

# 随意・不随意行動に着目した 半自律テレプレゼンスロボットのふるまいの印象調査 Impression Evaluation of Semi-autonomous Telepresence Robots Focusing on Voluntary and Involuntary Behavior

大澤 正彦<sup>†‡</sup>, 滝本 佑介<sup>†</sup>, 奥岡 耕平<sup>†</sup>, 今井 倫太<sup>†</sup>

Masahiko Osawa, Yusuke Takimoto, Kohei Okuoka, Michita Imai

<sup>†</sup> 慶應義塾大学

<sup>‡</sup> 日本学術振興会特別研究員 (DC1)

Keio University

Research fellow of the Japan Society of the Promotion of Science (DC1)

mosawa@ailab.ics.keio.ac.jp

## Abstract

This research aims to clarify what kinds of behavior should be or should not be automated in telepresence robots. We develop a semi-autonomous telepresence robot extending the architecture to enhance the liveness of robots whose behavior consists of voluntary and involuntary actions. Impression evaluations used 20 videos of role play in a situation of small conference and we analyzed these videos in two ways. One is analysis in which the time axis is not disregarded and another is questionnaire by 40 research participants. In conclusion, we suggest that architecture to enhance the liveness of robots can be one of the human models of behavior generation.

**Keywords** — telepresence robot, voluntary, involuntary

## 1. はじめに

ロボットの社会的価値を向上させることは重要であり、そのためには人間がどう感じるかという認知科学的な知見を考慮してロボットやロボットの振る舞いをデザインする必要がある。

テレプレゼンスロボットと呼ばれる、遠隔地から人が操作するコミュニケーションを目的としたロボットは、ロボットの社会的価値を高めることが知られてきた [3]。なぜなら、テレプレゼンスロボットは遠隔操作者の社会性を引き継ぐためである。しかし単純な遠隔操作ロボットが社会的価値を獲得するためには常に人の存在が必要である。そこで、半自律テレプレゼンスロボットが有効と考えられる。半自律テレプレゼンスロボットは、実際に人間がいる場合に通常のテレ

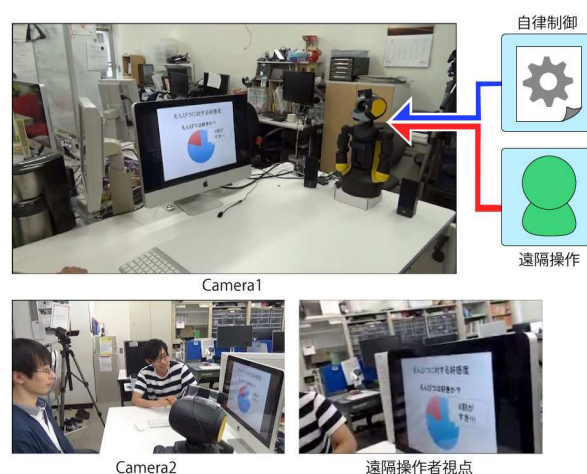


図1 半自律テレプレゼンスロボットの振る舞い評価

プレゼンスロボットと同様に社会的価値を高められる。さらに人がいない場合にも人がまるで遠隔地にいるかのように振舞うことで、ロボットとコミュニケーションをとる人に対して「もしかしたら人がいるかもしれない」と思わせることで社会的価値を高めることができる。

テレプレゼンスロボットを自律動作させた場合の社会的存在感や遠隔操作者の操作対象に対する操作主体感に対する影響を調べた研究がある [6, 1, 7]。田中らの研究 [6, 1] では、直前に遠隔操作者がいる条件でコミュニケーションをとった会話相手は、発話の際の相槌を自動化させた場合も同様に遠隔操作者の存在を感じ、社会的存在感が向上することを報告している。中道らの研究 [7] では、頷きを自動化させた状態での遠隔コミュニケーションを試みており、自律動作の適切性が高い場合にはロボットに対して主体感を得ること

ができることを報告している。

しかしながら自律化を試みた研究 [6, 1, 7] では、いずれも相槌や頷きをあつかっているが、中道らが報告しているように自動化する動作の適切性が重要であり、適切性の基準については不明瞭である。例えば、相槌や頷きは人間が意識的にも無意識的にも表出するふるまいであり、意識的な表出の場合のコンテキストは複雑な場合が多く、遠隔操作者の意図を十分反映した適切なふるまいの表出は困難である。

