

トモニゴ：科学コミュニケーションを応用した HAI 体験型展示 TOMONI-GO : An HAI Exhibition with Science Communication

土橋 一斗^{1,3*} 馬場 光希^{2,3} 新井 翔太^{2,3} 田中 葉月^{2,3} 留目 沙也^{2,3}

菊池 真由^{2,3} 奥岡 耕平^{2,3} 宮田 龍³ 川崎 邦将³ 徳永 北斗⁴

丸山 健二郎⁴ 白井 章平⁵ 正木 剛⁵ 鈴木 菜々子⁵ 大澤 正彦^{2,3}

Kazuto Dobashi^{1,3}, Mitsuki Baba^{2,3}, Shota Arai^{2,3}, Hazuki Tanaka^{2,3}, Saya Todome^{2,3},
Mayu Kikuchi^{2,3}, Kohei Okuoka^{2,3}, Ryu Miyata³, Kunimasa Kawasaki³, Hokuto Tokunaga⁴,
Kenjiro Maruyama⁴, Shohei Shirai⁵, Takeshi Masaki⁵, Nanako Suzuki⁵, Masahiko Osawa^{2,3}

¹ 日本大学大学院 総合基礎科学研究科

¹ Graduate School of Integrated Basic Sciences, Nihon University

² 日本大学文理学部

² College of Humanities and Sciences, Nihon University

³ 日本大学文理学部次世代社会研究センター

³ Research Institute for Next Generation Society, Nihon University

⁴ artience 株式会社

⁴ artience Co., Ltd.

⁵ 面白法人カヤック

⁵ KAYAC Inc.

Abstract: HAI の社会実装には、市民の多様な価値観や置かれている状況を踏まえたエージェント設計が重要である。一方科学コミュニケーションは、研究者と市民による科学技術の共創に貢献してきた。そこで著者は、市民参加型での研究開発を進めるために科学コミュニケーションの知見を体験設計、エージェント設計に応用した HAI 体験型展示「トモニゴ」を開発した。トモニゴは参加者属性や状況に応じた可変性を意識し制作している。本論文では CEATEC2024 にて約 360 名が参加した体験結果を報告する。

1 はじめに

現在の HAI[1] は、基礎研究のみならず研究成果の社会実装にも目が向けられている。HAI の知見が応用された商業用ロボット [2, 3, 4] も存在しており、例えば Pepper や Aibo のようなロボットは、商業施設や病院、家庭などの日常的な生活空間に活用が見出されている。Pepper や Aibo の貢献は、実際にそのエージェントと関わった人の役に立つことや心を癒すといった、1 対 1 もしくは少数の主体間のインタラクションでのものにとどまらない。エージェントを町やメディアで見かけることが、エージェントという概念を市民にとって「見慣れたもの」に近づけており、人とエージェントが共生する社会を想像することをより容易にしている。これにより一人ひとりのエージェントとの向き合



図 1: HAI 体験型展示「トモニゴ」

い方に対する価値観や現状の課題を提示することにも貢献している。HAI の研究成果が世の中に浸透していくためには、研究開発の発展のみならず、市民の理解や意識の発展が欠かせない。それは HAI 研究が明らか

*連絡先：日本大学文理学部

〒156-8550 東京都世田谷区桜上水 3-25-40

E-mail: chka24009@g.nihon-u.ac.jp

にしてきたように、エージェントという存在は人がどのように認識し捉えるかによって、物理的には全く同じのものであっても、全く別のインタラクションが行われるものだからである。言い換えれば、人とエージェントの相互作用を扱ってきた HAI は、よりマクロな視点で、HAI 研究と市民の相互作用を設計する必要があるといえるかもしれない。

一方で、こうした社会実装や市民の認知向上に向けた研究領域と市民の相互作用に向けた取り組みは、必ずしも学術の立場から行われてきたとは言い難い。多くの市民へ情報が伝わるためには、産業的価値観に合致していることや、市民にも理解可能な容易さ・親しみやすさを必要としている。このような性質を研究領域が単独で実現することが難しく、これまでは主に産業界が市民の理解や意識への働きかけを牽引してきたと考えられる。しかしながら、最先端の研究成果を反映させることや、研究の正確性を維持することが難しく、研究成果を十分に取り入れられているとは言い難い。研究成果に基づき市民の理解を得ていくためには、学術の立場から研究と市民の相互作用を牽引していく必要がある。

市民への研究に対する認知拡大については、これまで科学コミュニケーション [5] と呼ばれる取り組みによって行われてきた。科学コミュニケーションでは産業活動の結果として起こる市民の理解や意識の変化とは異なり、研究の正確性や重要性に十分配慮して多様なターゲットに合わせた情報発信や、一人ひとりの価値観をすくい上げて研究者やプロジェクトにフィードバックする対話の実践が行われる。当然 HAI に関する科学コミュニケーションも取り組まれてきたが、科学コミュニケーションを重要視する一部の研究者が広報活動の一環として行う程度に止まるものが多い。大多数の市民の意識変容を促し、研究自体にも大きな変化をもたらすためには、やはり産業界との連携が重要になるだろう。もし HAI 領域が科学コミュニケーションと産業を一体化させた取り組みを実現できれば、それぞれの取り組みが相乗効果を発揮して、これまで以上に大きな成果につながる可能性がある。

そこで我々は、HAI 体験型展示「トモニゴロ™ ~AI エージェントとからくりチャレンジ~」(図 1) を開発し、CEATEC2024 にて出展した。この展示では、展示体験を通じた対話という科学コミュニケーション手法を採用することにより、研究者や企業関係者と市民の多様な主体間による対話が可能となった。本稿では、市民の見解や意見を広く集めるために実施した大規模なアンケート調査の結果をもとに、HAI の社会実装における科学コミュニケーションの意義と今後の発展を考察していく。

2 背景

2.1 科学コミュニケーション

科学コミュニケーション [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12] は、人々と科学・テクノロジーとの相互作用を促し、多様な主体間での対話を通じて研究や課題の解決を目指す手法のことである。科学コミュニケーションの活動は、科学館や研究機関をはじめ、SNS によるアウトリーチ、サイエンスカフェやワークショップでの対話などの実践的な活動が多様化されている。

