



# 日米学生によるバーチャルロボットの感性評価 PBL の経験

Experience of PBL Entitled “Affective Evaluation of Virtual Robots by Japanese and U.S. Students

井村舜<sup>1)</sup>, 大倉典子<sup>2)</sup>, ラオハカンワンウィット ティポーン<sup>3)</sup>, スリーピアン ピーラーヤ<sup>3)</sup>,  
菅谷みどり<sup>3)</sup>, 千葉浩子<sup>4)</sup>, バーク デイブ<sup>4)</sup>

Shun IMURA, Michiko OHKURA, Tipporn LAOHAKANGVALVIT, Peeraya SRIPIAN,  
Midori SUGAYA, Hiroko CHIBA, and Dave BERQUE

- 1) 芝浦工業大学 大学院理工学研究科 (〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5, ma20011@shibaura-it.ac.jp)
- 2) 芝浦工業大学 SIT 総合研究所 (〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5, ohkura@sic.shibaura-it.ac.jp)
- 3) 芝浦工業大学 工学部 (〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5, {tipporn, peeraya, doly}@shibaura-it.ac.jp)
- 4) DePauw University (46135-0037 204E.Seminary, Greencastle, Indiana, U.S.A, {hchiba, dberque}@depauw.edu)

**概要:** 芝浦工業大学とアメリカのデポー大学は、Unity を利用したバーチャルロボットの感性評価に関する共同研究を行っている。本年度は、Unity などを用いてバーチャル空間にロボットを制作し、感性評価を行った。ここでは、参加者と TA (Teaching Assistant) の両方の観点から、プロジェクトでの経験について紹介を行う。

**キーワード:** 教育・訓練, 感性評価, かわいい

## 1. はじめに

近年、ロボットは工場における製造向けのなどの労働力だけではなく、日常生活の中で利用されるようになってきている。例えば、コミュニケーションロボットである unibo [1] や感情認識パーソナルロボットである Pepper [2] は、音楽再生やタイマーなどの機能に加え、ユーザーの趣味嗜好を学習し、それに応じたコミュニケーションをとることができる。こうした日常生活で利用されるロボットを継続的に利用してもらうためには、ロボットに対してより良い印象を利用者に抱いてもらう必要がある。

また、近年は COVID-19 の感染拡大に伴い、現実世界での交流が困難になっており、海外との交流にはオンラインの活用が急速に進んでいる [3]。

したがって、本プロジェクトでは、昨年 [4][5] に引き続き、オンラインでのロボット開発のグローバル PBL を実施した [6]。本論文では、特に筆頭著者の、昨年の経験を生かした TA (Teaching Assistant) と一般参加者の両方の視点から、このプロジェクトの成果と参加した経験を述べる。

## 2. 課題

昨年プロジェクト [4][5] のロボットの制作において、参加学生に「未来のサービスを提供するロボットを制作す

る」といったテーマを設定し、ロボットを制作してもらった。しかし、これには状況設定が曖昧であるといった課題があった。したがって今回のプロジェクトでは、日米の学生の両方に当てはまる状況をペルソナとシナリオとして設定し、それを解決するためのロボットを設計するものとした。

## 3. 目的と提案

本プロジェクトは、COVID-19 の感染拡大によりデポー大学の学生の来日・来校が叶わない状況においても、オンラインのコミュニケーションツールと VR 技術を活用したグローバル PBL によって、本学とデポー大学の国際交流を行いつつ、日常生活に即したかわいいバーチャルロボットの制作とその感性評価を行うことを目的とした。

この目的を達成するために、Web 会議サービスの Zoom と、ビジネス用のメッセージングアプリの Slack を用いて、デポー大学とのオンラインのグローバル PBL を実施した。参加学生は本学の学部生および大学院生 4 名と、デポー大学の学部生 4 名であり、4 名ずつの 2 チームに分けて実施した。プロジェクトの設計および実施は、両学の教職員 6 名で行った [6]。また、実施期間は 7 週間とした。

### 3.1 制作手順

ここでは、それぞれのチームで行ったロボットの制作

手順を示す。

まず、シナリオとペルソナを設定してもらった。ペルソナとシナリオには、実際に日米の学生に共通するものを設定するものとした。また、学生は事前にシナリオとペルソナについての講義を受けた。

次に、設定したペルソナとシナリオに適したロボットを、かわいいもの、かわいくないものと、それらのグレースケールの計 4 種類のパターンでデザインしてもらった。指定されたロボットの条件を表 1 に示す。ロボットのデザインにあたり、学生には事前に参考資料 [7][8] で「かわいい工学」に関する予備知識を得てもらった。

表 1: 指定したロボットの制作条件

番号	制作条件
#1	動物のような特徴を持ち、丸型でかわいい色の、最もかわいいロボット
#2	#1 と同じ形で、色がモノクロなロボット
#3	動物のような特徴を持たず、丸型ではないロボット
#4	#3 と同じ形で、色がモノクロなロボット