そこで本研究では、半自律テレプレゼンスロボットを題材とし、人が自然に思うロボットの振る舞いについて調査する (図 1)。テレプレゼンスロボットの振る舞いを設計する上で随意運動と不随意運動は大きな差があることから、特にロボットによる自律的な随意運動と不随意運動がそれぞれ与える影響について詳細に検討した。

まず、随意運動と不随意運動を分解してそれぞれ自律機能を ON-OFF できるテレプレゼンスロボットを作成した。テレプレゼンスロボットとして利用したロボットは、著者らの一部が提案した随伴性行動生成アーキテクチャ [4] を組み込んだ Robovie-mr2 [2] を改良したものである。

作成したテレプレゼンスロボットを少人数グループ会議のロールプレイングを行い、その映像を録画した。映像はいずれもおよそ 1 分程度であり、演者や条件を変えて合計 20 本作成した。そして作成した映像を 2 つの方法で分析した。1 つ目の分析は、時間軸をつぶさないロボットの振る舞いの可視化である。全ての動画 (合計約 1,200 秒) に対して 1 秒ごとにロボットがどこを向いていたか、どのような振る舞いを表出していたか、そして発話の有無を記録し、シナリオの進行ごとに正規化した。また、分析結果を元に実験協力者に対してインタビューを行い、考察した。2 つ目の解析は、実験参加者 40 名に対して行ったアンケート調査である。

本論文の構成は以下の通りである。まず、第 2 章では [4] で提案した手法の詳細と、[4] を導入した半自律機能付きテレプレゼンスロボットについて説明する。第 3 章では少人数の会議を想定した評価実験について説明し、第 4 章では考察と展望について述べる。そして最後に第 5 章をまとめとする。

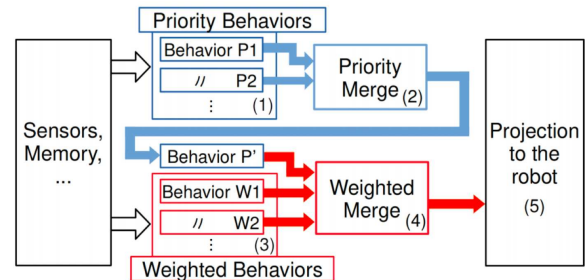


図 2 随伴性行動生成アーキテクチャ [4]

## 2. 随意・不随意行動に着目した半自律テレプレゼンスロボット

### 2.1 随伴性行動生成アーキテクチャ [4]

著者らの一部は、不随運動と随意運動を二階層で統合する振る舞いのモデルを提案している [4]。

ロボットが人間と円滑なインタラクションを行うためには、人間に違和感を覚えさせない振る舞いを行う必要がある。そのためには事前に指定された固定の動きをするだけでなく、人間の行動や周囲の環境の変化に対して即座に応答することが求められる。周囲の変化に対して即座に反応する行動は随伴性行動と呼ばれ、人間は随伴性を持つロボットに積極的に関わろうとする傾向がある。

随伴性行動は外界からの刺激に反応して任意のタイミングで生起する振る舞いである。しかし同一時刻に同一の部位を動かす振る舞いが生起すると競合が生じる。既存研究において競合する振る舞いの統合は行われているものの、単純な随伴性行動生成モデルでは十分な表現能力がない。一方で複雑なモデルでは行動の追加や修正にはモデルそのものを修正する必要があり、状況に応じた振る舞いの変更が困難であるという問題点が存在する。

[4] では随伴性を持つロボットの設計難易度を下げることが目的とし、随伴性行動生成アーキテクチャを提案した (図 2)。[4] は、競合する動きの中から部位ごとに一つのみを選択する優先度付けと、複数の動きを混合する重み付き平均化の 2 段階で振る舞いを統合する。また振る舞いを随意運動と不随意運動・反射運動に分類しアーキテクチャに登録することを合わせて提案している。

作成しているアーキテクチャは、事前に設定した随意的な行動と不随意的な行動を自動的に選択・統合して人とコミュニケーションをとることができる。現在は、顔や特定の物体の注視、アイコンタクト、共同注意、腕ふりといった随意的な行動と、瞬きや呼吸、