科学コミュニケーションを行う意義は、多様な主体をつなぎ、共創による研究の活動促進をすることである [13]。具体的には、研究者と企業、そして市民などの多様なステークホルダ間における対話を生み出していく、科学技術の発展を共に創っていくための一助となることである。

科学コミュニケーションを行うためには、ワークショップやサイエンスカフェ等を開くこと以外にも、研究内容を資料やコンテンツとしてまとめる“展示”が存在する。展示を行うことで、参加者は研究資料やコンテンツに対し見て・触れて・体験することができる。よって自身の体験を通してより深い対話や議論を行うことが可能となる。展示は特に科学館や科学にまつわる博物館等で行われることがほとんどであり、年齢や性別、身体能力、価値観など、広い対象に向けた展示が行われている [14, 15]。

このように展示は、ある特定の主体のみならず、多種多様な主体との横断的な対話が行うことができるため、各視点から見る科学技術について対話し、社会における科学技術の発展を共に創っていくことを目的としている科学コミュニケーションにとって、有効的な手法であると考えられる。

2.2 HAI の社会実装

HAI の社会実装においては、家庭、介護、販売促進など多くの場面で行われている。家庭内で活躍しているロボットにおいては、Aibo や LOVOT, Qoobo, NICOBO など、一般的にペットロボット・コミュニケーションロボットと称されるロボットが存在する。介護の場面でも同様に、ロボットを使用したロボットセラピーが存在する [16]。また、介護負担の軽減を目指し、認知症患者に対してコミュニケーション機会の創出を対話システムにより解決するなどが行われており、システムに対するアプローチも行われている [17]。

このように、人との相互作用が主題である HAI は社会実装と深く結びつくテーマであることがわかる。

2.3 HAIにおける科学コミュニケーション

HAIにおける人とロボットの関わり方や現状のロボット技術等を主題とした科学コミュニケーションにおいても存在する。

著者らの一部は、日本科学未来館にて開催された特別展「きみとロボット ニンゲンッテ、ナンダ?」の報告をしている[18]。この特別展は国内展覧会史上最大規模のロボット展であり、ロボット技術を通じて”人間”について考えることをコンセプトとして開催された。会場内には特別展のテーマに関連する複数の問いや、緩やかな強制導線による体験フローの決定、来場者自身に対して問いを残すなど、多くの科学コミュニケーション手法が取り入れられている。また、関連するイベントが多く開催され、SNSによるアウトリーチ、ロボットオーナーが集うファンミーティングを含め実践的な科学コミュニケーションが多く行われた。会期中には来場者に対してアンケートの収集、オリジナルハッシュタグを使用したSNSでの意見発信の収集が行われており、収集された体験データ、意見においては研究者へフィードバックすることにより、研究開発に活かす方針であることも記述されている。

また本展では、著者らの一部が開発した「準」自然言語ロボット[19, 20, 21, 22, 23]も展示された。「準」自然言語ロボットは自然言語発話をすることができないにもかかわらず、自然言語を用いたインタラクション(しりとり)が可能であるという市民にとって直感的ではない主張をしている。そこで本展でも展示参加者には「準」自然言語ロボットとのしりとりを体験してもらい、研究の主張を直感的に体験できる工夫をした。

2.4 展示を行う上で引き起こされる課題

展示を行う上ではこれまでも膨大な知見が収集されてきたが、本論文では特に三点について述べる。

課題1 変更の困難性

課題2 参加者の多様性

課題3 高い自由度

2.4.1 課題1: 変更の困難性

展示は一度内容の決定、制作をしてしまうと、展示や、その中で参考とする研究戦果の変更・アップグレード・ダウングレードのコストが高くなってしまう。そうになると、実際に展示を体験した市民からうける声を実際に展示に反映させることが難しくなってしまう、展示を用いた双方向の対話を行うことができなくなってしまう。

2.4.2 課題2: 参加者の多様性

実際に会場に足を運び、展示を体験する市民は、1人1人に多様な考え・立場・興味の違いがある。そのため、体験者の多様性に寄り添った、誰にとっても受け入れやすい情報・体験をつくり、提供することが難しい。

2.4.3 課題3: 高い自由度

展示には高い自由度があるために、多くの市民に体験していただくことは可能である。しかし、実際の実験室実験のシチュエーションとは乖離があるために、展示の現場で行われたインタラクションの結果を研究結果に結びつけ、直接的な議論を行うことが難しく、定性分析までにとどまってしまっていることが多い。

3 HAI体験型展示「トモニゴー」

展示手法が持つ科学コミュニケーションにおける強みを活かしつつ、1人1人の特性に寄り添うことを意識したHAI体験型展示「トモニゴー™～AIエージェントとからくりチャレンジ～」を開発した。本展示(図2)は、様々な家電に乗り移ることができる自分だけのエージェントとともに、からくり挑戦していく体験型の展示とした。「からくりチャレンジ」というゲーム形式に落とし込むことで、体験者側に無理な想像を強いることなく自然に受け入れられるよう配慮している。

本展示におけるエージェントの主な特徴は、「家電への乗り移り」が可能である点である。この特徴はITACO(Integrated Agents for Communication)システムを参考にした[24]。ITACOは、CGキャラクタ等の画面に表示されるエージェントが卓上ライトや掃除ロボットなどのデバイスに憑依・移動する特徴を持つ。この移動により、エージェントと人との関係性が維持されるだけでなく、エージェントが乗り移ったデバイスに対しても信頼感や親近感を築けることが示唆されている。

