 人に実験を行った。実験参加者の属性は、平均年齢 21.4 歳、男性 16 名、女性 4 名であった。なお、本実験は電気通信大学 人を対象とする研究に関する倫理委員会の承認を得て実施された (管理番号: H24067)。

### 4.3 実験手順

実験参加者は対話ロボットへの第一印象を測る質問紙に回答し、提案手法のインタラクションを行う。インタラクション終了後、最終的な関係を測る質問紙に回答し実験を終了する。対面条件では対話ロボットと対話協力ゲームを行う。



図 2: 提案手法でのインタラクションの流れ

### 4.4 質問紙

関係性を 7 段階で測る質問紙 IOS Scale[5] と、ロボットへの印象を測る質問紙 Godspeed Questionnaire[4]、ゲームのプレイ習慣を 7 段階で測る質問紙と、関係が深まったと感じる要因を 7 段階で測る質問紙調査をインタラクションの前後に行い、対話ロボットに対する印象の変化を検証した。

## 5 結果・考察

デジタル条件における対話ロボットとの関係の前後でウィルコクソン符号順位検定を行ったところ、有意傾向 ( $p < 0.1$ ) であり、効果量は  $d = 0.806$  であった (図 3)。これは、仮説 1 を支持する結果である。対話ロボットとのインタラクション後の関係に関して条件間でマン=ホイットニーの U 検定を行ったところ、有意差はみられず、仮説 2 は支持されなかった (図 4)。デジタル条件での IOS Scale 質問紙による関係の変化は有意傾向にあり、仮説 1 を支持する結果である。このことから、提案手法による対話ロボットとのインタラクションは関係の深化に有効だと示す結果となった。

実験参加者全体におけるゲームのプレイ習慣とインタラクション後の関係の深さとの相関を分析した。スピアマンの順位相関係数 ( $r$ ) を算出し無相関検定を行っ

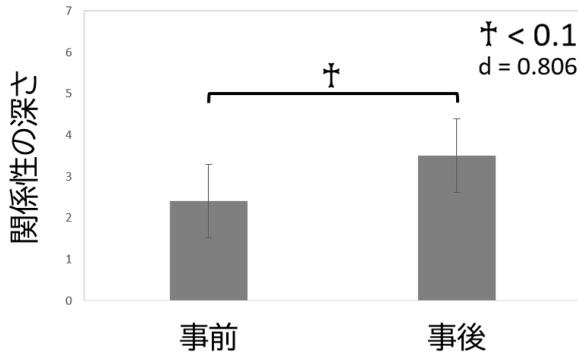


図3: デジタル条件でのロボットとの関係の比較

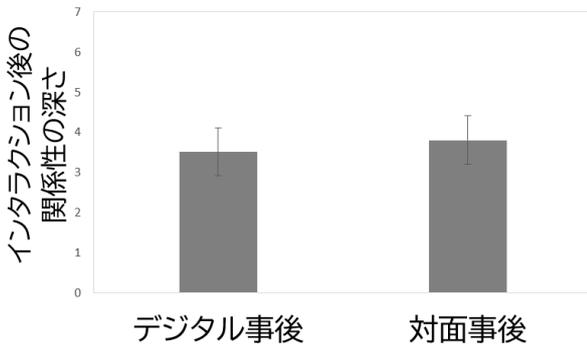
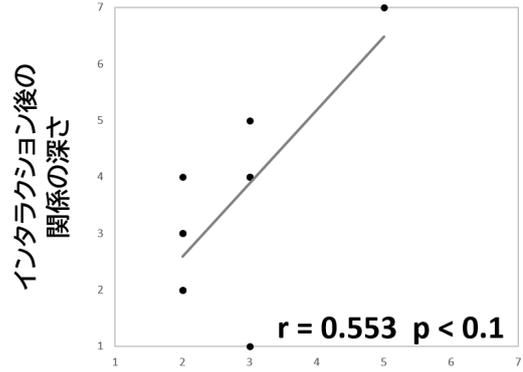


図4: 各条件での対話ロボットとの関係の比較

たところ、図5に示す通りボードゲーム『ito』のプレイ習慣と対話ロボットとの関係に相関はみられなかったが、図6に示す通りシューティングゲームのプレイ習慣と対話ロボットとの関係の相関係数 ( $r = 0.553$ ) は有意傾向 ( $p < 0.1$ ) であった。この結果の原因に関する分析を行うことはできないが、デジタルゲームを普段からプレイする人に対しては、プレイ習慣に合わせたデジタルゲームを用意することで、対話ロボットとの更なる関係の深化が見込めることがわかった。

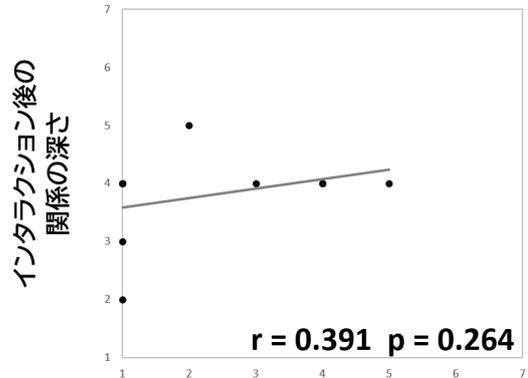
## 6 おわりに

本研究では、ユーザが対話ロボットとの関係をより深めるため、対話以外の方法で対話ロボットとインタラクションを行う方法として、デジタルゲームに移動する対話ロボットのインタラクション手法を提案した。インタラクション前後で対話ロボットとの関係の変化を調べるため、マウスを操作して達成感を得られるようなシューティングゲームを制作し、インタラクション実験により提案した手法を検証した。分析の結果、提案した手法において対話ロボットとの関係の変化がみられることがわかった。また、シューティングゲーム



シューティングゲームのプレイ習慣

図5: シューティングゲームのプレイ習慣と対話ロボットとの関係の相関



ボードゲーム『ito』のプレイ習慣

図6: ボードゲーム『ito』のプレイ習慣と対話ロボットとの関係の相関

を普段からプレイする人ほど、インタラクション後の関係が深まることがわかった。ユーザのデジタルゲームのプレイ習慣に合わせたデジタルゲームを制作することで、対話ロボットとの更なる関係の深化が見込めることがわかった。

## 謝辞

本研究は、JSPS 科研費 (JP23K16923) の支援を一部受けました。記して感謝いたします。

## 参考文献

- [1] Spencer, Ng., Thing-Han, Lin., You, Li., Sarah, Sebo.: ITACO: Role-Playing with Robot Characters: Increasing User Engagement through Narrative

and Gameplay Agency. *HRI '24: ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, pp. 522-532, 2024.

- [2] 小川浩平, 小野哲雄: ITACO: メディア間を移動可能なエージェントによる遍在知の実現, *ヒューマンインタフェース学会論文誌*, Vol. 8, pp. 373-380, 2006.
- [3] 小野哲雄, 今井倫太, 江谷為之, 中津良平: ヒューマンロボットインタラクションにおける関係性の創出 *情報処理学会論文誌*, pp. 158-166, 2000
- [4] Bartneck, C. , Croft, E. , Kubic, D. , Zoghbi, S. : Measurement instruments for the anthropomorphism, Animacy, likeability, perceived intelligence, and perceived safety of robots, *Int. J. Social Robotics*, Vol. 1, pp. 71-81, 2009.
- [5] Aron, A., Aron, E. N., Tudor, M., Nelson, G.: Close relationships as including other in the self. *Journal of Personality and Social Psychology*, pp. 241-253, 1991.