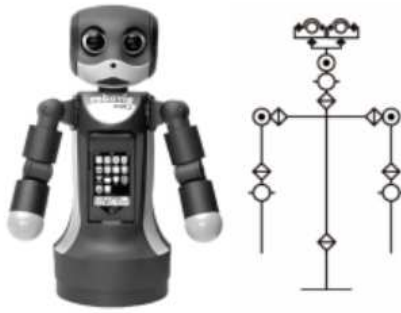


図3 robovie mr2の外見

サッカーボールといった不随意的な行動をそれぞれ実装している。

半自動テレプレゼンスロボットのように、人間とロボットの行動が協調したり、競合したりする条件を検証していく上で、解析する振る舞いの種類が人間と共通性を持っていることは重要である。したがって、[4]を拡張してテレプレゼンスロボットを設計し利用した場合のロボットの振る舞いに対して、人間の感じ方を調査することは有効と考えられる。

## 2.2 robovie-mr2

[4]では、提案したアーキテクチャを robovie-mr2[2]に組み込んで実験を行っている。また本研究でも、robovie-mr2をテレプレゼンスロボットとして利用する。

Robovie-mR2は18個のサーボモーターを備えており、眼球、まぶたの開閉、頭部、腕部、腰の回転を制御できる。一方カメラやマイクは標準で搭載されていないため、別途設置している。

## 2.3 テレプレゼンスロボットの概要

本研究では、robovie-mr2に随意運動と不随意運動を二階層に組み込んだシステムをさらに拡張し、遠隔操作を行えるロボットを作成した(図4)。

遠隔操作者の行動は随意運動として、ロボットの随意運動と同時に優先度付けされて選択される。その後、[4]と同様に重み付き平均化される。

聴講者としての自然な振る舞いは、プレゼンター顔を見ることがか、プレゼンテーションの画面を見ることがのいずれかであると考えられる。

したがって、ロボットの自律行動として、人間の顔を検出し目を合わせる機能と、目が合っている人間が向いた先を推定して、向いた先を注視する機能(図5)

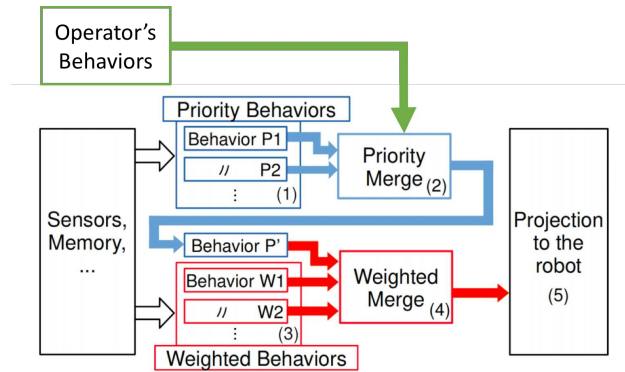


図4 [4]を拡張したテレプレゼンスロボットのアーキテクチャ



図5 共同注意

が実装されている。遠隔操作者はどちらが発現するかを予測することができないため、多くの場合遠隔操作者とテレプレゼンスロボットの自律行動の間で競合が発生するようになっている。

## 3. 少人数会議のロールプレイングによる動作の適切性の検証

### 3.1 評価用映像の詳細

本実験は、会議を想定したロールプレイングによって行なった(図1)。会議の参加者は3名であり、1人が発表者を演じた。また、残りの2名のうち1名がテレプレゼンスロボットを用いて遠隔地から参加した。各参加者と機材の配置は図6に示すとおりである。

会議のシナリオによる影響を最小限に抑えるため、複数のシナリオを用意した。今回は「えんぴつの魅力」「けしごむの形状」という、いずれもおよそ1分程度のシナリオであり、いずれも表1に示す流れで進行した。以下、「えんぴつの魅力」シナリオを利用した実験条件をえんぴつ条件、「けしごむの形状」シナリオを利用した実験条件をけしごむ条件と呼ぶ。

プレゼンテーション中、発表者は明示的に「このグラフに注目してください(シナリオ(d))」とモニターに注意を向けさせること、「○○さんはどう思いますか(シナリオ(e))」と聴講者に注意を向けさせることを一度ずつ行なった。