3.1 特長

トモニゴーの特長は、以下の3点にまとめられる。各特長は2.4節で説明した課題点の解決策としてそれぞれ位置付けられる。

特長1 可変性

特長2 分岐性

特長3 統制性

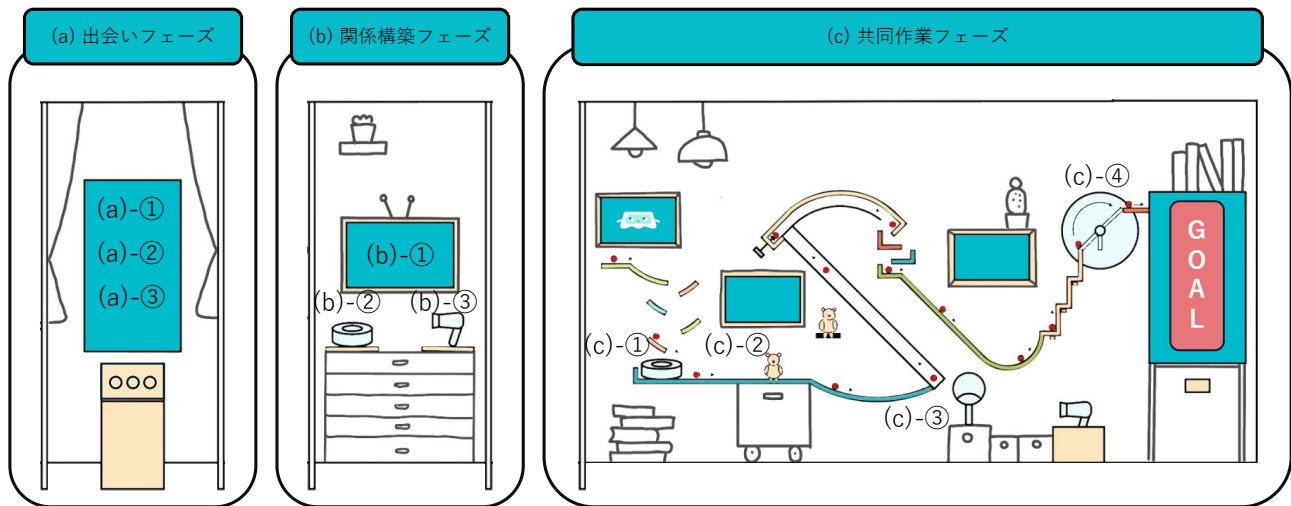


図 2: トモニゴーの各フェーズならびにギミック

3.1.1 特長 1: 可変性

トモニゴーは、各コンテンツ部分のグレードアップやグレードダウン、一部切り取りが可能となる設計とした。この可変性により、一つの展示内で HAI に対する理解度が高い方や低い方、HAI の社会実装がなされた未来を想像できる方やできない方など多様な主体が展示体験をすることができるとともに、一度の展示で取得したフィードバックや意見からの反映が容易となった。

3.1.2 特長 2: 分岐性

体験者一人ひとりの特性によって体験内容が変化する可変的な仕組みを採用した。具体的には、体験者のエージェントに対する信頼感や印象により、エージェントと協力するか、任せるか、自分で進めるかなどの体験内容が一部分岐するようになっている。体験内容の分岐により、体験者の多様な価値観に対し展示の目的、伝えたい思いを伝えることが可能となった。

3.1.3 特長 3: 統制性

体験の流れを固定することで、体験者の振る舞いを集計・比較・定量化可能であるように設計した。これにより、実験室実験と同様な実験が展示会上でも行えるように工夫している。

実際に制作したトモニゴーの具体的な体験の流れは、以下の 3 つのフェーズから構成される。

(a) 出会いフェーズ 自身にパーソナライズされたエージェントと出会う体験を提供。

(b) 関係構築フェーズ エージェントの特徴を学び、インタラクションを通じて関係性を深化。

(c) 共同作業フェーズ エージェントと協力し、からくり仕掛けのあるゲームに挑戦。

次節からは各フェーズの詳細並びに、参考にした知見等を具体的に記していく。

3.2 (a) 出会いフェーズ



図 3: 出会いフェーズ体験時

(a) 出会いフェーズ(図 3)における体験の流れを説明する。まず参加者はスタートボタンを押して体験を開始する。始めに本展示に関する簡単な説明を受け、次に 10 問の質問に回答することで、自身にパーソナライズされたエージェントと出会う体験をすることができる。最後に参加者は出会ったエージェントに対して名前をつけ、フェーズ終了となる。出会いフェーズは、一般的な実験室実験での教示に対応し、トモニゴーにおいては自分専用のエージェントであるという前提を体験者に共有する。

3.2.1 (a)-① 展示概要説明

展示概要説明では、ディスプレイに映し出される説明文を体験者が自分のペースで読み進めていく。まず、「少し先の未来ではパーソナルエージェントは相棒のような存在である」といった趣旨の説明をして前提となる世界観や考え方を共有する。その後、体験者自身と相性の良いエージェントを見つけるために質問に回答を求めることを説明する。そして体験者自身と相性の良いエージェントとともに、協力しボールをゴールまで運ぶゲームに挑戦することを説明し、質問回答へ進む。

3.2.2 (a)-② 性格診断とエージェントとの出会い

10 個の質問に回答することで体験者の性格診断をし、体験者の性格にぴったりのエージェントが現れると教示して、体験者に質問への回答を求めた。質問はビッグ・ファイブ性格特性理論 [25] を参考にした短縮版性格診断ツールである TIPI-J[26] を用いた。TIPI-J は、ビッグ・ファイブの 5 因子 (外向性, 協調性, 誠実性, 情緒安定性, 知的好奇心) を簡易に測定するために提唱されたものである。質問は 10 項目で構成され、それぞれを 1~7 の 7 段階で評価する。本展示では展示体験における取り組みやすさを意識し、回答を「違うと思う」「どちらでもない」「そう思う」の 3 段階に簡略化した。その比率に基づいてエージェントの外見を 3 種類 (図 4) の中から決定した。



図 4: トモニゴーで登場する 3 種類のエージェント

3.2.3 (a)-③ 名付け

名前をつけるという行為は、対象への愛着形成に影響を与えることが主張されている [27]。そこでエージェントと出会った後は、参加者にエージェントの名前を付けてもらうプロセスを設けた。体験者が名前をつけたら、本フェーズは終了となる。