次に、設定したペルソナおよびシナリオに適したロボットとバーチャル空間を、ゲームエンジンである Unity や、3DCG アニメーションを作成するための統合環境アプリケーションである Blender を用いて制作した。ロボットの動作や、動作に伴う効果音は制作した学生間で異なるが、使用する音声の内容とその音量および速度は、グループ内で同一のものとした。また、ロボットの大きさが分かりやすいように、各チームで共通の家具を 1 種類配置した。配置した家具を図 1 に示す



図 1: 配置した家具とロボット

最後に、制作したロボットの感性評価のために、学生に 20 秒のロボットの動画を制作してもらった。ロボットの感性評価への影響を減らすために、録画する際のカメラや照明の配置は、グループ内で統一するものとした。

### 3.2 グループ 1 の制作物

グループ 1 は、3 名の女子学生と 1 名の男性（筆頭著者）で構成されている。

設定したペルソナとシナリオを以下に示す。

#### ペルソナ

日向は 19 歳の大学 1 年生で、キャンパスに全く慣れていません。頻繁にキャンパス内で迷子になり、遅刻してしまいます。日向は授業に間に合うかどうか、自分の責

任をすべて覚えているかどうか不安です。どこに何があるのか、また、薬を飲む、適切な食事をする、十分な睡眠をとるなど、やるべきことを思い出すのに手助けが必要です。

#### シナリオ

ある朝、ロボットは日向が授業の 30 分前になっても起きていないことに気づき、ロボットは、「日向、起きる時間だよ、遅刻したくないでしょ!」と言い、日向を起こすために回って踊り、拍手をします。その後、ロボットは日向のスケジュールを確認し、「おはよう、最初の授業は午前 8 時に青の数学棟であるよ、10 分で準備をして」と言います。ロボットは、日向に薬と朝食を持っていきます。ロボットは「教室に行こう!」と言い、日向にリュックサックを持たせて、ついてくるように促します。そして、ロボットは日向を教室に連れて行き、到着すると回転して拍手をします。これにより、日向は喜びと達成感を感じます。

本チームではこのシナリオの中から、「ある朝、ロボットは日向が授業の 30 分前になっても起きていないことに気づき、ロボットは、『日向、起きる時間だよ、遅刻したくないでしょ!』と言い、日向を起こすために回って踊り、拍手をします。」という場面を選択し、ロボットの制作に取り組んだ。

制作したロボットを図 2~5 に示す。なお、各図において、左から#1,#2,#3,#4 のように、ロボットにロボット番号のナンバリングを行うものとする。

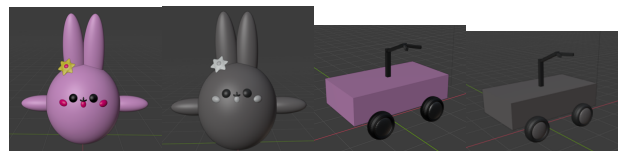


図 2: 学生 A が制作したロボット

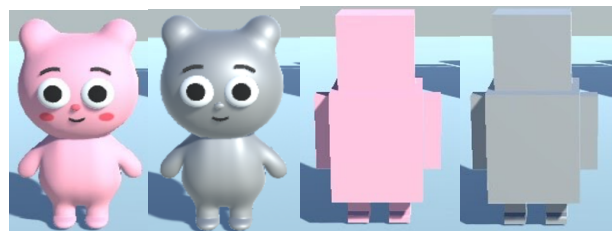


図 3: 学生 B が制作したロボット

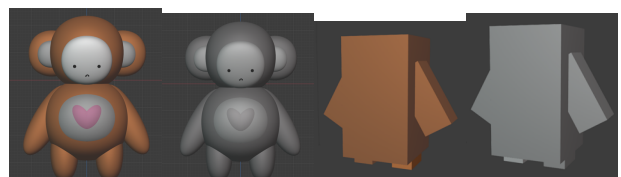


図 4: 学生 C が制作したロボット

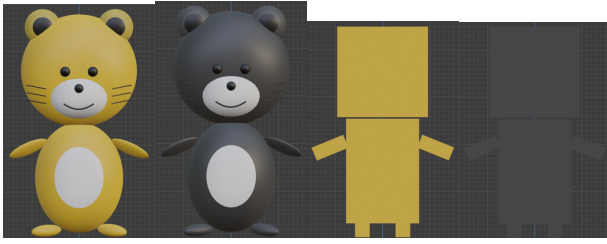


図 5: 学生 D が制作したロボット

### 3.3 グループ 2 の制作物

グループ 2 は、4 名の男子学生で構成されている。設定したペルソナとシナリオを以下に示す。

#### ペルソナ

春は 19 歳の大学生で、学業と責任に追われているため、春は寝不足になったり、食事をしなかったり、常に課題を忘れていたりしています。

#### シナリオ

夕方、春のロボットはカレンダーチェックをして、春には今夜完成させなければならない課題があることに気づきます。ロボットは立ち上がり、春に「課題をする必要があります。」と言います。するとロボットは、春が作業を始めるまで、悲しそうに頭を曲げます。春が課題を終えると、ロボットは楽しい音を出したり、ダンスをしたり、春におやつをあげたりして、春が自分の仕事に満足し、幸せを感じるようにします。