演者は、演者の技術やくせによる影響をなるべく削除するために、著者らのうち3名と、実験協力者1名

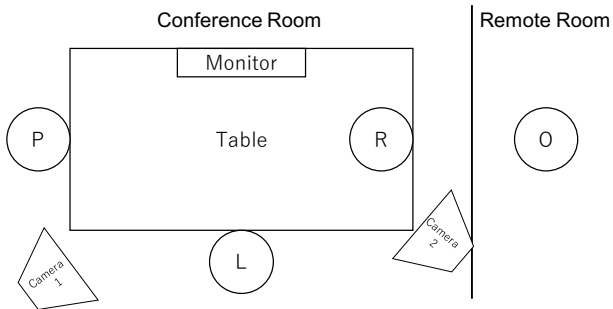


図6 実験者と機材の配置. P:講演者, L:聴講者, R:テレプレゼンスロボット, O:遠隔操作者

表1 シナリオの概要

| シナリオ | 内容                   |
|------|----------------------|
| (a)  | 簡単な挨拶                |
| (b)  | 遠隔操作者の確認             |
| (c)  | プレゼンの概説              |
| (d)  | データの紹介 (モニターへの注視を誘導) |
| (e)  | 聴講者に質問               |
| (f)  | 遠隔操作者に質問             |
| (g)  | まとめ                  |

が役割を交代で担当した。予備実験の結果から、講演者の振る舞いがロボットの自律動作に大きく影響することがわかっていたため、特に講演者の要因に着目して実験をデザインした。そこで実験協力者にはシナリオどおしの比較ができるよう、用意した2つのシナリオの両方について講演者を演じてもらった。一方、著者らは2人がえんぴつ条件、1人がけしごむ条件の講演者を演じた。各実験条件は、演者や遠隔操作者の慣れの影響を極力避けるために、ラテン方格にしたがって実験条件の順序を決定した。

最も重視した検証項目として、テレプレゼンスロボットが随意運動に関して自律的に動く場合と動かない場合、および不随意運動に関して自律的に動く場合と動かない場合の合計4通りを調査した。

したがって4条件に関して5種類の演者・シナリオパターンを撮影し動画を作成した。動画はロボットを中心に映す視点(図6:Camera1)、講演者を中心に映す視点(図6:Camera2)、そして遠隔操作者が視聴しているロボット越しの視点の3つを同時に撮影している。分析や評価にはCamera1の視点をを用い、そのほかの視点の映像は考察のために補助的に利用した。