3.3 (b) 関係構築フェーズ



図 5: 関係構築フェーズ体験時

次に (b) 関係構築フェーズ (図 5) における体験の流れを説明する。関係構築フェーズは、実験室実験における本実験前の練習に対応する。このフェーズでは、出会いフェーズで選定されたエージェントの特徴を体験者が把握するとともに、エージェントとの関係を構築するためのインタラクションを行うことを目的としている。また、エージェントが可能な動作および不可能な動作を体験者が学ぶ、チュートリアル的な要素も含む。ハイタッチや撫でるなど、接触インタラクション [?] 等を通じて、エージェントとの関係性を深める設計となっている。

3.3.1 (b)-① 機能説明

出会いフェーズで選定されたエージェントの特徴を体験者に把握してもらうために、エージェントが可能な動作および不可能な動作をチュートリアル的に説明をした。特に、エージェントは様々な家電に乗り移ることが可能で、ボールをゴールまで運ぶ際にも様々な家電に乗り移ることで体験者を助けてくれることが説明された。説明内では、ハイタッチや撫でるなどの接触インタラクション等を行うことも同時に示された。

本フェーズでは、掃除ロボットおよびドライヤーを n 使用し、エージェントの乗り移り機能を体験するシナリオを提供した。エージェントの行動は参加者が「(エージェントの名前), 乗り移って」や「掃除ロボット動かして」といった掛け声をかけることで実行される設計としている。

3.3.2 (b)-② 掃除機への乗り移り

まず、掃除ロボットにエージェントが乗り移るよう依頼する。エージェントが乗り移った掃除ロボットは左右に機体を振る。そして乗り移りが完了し、モニターに戻ってきたエージェントとハイタッチを行う。

3.3.3 (b)-③ ドライヤーへの乗り移り

続いてドライヤーにエージェントが乗り移るよう依頼する。この時エージェントが乗り移ったドライヤーは風を出す。続けて体験者は乗り移り中のドライヤーを撫でる・応援することでドライヤーの風力が上がることを体験する。最後に、再びモニターに戻ってきたエージェントとハイタッチを行うことで本フェーズは終了となる。

ドライヤーは撫でるといった接触インタラクションを行うことで、風力が強化される仕組みを導入している。この設計は、エージェントが乗り移ったデバイスに触れるという体験者の行為が、エージェントへの印象変化や行動変容を引き起こす可能性について議論するために導入した。

3.4 (c) 共同作業フェーズ



図 6: 共同作業フェーズ体験時

次に共同作業フェーズ(図6)における体験の流れを説明する。合わせて図7にて体験者とエージェントのインタラクションが発生する場面のフローを示す。

このフェーズでは、出会いフェーズおよび関係構築フェーズを経て関係性を形成したエージェントと共に、課題に挑戦することを目的としている。本フェーズの課題とは、からくり仕掛けのあるコースでエージェントと協力しながらボールをゴールに運ぶゲームである。このフェーズは展示のメインフェーズであり、人間とエージェント間のインタラクションを促進するよう設計されている。

エージェントの助けを必要とする仕組みや、コース上の障害物を退けるなど人間の介入が不可欠な場面が組み込まれており、両者が協力しなければクリアできない構造となっている。エージェントに対し協力的な態度を取る場合、課題の難易度は低く設定されているが、非協力的な態度を取る場合は課題のクリアが困難もしくは不可能となるような仕掛けも存在する。

3.4.1 (c)-① スタートと初めての乗り移り

共同作業フェーズがスタートされると、ボールがコースに沿って転がっていく。しかし、途中でボールが止まってしまう。体験中はボールに触れてはいけないルールのため、人の力ではボールを進めることができなくなってしまう。体験者は掃除ロボットにエージェントが乗り移るよう依頼する。エージェントは掃除ロボットに乗り移り、ボールを押して運んでくれる。

3.4.2 (c)-② 体験者による支援

エージェントが乗り移った掃除ロボットがボールを押し運んでくれるが、その先のコース上に障害物が現れ、掃除ロボットが通れなくなってしまう。そこで参加者はコース上にある障害物を取り除くことで、エージェントは筒状コース下部まで運び切ることができる。

3.4.3 (c)-③ 関係性の選択

ボールが筒状コース下部に運ばれたところで、筒状コース上部への運搬を行う方法で体験者が選択を行う分岐が発生する。この分岐は、ボールをゴールまで運ぶ際に、エージェントには任せず、自分のみで行うか、エージェントに任せるか、エージェントと一緒に協力して進むかであり、エージェントとの関係性によって変化する。

自分のみの力でボールを筒状コース上部へ運搬する場合は、設置されている空気入れを使い、風を強く、たくさん送り込むことでボールを運び切ることができる。エージェントに任せてボールを筒状コース上部へ運搬する場合は、ドライヤーにエージェントが乗り移るよう依頼する。その後、体験者がドライヤーを撫でて応援してあげることで、風力が強まり、ボールを運び切ることができる。エージェントと一緒に協力してボールを筒状コース上部へ運搬する場合は、ドライヤーにエージェントが乗り移るよう依頼する。その後、体験者は設置してある空気入れを使い、エージェントとともに風を送り込むことでボールを運び切ることができる。

3.4.4 (c)-④ 未知の対象への乗り移り

ボールをゴールへ向けて運んでいくことで、最後に時計の形状をしたコースへとボールが入っていく。ここでは時計の針を動かすことでボールが運ばれ、ゴールに辿り着く仕様であった。ここで、ゴールまでどのように運ぶかにおいても分岐が発生する。ただし(c)-③とはことなり、エージェントが時計に乗り移ることができることを体験者は事前に説明されていない。