本チームではこのシナリオの中から、「週末に帰宅して疲れている学生を労って、声掛けやダンスを行う」という場面を選択し、ロボットの制作に取り組んだ。

制作したロボットを図 6~9 に示す。なお、前節と同様にロボットにロボット番号のナンバリングを行うものとする。

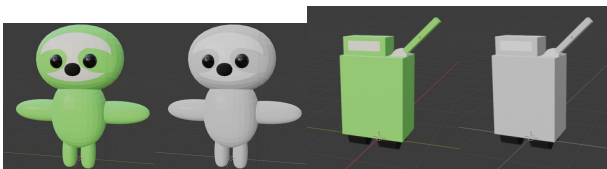


図 6: 学生 E が制作したロボット

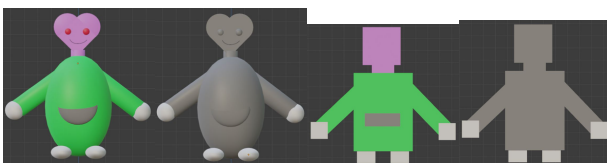


図 7: 学生 F が制作したロボット



図 8: 学生 G が制作したロボット

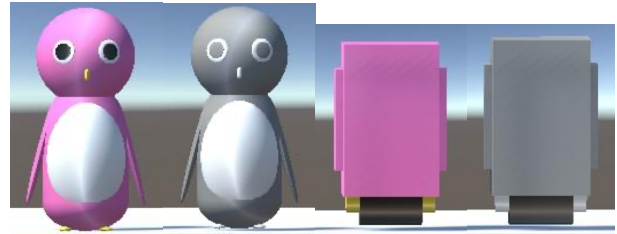


図 9: 学生 H が制作したロボット

## 4. 評価

制作したロボットの印象を評価するために、各ロボットの動画を本プロジェクトの参加者に視聴してもらい、どの程度かわいいかを調査するための主観アンケートを行った。なお、これに加えて脳波と心拍を測定した [6]。

教員 5 名のアンケートの平均値の結果を図 10 に示す。全ての学生のロボットにおいて、#1 が最もかわいいの評価の平均値が大きく、#4 が最もかわいいの評価の平均値が小さいことがわかる。

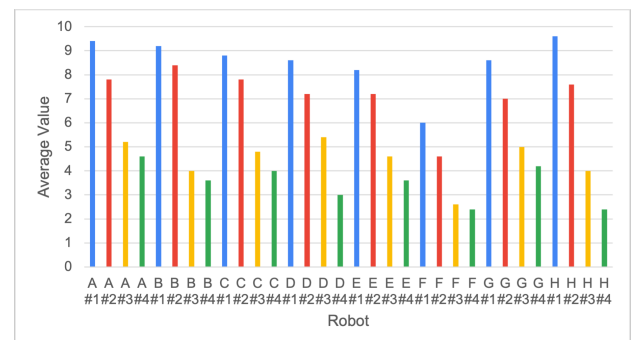


図 10: かわいいの主観アンケートの平均値

## 5. 評価の解析

上記のアンケート結果に対して、ロボットを制作した学生（以下「学生」）とロボット番号を要因とした、二元配置分散分析を行った。その結果、学生で有意な主効果がみられた ( $F(7, 28)=8.84, p<.01$ )。また、ロボット番号においても有意な主効果がみられた ( $F(3, 12)=28.72, p<.01$ )。しかし、学生とロボット番号に交互作用はみられなかった。

また、Tukey 法の多重比較を行った結果、学生 F とその他の全ての学生の間有意差がみられ ( $p<.01$ )、学生 F のロボットは、その他の全ての学生のロボットより、かわいいの評価の平均値が小さかった。

また、Tukey 法の多重比較の結果、#3 と #4 の組み合わせを除いた全てのロボット番号の間において、有意差が

みられた ( $p<.01$ )。また、#1 は他のロボット番号よりも平均値が大きく、#2 は#3 と#4 よりも平均値が大きかった。したがって、動物のような特徴を持ち、丸型でかわいい色をしたロボットは、バーチャル空間上でもかわいいと評価されたことがわかった。