### 3.2 時系列に応じた解析

#### 3.2.1 実験協力者が講演者の場合

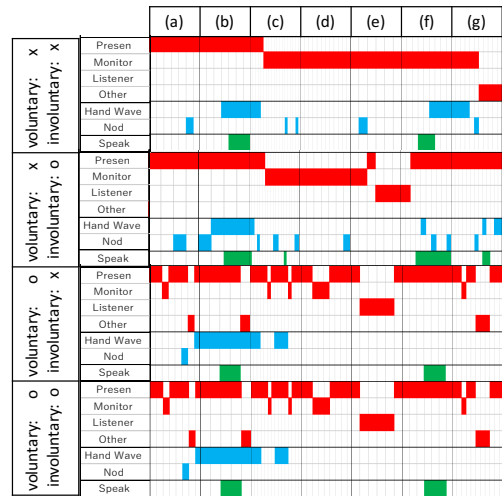


図7 実験協力者が講演者の場合：けしごむ条件

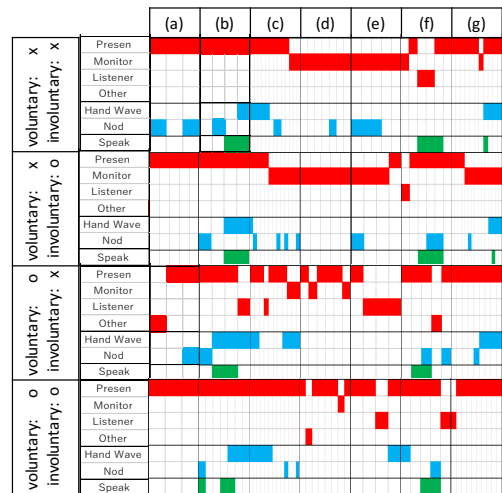


図8 実験協力者が講演者の場合：えんぴつ条件

実験協力者が講演者を演じた場合の結果について、図7にけしごむ条件の場合を、図8にえんぴつ条件の場合をそれぞれ示す。

随意運動の条件では、いずれも視線が小刻みに揺れており、講演者、モニター、聴講者のいずれも見えていないような場合も多く見受けられた。

一方自律的な随意運動がない条件では、いずれもシナリオ(c)の途中でモニターに視線をうつし、しばらくすると聴講者に目を向けるようなシナリオ(e)で聴講者に目を向けることを目指し、シナリオ(f)で講演者に質問を投げかけられた場合には講演者に視線を向けて話すという全体の傾向が見られた。



3.2.2 著者らが講演者の場合

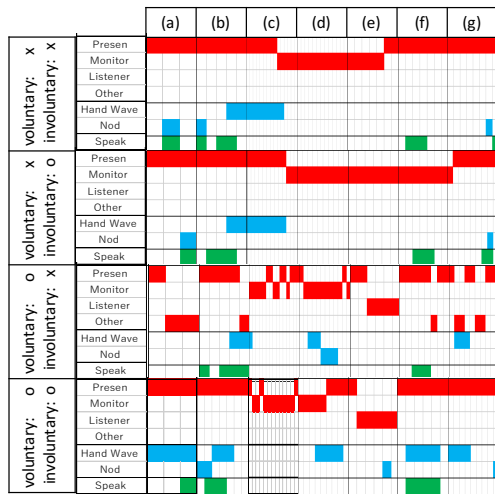


図9 著者1 (ロボットのシステム開発者) が講演者 (えんぴつ条件) の場合

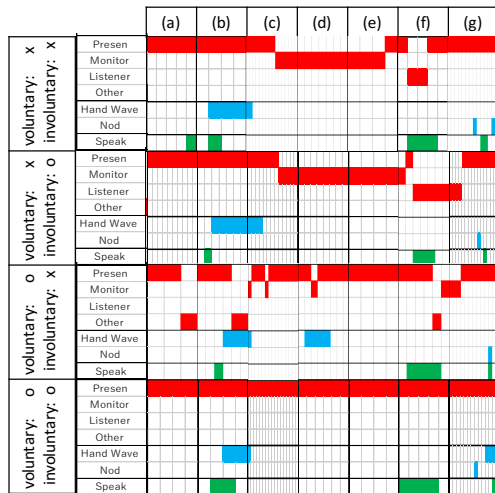


図10 著者2 が講演者 (えんぴつ条件) の場合

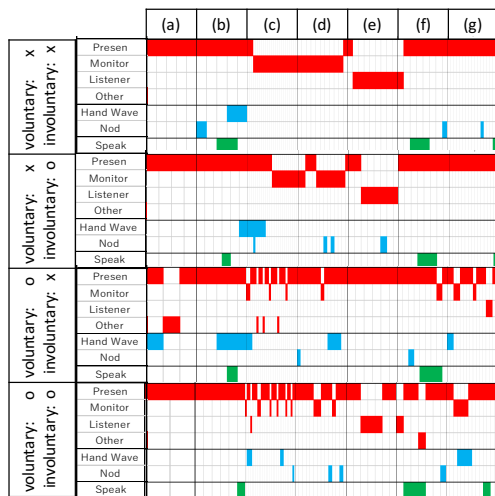


図11 著者3 が講演者 (けしごむ条件) の場合

著者らがプレゼンターを担当した場合の結果について図9～図11にそれぞれ示す。

全体として、自律的な随意運動が表出されない条件では、誰が遠隔操作者を担当した場合にも各シナリオの進行に応じた視線の方向に個人ごとの傾向があることがわかった。例えばいずれの遠隔操作者もシナリオ(c)の似通ったタイミングでモニタに注視点をうつし、著者2と著者3はシナリオ(e)に向けて聴講者に注視点をうつした。