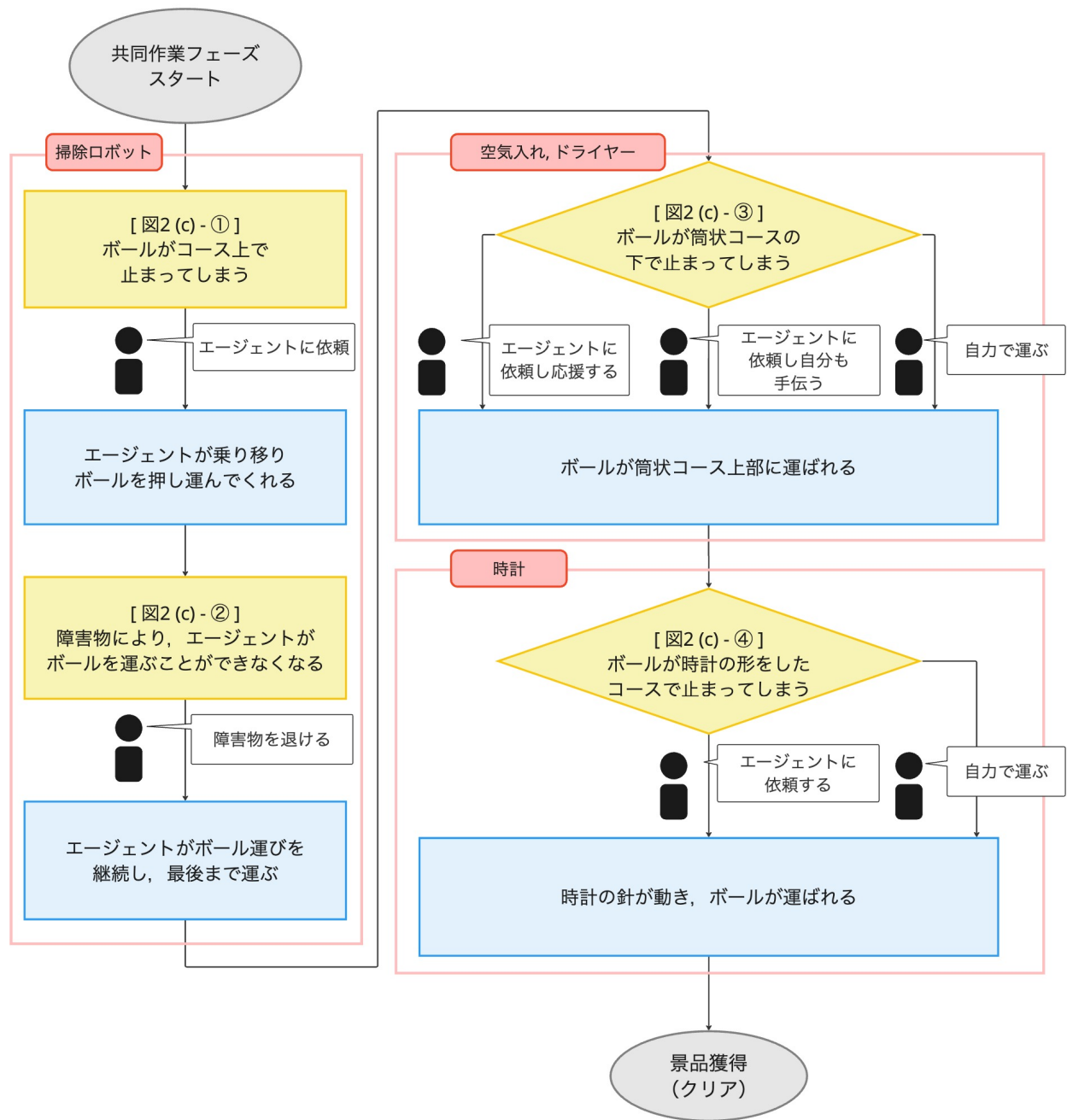


図 7: 共同作業フェーズにおけるインタラクションフロー

この事前に説明されていない家電においても、体験者はエージェントに依頼をするのかが (c)-④ではポイントとなってくる。ここでの分岐は、自分で行うか、エージェントに依頼するか2種類である。

自分で時計の針を動かす場合は、時計の盤面に設置されているネジを回す。ネジを回すと針が少しずつ進むため、ゴールにつながるコースにボールがたどり着くまで回し切る。よって運び切ることができる。

エージェントに依頼する場合は、時計の形状をした

コースにボールが入った後、時計にエージェントが乗り移ることを依頼する。それによってエージェントが時計の針を動かしてくれ、ゴールに繋がるコースまでボールを運び切ってくれる。

以上により、共同作業フェーズがクリアとなる。クリアした際は大きなモニターにガチャガチャが回される映像が映し出され、景品として本展示のビジュアルが載ったステッカーが貰える。

4 展示実施成果

4.1 CEATEC2024

2024年10月15日～18日(10:00 - 17:00)に幕張メッセで開催された「CEATEC2024」にて展示を行った。CEATECとは、2024年に25周年を迎えたデジタルイノベーションの総合展である¹。CEATEC2024ではTOWARD SOCIETY5.0と称し、経済発展と社会課題の解決を両立するSociety5.0の実現を目指し開催された。また、25周年特別テーマであるInnovation for Allが掲げられたほか、25周年特別企画のAI for ALLが開催されたことで、会場全体を通してAIに関わる展示が多数出展されていた。4日間での来場者数は112,014人、全体の出展数は808社/団体であった。我々はartience株式会社の出展ブースにて、本展示を実施した。

4.2 アンケート概要・展示結果

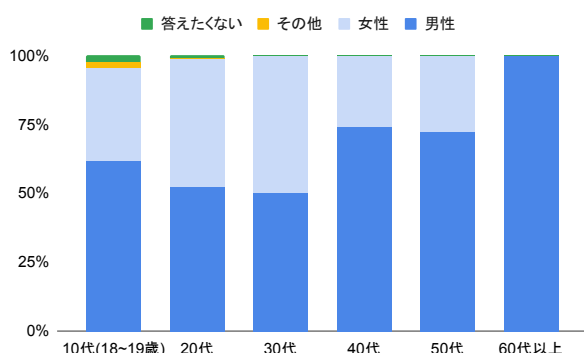


図 8: 調査対象者の属性：年齢層ならびに性別比率

4.2.1 トモニゴ体験満足度

CEATEC2024の4日間では、合計365回(1日目：88回、2日目：87回、3日目：98回、4日目：92回)の体験が行われた。また実施にあたり、展示に参加した方の年齢や属性、体験満足度を調査するための任意参加のアンケートをとった。アンケートは展示体験終了後に展示横のブース、展示クリア後に景品として貰えるステッカーの裏のQRコードを読み込むことで回答できるようにした。なお、回答者個人の情報に結びつかないデータを取得している。体験満足度を調査するためのアンケートは、重複回答と18歳未満の人の回答を排除して計208名(男性:123名、女性:82名、答えたくない:2名、その他:1名)が回答した。稼働回数から回答率を考えると、およそ57%ほどの回答率を得たこ