## 6. 考察

筆頭著者は、一般参加者として昨年プロジェクトに参加した。その成果を利用した感性評価を行い、丸形と角形のロボットがもたらす感性の差を調査した [9]。その結果、丸形のロボットはかわいい、やさしいなどのソフトなイメージを与える可能性が示唆された。この結果と比較すると、今回はかわいいという感性をもとにそれぞれのロボットに対して条件を設定したことにより、感性評価項目は少ないものの、ロボット間の感性評価に明確に差にみられた。

また、昨年プロジェクトにおいて、ロボットの評価は主観評価の感性評価アンケートのみであったが、今回は脳波や心拍の計測を行った。制作したロボットを見たときの自身の脳波や心拍の計測を行い、ロボットによって計測結果に差が出ることを確認したが、他人が計測した場合に差が出るかはわからないため、結果がどうなるか期待しながらロボットの制作を行った。加えて、今回はペルソナとシナリオを明確に設定することで、実際のプロダクトの制作プロセスを踏むことができ、良い経験ができたように思う。

また、筆頭著者は前述の通り、TA と一般参加者の両方として本プロジェクトに参加した。TA として昨年の経験を踏まえた技術的支援を行う一方、一般参加者として、新しく使うアプリケーションについてはグループメンバーと教え合う場面もあった。TA として指示された内容を必ず完璧に仕上げなければいけないという責任を感じていた。しかし、グループ内では他の学生と同様に接してもらえたことで、一般参加者の側面を強く感じながらプロジェクトに取り組むことができた。オンラインであっても、Unity の共有機能や、Slack や Zoom などのコミュニケーションツールを活用することで、十分なコミュニケーションを行うことができた。

## 7. むすび

本プロジェクトでは、Unity を用いてバーチャル空間上にロボットを制作し、そのロボットについて、どれくらいかわいいかについて、感性評価を行った。その結果、動物のような特徴を持ち、丸型でかわいい色をしたロボットは、バーチャル空間上でもかわいいと評価されることがわかった。またグローバル PBL を通じて、責任ある TA として参加しつつも、日米学生と親密で濃厚な時間を過ごすことができた。

来年度以降も同様のプロジェクトを行い、かわいい以

外の感性の評価や、ロボットの制作条件の変更など、さらなる研究を行っていく。

## 謝辞

本資料はアメリカ国立科学財団助成金番号 No. OISE-1854255 によって支援されている研究に基づいたものです。この資料の中で表現されている意見、調査結果、結論や推薦事項はすべて著者のものであり、必ずしもアメリカ国立科学財団の見解を反映しているものではありません。

本プロジェクトにてロボットを制作した、デポー大学の Grace TODD, Haley SCHWIPPS, Liam GUINEE, Rafael MARTINEZ, 芝浦工業大学の 大塚 嵩 柁, Narumon JADRAM, NG Sheong Fong に感謝申し上げます。

## 参考文献

- [1] ユニボット株式会社: Unibo, <https://www.unirobot.com/unibo-business/>, 2021 年 7 月 20 日参照
- [2] ソフトバンク株式会社: Pepper (一般販売モデル) 製品情報, <https://www.softbank.jp/robot/consumer/products/>, 2021 年 7 月 20 日参照
- [3] 文部科学省: アフターコロナにおける大学の国際化, <https://tgu.mext.go.jp/aftercorona/index.html>, 2021 年 7 月 20 日参照
- [4] M. Ohkura, et al.: Design and Implementation of Kawaii Robots by Japanese and American University Students using Remote Collaboration, Proc. ISASE2021, 6B-03, 2021.
- [5] D. Berque, et al.: Fostering Cross-cultural Research by Cross-cultural Student Teams: A Case Study related to Kawaii (Cute) Robot Design. In; P. Rau (Ed.) Cross-Cultural Design, User Experience of products, Services, and Intelligent Environments HCII 2020. Lecture Notes in Computer Science, vol 12192, pp.553-563, Springer, 2020.
- [6] 大倉典子他: 日米学生によるバーチャルロボット設計・開発・感性評価 PBL の設計と実施, 第 26 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 2021, 投稿中
- [7] M. Ohkura, T. Komatsu, and T. Aoto: Kawaii Rules: Increasing Affective Value of Industrial Products, In; J. Watada, H. Shiizuka, K. Lee, T. Otani, and V. Lim (Ed.) Industrial Applications of Affective Engineering, pp.97- 110, Springer, 2014.
- [8] 大倉典子: かわいいの系統的研究, 情報処理, Vol. 57, No. 2, pp. 124-127, 2016.
- [9] S. Imura, et al.: Kansei Evaluation of Robots in Virtual Space Considering Their Physical Attributes Proc. HCI International 2021, In; Masaaki Kurosu (Ed.) Human-Computer Interaction. Interaction Techniques and Novel Applications. HCII 2021. Lecture Notes in Computer Science, vol 12763, pp.228-240, Springer, 2021.