一方で、随意運動が自律的に表出される場合には各演者の視線の傾向は発見されなかった。

個別の解析をすると、著者1と著者2,3との間で大きな差が見られた。著者1はロボットの自律的な振る舞いの開発を担当したため、外部から思いのままにロボットを操作することができた。著者1が講演者を担当した際の自律行動がある2条件では、モニターへの注目を促すシナリオ(d)でモニターを注視する時間の割合と、聴講者に意見を訪ねるシナリオ(e)で聴講者を注視する時間の割合の平均が、83%を占めていた。一方、そのほかの2名が実験した場合にはほとんど講演者を注視したまま動かない場合や、きょろきょろとあちこちを見て回るような振る舞いがみられたため、モニターや聴講者を注視している時間の割合は著者2が27%、著者3が50%であった。

3.2.3 実験協力者へのインタビュー

ロールプレイング全体を通して実験協力者にインタビューを行ったところ、主に随意運動があるかないかの差を強く感じたことが報告された。

Conference Roomにいながらロボットの振る舞いを観察していた際には、随意運動がある場合に小刻みな動きやカクカクとした動きが不自然に感じられたことが報告された。

一方 Remote Room からロボットを遠隔操作した際には、ロボットの自律随意運動がある場合には、自らの行動と競合する振る舞いが多く発現してしまい、遠隔操作に対するフラストレーションが大きいというコメントがあった。

3.3 実験参加者による主観評価実験

前節で利用した各動画に対する主観評価実験を行った。本実験において評価を行ったのは19歳から28歳(平均22.85歳)の男性22名女性18名の計40名である。1人の実験参加者は同一演者、同一シナリオの4

表 2 質問リスト

|    |   |
|----|---|
| Q1 | 全体としてロボットの振る舞いは自然でしたか？(1:不自然～7:自然)  |
| Q2 | ロボットの身振りのバリエーションは豊富でしたか？(1:貧困だった～7:豊富だった)   |
| Q3 | ロボットの身振りの頻度は適切でしたか？(1:極端に少なかった～7:極端に多かった)   |
| Q4 | ロボットの視線の向きは自然でしたか？(1:不自然～7:自然)  |
| Q5 | 会議はスムーズに進行していましたか？(1:ぎこちなかった～7:スムーズだった)   |
| Q6 | ロボットが自律的に動いているように見えましたか？それとも人間が操作しているように見えましたか？(1:ロボットが自律的に動いているように見えた～7:人間が操作しているように見えた) |
| Q7 | ロボットに社会的な価値を感じましたか？(1:感じない～7:感じた)   |

条件全ての動画を視聴し、それぞれに対して評価を行った。なお、視聴順の影響をなくすために、カウンターバランスをとった。

ここで集めた合計 160 件の回答を元に統計解析を行い考察した。

各実験参加者は動画を 1 本視聴するごとに表 2 に示したアンケートに答えた後、任意で動画に対するコメントを記入した。

### 3.3.1 コメントによる全体の傾向

任意のコメント欄には合計 69 件のコメントが記入された。

多く挙げられた問題点として、テレプレゼンスシステム自体に対するものが数点あった。

1 つは声や動作の遅延に関するものである。遠隔操作者からロボットへの動作と音声の通信は別経路によって実装されており、特に実験時のネットワーク状況によって声の遅延が大きい場合が実際にあった。一方で動作の遅延に関しては遠隔操作者が即座に目的の動作を実現することができなかった影響が大きかった。したがってユーザインタフェースの改良も課題であることがわかった。