¹CEATEC HP: <https://www.ceatec.com/ja/>

とになる。なお、本アンケートの年齢比率は図8に記載する。

年齢層について、10-20代が多く、年齢層が上がるにつれ体験者の人数が減少していった。本展示は体験者のターゲットを若年層と設定し、高年層においては、若年層が本展示を体験している様子を側から見れるように設計をした。このことから予想通りの結果になったことがわかる。また性別比率については、18歳未満、20代、30代ではほぼ均等な割合で、女性参加者も多かったことがわかる。職業については会社員が39.8%、大学生が21.8%、高校生が16.9%、研究職が5%、その他が19.5%との結果となった。CEATEC自体の参加者は会社員が多くを占めるが、本展示に関しては大学生・高校生を併せて会社員と同等の数の参加があった。

展示満足度について、「展示は楽しめましたか？」の質問を1-7の7段階で回答してもらった。結果は70.1%が最高評価であり、次点の評価についても18.0%となった。また、「問題なく体験できましたか？」の質問についても同様に1-7の7段階で回答してもらった結果、64.9%が最高評価であった。

4.2.2 エージェントとのインタラクションに対して感じた印象

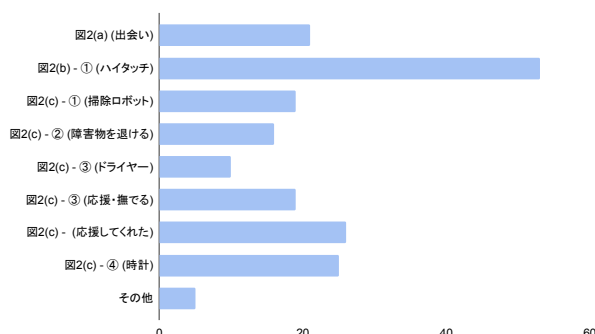


図 9: エージェントとのインタラクションで1番印象に残った場面 (縦軸：選択肢 横軸：人数)

体験内での、エージェントとのインタラクションに対して感じた印象等を調査するアンケートも実施した。具体的には、1番印象に残った場面を回答してもらった。なお、体験直後の印象評価を分析するために、体験終了後に展示横のブースでアンケートに回答した参加者のデータを分析対象とした。また、複数回経験することによる印象の変化による影響を考慮して、展示の体験が1回目であると回答した参加者のデータのみを用いた。以下に、両方の条件を満たす回答データ(計194名、男性：114名、女性：77名、答えたくない：2名、その他：1名)を分析した結果と考察を述べる。

エージェントとのインタラクションで一番印象に残った場面について、図9でまとめる。一番多かった回答は、図2(b)-②および(b)-③で行われる「エージェントとのハイタッチ」で、全体の27.3%であった。これは、関係構築フェーズにて行われるインタラクションで、体験者全員が行うものである。

次点は、「ボールを運んでいる際、エージェントが応援してくれた」で、全体の13.4%であった。これは共同作業フェーズにて、体験者が展示のギミックを挑戦している際に、モニター画面上に存在するエージェントが体験者を応援しているような動きをとる際のことを指している。これもエージェントとのハイタッチ同様に、共同作業フェーズを行った体験者であれば全員が体験する要素である。

3番目に評価が高かったのは、図2(c)-④部分で行われる「時計にエージェントが乗り移った場面：時計の針を動かしてくれた」であった。これは全体の12.9%で、「エージェントが応援してくれた」と近いポイント数となった。共同作業フェーズにてエージェントと協力し行うことができるギミックであるが、評価の上位2つと違い、時計を動かして欲しいとエージェントに頼んだ人のみが体験することができる要素である。体験者の属性により内容が変化する部分においては「時計にエージェントが乗り移った場面：時計の針を動かしてくれた」が1番評価が高かった。

4.2.3 メディア掲載

本展示は多数のメディアに注目され、以下の媒体で紹介された：朝日新聞(2024年12月5日朝刊)、朝日こども新聞(2025年1月21日)、日経トレンディ1月号(2024年12月5日発売)、電波新聞(2024年10月16日)、INTERNET Watch(2024年10月17日掲載)。展示当日にはインタビューを通じて、我々の活動を広く紹介する機会を得ることができたとともに、多様な主体に対しての積極的なアウトリーチを行うことができた。

4.3 アンケート結果における考察

体験内の、エージェントに対して感じた印象等を調査するアンケート結果について、ハイタッチ、体験者への応援、時計への乗り移りが特に体験者の印象に残ったと報告された。それぞれについて以下のように考察する。

4.3.1 ハイタッチ

ハイタッチは一般的に、相手との喜びを分かち合う非言語的なコミュニケーション手段であり、協調や達

成感を共有する際に行われる人同士のスキンシップである。アンケートにおいて「ハイタッチが印象深い」と評価された背景には、画面上に表示されたエージェントとのスキンシップが感情的な結びつきを生み出した可能性が考えられる。

塩見ら[28]は、人間間における接触は身体、心ともにポジティブな効果をもたらすことがあり、向社会的行動にもつながるとしている。また、それは人間とロボット間の接触においても同様な効果が期待されると示している。本展示でも同様に、画面上に存在するエージェントとの接触を伴う非言語インタラクションを行うことにより、身体、心にポジティブな効果がもたらされ、この結果になったと考えられる。

しかし、物理的に身体を有する場面でのインタラクション(c)-③(ドライヤーを撫でて応援)においては、アンケートにおいてはあまり評価が伸びなかった(5位/9)。物理的に身体を有すること、そして接触を伴う非言語コミュニケーションを行うことによって会話継続、破綻緩和をすることができるのではなかったのか、それが印象に残る要素として働かなかったのか。

4.3.2 体験者への応援

応援は、一般的に何かを頑張っている人に対する行動である。この応援について、CGキャラクター等の画面上に表示されるエージェントからのジェスチャと音声による応援においても、モチベーションを高めることができるとされている[29]。本展示では、画面上のエージェントが、体験者に向けてポンポン(応援グッズ)を振るジェスチャと、非自然言語による声かけをおこなった。よって、体験者はエージェントが行った応援行動に対して印象が残り、このような結果になったのではないか。

ここでは、非自然言語が使用されていることにより印象が残りやすくなった可能性を考える。Admoniら[30]は、ロボットとの共同作業を行う際、ロボットの非言語的行動がタスク効率を向上させる可能性を示唆している。特に、音声と同時に行われるジェスチャがユーザーに対し、肯定的な評価を与えると示されている。

4.3.3 時計への乗り移り

ここでの評価は、時計に乗り移ってボールを動かしてくれたというエージェントの行動に対してでなく、エージェントは時計へ乗り移ることができるということに対する新鮮な気づきが影響していると考えられる。展示内では時計以外の乗り移り可能な場所(掃除ロボット、ドライヤー)については、関係構築フェーズで事前に説明が行われた。一方で、時計への乗り移りはどのフェー

ズでも教示されておらず、体験者が自身で発見する要素が含まれていた。この「気づき」が体験者に強い印象を与えたと考えられる。

アンケート結果から、時計に乗り移ったと回答したのは 99 人で、25 人が時計部分に印象が残っていると評価しており、母数を考えるとハイタッチ (194 人中 53 人が高評価) と同程度の割合であることがわかる。よって、エージェントの特性を体験者自身で気づくことが、エージェントへの印象に強く関係しているのではないかと考える。

5 全体考察と今後

本展示では、体験者を対象としたアンケートの自由記述欄において、一緒に仕事できたらほっこりしそう、ありうる未来が見えた、エージェントが時計に乗り移れると気づくことができずに全て手動で動かしてしまったことをとても残念に思ったなど多くの感想が寄せられた。また、感想文内では、体験者がエージェントに付けた名前を使い、そのエージェントについての印象等を述べているものもあった。これらから、参加者が展示内で表現されていた HAI の研究の背景、現状についてを「自分ごと」として捉え、体験を通じて HAI への関心を高めることができたと考えられる。

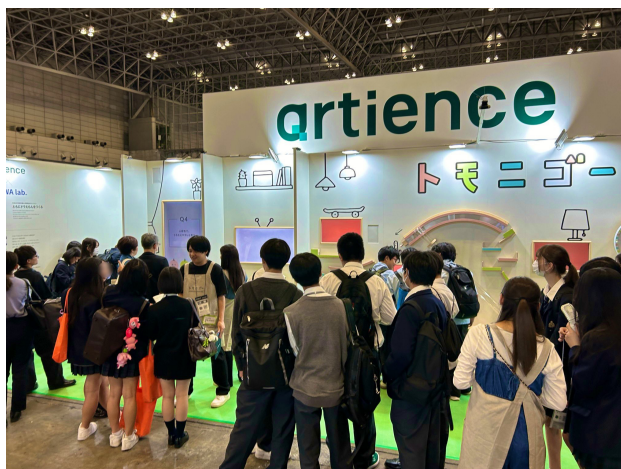


図 10: 多くの方が展示内容を見学している場面

体験者の年齢層に関する分析では、年齢が上がるにつれて体験者数が減少する傾向が確認された。この結果は、多様な主体に対する適切なアプローチが十分ではないと解釈される可能性がある。しかし実際には、展示を直接体験することがなかった層も含め、展示内容を見学している来場者が多く存在したことが確認されている (図 10)。さらに、これらの見学者との対話の中で、研究の社会的意義や応用可能性についての議論が進み、産業に発展する可能性を有する提案が多数得ら

れた。特に、高年齢層の来場者は、若年層が展示を体験する様子を見学している場面が多く見受けられた。このような見学者との対話は、展示が単なる「体験」の場に留まらず、多様な主体とのコミュニケーションを促進する場として機能したことを示している。また、展示を体験しようと列に並んでいる段階の来場者や、体験を終えた来場者に対しても、スタッフが対話を行う機会を設けることができた。本展示には、研究者、学生、企業関係者といった異なる背景を持つスタッフが関与していたが、それぞれが来場者と積極的に対話を行った結果、多様な主体間における横断的な対話が実現した。これはすなわち、展示のメリットを存分に活かした科学コミュニケーションを行うことができたと言えるのではないかと考える。

一方で、本展示にはいくつかの課題も明らかとなった。例えば、エージェントの種類の決定方法や、操作の一部が裏方に依存している点、時計に移動する仕組みが直感的に理解されにくい点などである。これらの課題は、展示のアップグレードを通じて改善を図る予定である。

6 おわりに

本稿では、HAI の社会実装を目指した取り組みとして、多様な主体との対話に焦点を当てた科学コミュニケーションの応用について報告した。特に、HAI 体験型展示「トモニゴ」の内容とその展示結果について述べた。

トモニゴは、参加者一人ひとりの特性に応じた体験内容の分岐を取り入れることで、体験の可変性を意識して設計されている。この設計により、多様な主体が体験できるとともに、今後の展示改良が容易になるという利点が得られている。また、展示は3つのフェーズで構成され、それぞれのギミックは HAI に関連する技術や知見を基に設計されている。

今回は CEATEC2024 で展示を行い、約 360 名が体験に参加した。その結果、体験後のアンケートでは約 70.1 % の高評価を獲得した。特にエージェントとのハイタッチや応援、エージェントが時計に乗り移る場面が印象的であると回答されている。参加者は幅広い年齢層にわたり、男女比も均等であった。多様な背景を持つスタッフとの対話が行われたことも注目すべき点である。

今後は、アンケート結果や展示時の対話内容を基にトモニゴを改良し、HAI の社会実装に寄与するプロジェクトとしてさらに発展させていく予定である。本展示を通じて、HAI 技術が多様な社会的課題を解決し、新たな価値を創出するための一助となることを目指す。

参考文献

- [1] 山田誠二, “人間とロボットの＜間＞をデザインする”, 東京電気大学出版局, 2007.
- [2] 太田智美, “暮らしの中で活躍する AI とロボット : 7. 家族としての Pepper”, 情報処理, Vol.59 No.8, pp.710-711, 2018.
- [3] Sony ERS-7M3 Entertainment Robot Aibo, for Aibo Mind 3, User 's Guide (Basic), Sony Corporation, 2005.
- [4] 坂本菜津穂, 尾澤重知, “オーナーの LOVOT 受容プロセスに関する質的研究”, Vol.4, pp.337-344, 2022.
- [5] 科学技術社会連携委員会, “今後の科学コミュニケーションのあり方について”, 2019.
- [6] 小林傳司, “科学技術とサイエンスコミュニケーション”, 科学教育研究, Vol.31, No.4, pp.310-318, 2007.
- [7] 星元紀, 北原和夫, “科学技術リテラシーに関する課題研究 報告書”, 独立行政法人 科学技術振興機構, 科学コミュニケーションセンター, 2015.
- [8] 渡辺政隆, “科学技術理解増進からサイエンスコミュニケーションへの流れ”, 科学技術社会論研究, Vol.5, pp.10-21, 2008.
- [9] 小林値司, “特集: サイエンス・コミュニケーション”, 科学技術社会論研究, Vol.5, pp.7-9, 2008.
- [10] 内田麻理香, 原塑, “欠如モデル・一方向コミュニケーション・双方向コミュニケーション: 科学技術コミュニケーションにおける中核概念の再配置”, 科学技術社会論研究, Vol.18, pp.208-220, 2020.
- [11] 標葉隆馬 “政策的議論の経緯から見る科学コミュニケーションのこれまでとその課題”, コミュニケーション紀要, Vol.27, pp.13-29, 2016.
- [12] 標葉隆馬, 川上雅弘, 加藤和人, 日比野愛子, “生命科学分野研究者の科学技術コミュニケーションに対する意識動機, 障壁, 参加促進のための方策について-”, 北海道大学科学技術コミュニケーター養成ユニット, 科学技術コミュニケーション, Vol.6, pp.17-32, 2008.
- [13] 内閣府, “第 6 期科学技術・イノベーション基本計画”, 2021.
- [14] 内田まほろ, “メディア技術をミュージアムの展示へ”, 日本バーチャルリアリティ学会誌, Vol.15, No.3, 2010.
- [15] 独立行政法人科学技術振興機構, “未来館で特別企画展開催中「脳!—内なる不思議の世界へ」”, JST ニュース, Vol.3, No.1, p.15, 2006.
- [16] 浜田利満, 大久保寛基, 大成尚, “高齢者を対象とするロボット・セラピーの研究—実施方法に関する検討—”, 筑波学院大学紀要, 第 1 集, pp.111-123, 2006.
- [17] 比企野純太, 中野有紀子, 安田清, “会話エージェントを利用した認知症患者のためのコミュニケーション支援”, 情報処理学会第 73 回全国大会, No.1, pp.195-196, 2011 195-196, 2011.
- [18] 三池望, 園山由希江, 宮田龍, 小澤淳, “ロボットを通して人間について考える 特別展「きみとロボットニンゲンツテ, ナンダ?」開催報告”, 北海道大学大学院教育推進機構 オープンエデュケーションセンター 科学技術コミュニケーション教育研究部門 (CoSTEP), 科学技術コミュニケーション, Vol.34, pp.71-86, 2024.
- [19] 大澤正彦, “ドラえもんを本気で作る”, PHP 研究所, 2020.
- [20] 川崎邦将, 大澤正彦, 今井倫太, 長田茂美, “認知的制約付き擬人化キャラクターに着目したコミュニケーションロボットの設計と開発”, 第 6 回汎用人工知能研究会, 2017.
- [21] 清丸寛一, 大澤正彦, 今井倫太, “予測的認知を用いた非自然言語による言語的コミュニケーション”, 第 6 回汎用人工知能研究会, 2017.
- [22] 福田聡子, 澤田志織, 川崎邦将, 奥岡耕平, 大澤正彦, 長田茂美, 今井倫太, “適応ギャップ理論を拡張したインタラクションデザインの提案”, HAI シンポジウム 2018.
- [23] 勝将也, 中島綾乃, 菊池華世, 中島亮一, 大澤正彦, “「しりとり」に含まれる手がかりが「準」自然言語の意味推測に与える影響”, 認知科学, Vol.30, No.3, pp. 314-326, 2023.
- [24] 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”, ヒューマンインターフェース学会論文誌, Vol.8, No.3, pp.373-380, 2006.

- [25] 和田さゆり, “性格特性用語を用いた Big Five 尺度の作成”, 心理学研究, Vol.67, No.1, pp.61-67, 1996.
- [26] 小塩真司, 阿部晋吾, カトローニピノ, “日本語版 Ten Item Personality Inventory (TIPI-J) 作成の試み”, パーソナリティ研究, Vol.21, No.1, pp.40-52, 2012.
- [27] 萩尾和真, 齊藤俊樹, 渡邊克巳, “物への名前づけが心の知覚に与える影響”, HAI シンポジウム 2024.
- [28] Masahiro Siomi, Hidenobu Sumioka, Hiroshi Ishiguro, “Survey of Social Touch Interaction Between Humans and Robots”, J. Robot. Mechatron., Vol.32 No.1, pp. 128-135, 2020.
- [29] 桂大地, 大内昆, 坂本大介, 小野哲雄, “仮想エージェントによる応援がクライミング競技者のモチベーションに与える影響”, 知能と情報 (日本知能情報ファジィ学会誌), Vol.33, No.4, pp.798-806, 2021.
- [30] Henny Admoni, Thomas Weng, Bradley Hayes, Brian Scassellati, “Robot nonverbal behavior improves task performance in difficult collaborations”, ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI), 2016.