次に多く挙げられた指摘はロボットの動作音に関する指摘である。特にロボットの動きが多くなる条件で

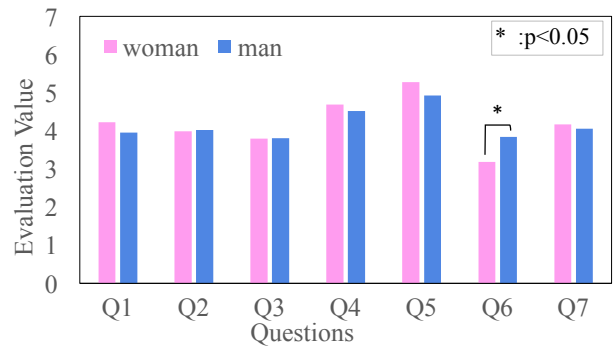


図 12 男女の違いによる比較

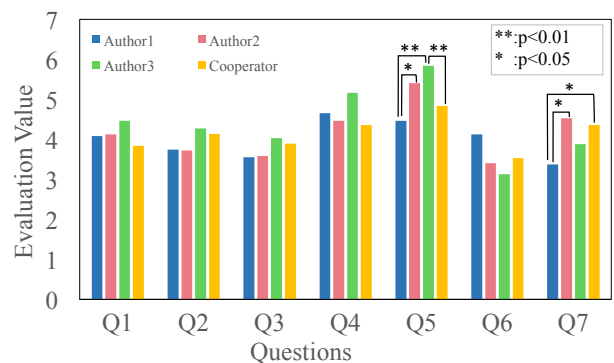


図 13 講演者の違いによる比較

は弊害になる可能性が複数の実験参加者から指摘された。

### 3.3.2 実験参加者の男女間の比較

図 12 に男女間での印象の差を示す。男女間で各項目に関して評価したところ、Q6 のロボットが自律的に動いているように見えたか、遠隔操作しているように見えたかという点で有意差が認められた。女性の方が、ロボットが自律的に動いていると評価する傾向が示唆された。

### 3.3.3 演者間の比較

図 13 に講演者ごとの評価結果を示す。全 7 項目のうち、分散分析の結果 5% 有意水準で有意差が認められたのが Q5 と Q7 であったため、多重 t 検定を行なった。Q5 に関しては著者 3 と著者 1、著者 3 と実験協力者との間に 1% 有意水準で、著者 2 と著者 1 との間に 5% 有意水準でそれぞれ有意差が認められた。Q7 に関しては著者 2 と著者 1 および実験協力者と著者 1 との間に 5% 有意水準で有意差が認められた。

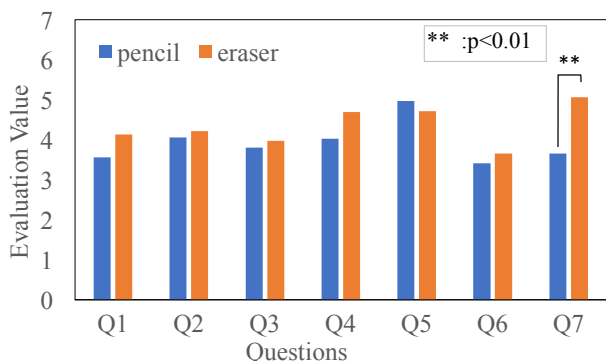


図 14 シナリオの違いによる比較 (実験協力者)

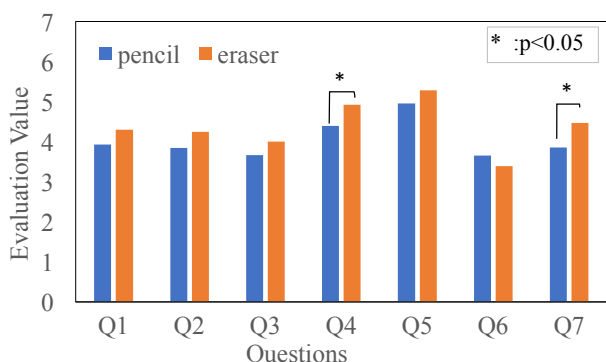


図 15 シナリオの違いによる比較 (全講演者)

Q5, Q7 を通して特に評価が低かったのが著者 1 によるものである。著者 1 は前述の通りシステムの開発者であり、最も自由自在に外部からロボットをコントロールできたため、著者 1 が講演者の場合にはロボットの挙動が頻繁に動いていた。しかしながら自由記述で過剰な動きに対してネガティブな印象を抱いている被験者が多く見られたことが影響している可能性がある。

また、Q5 の会議のスムーズさはロボット以外にも講演者の話術に左右される傾向も否定できず、著者 3 が高い評価を受けた要因の可能性もある。

### 3.3.4 シナリオ間の比較

実験協力者が講演者を担当した 2 つのシナリオ条件を比較した (図 14)。各アンケート項目ごとに t 検定を行なったところ、「ロボットに社会的価値を感じたか」という項目に 1% 有意水準で有意差が認められた。

一方図 15 に示した結果は、全講演者についてえんぴつ条件とけしごむ条件に分けて評価したものである。図 14 の結果と同様に Q7 に有意差が認められたほか、「Q4 視線の適切さ」にも有意差が認められた。

視線の適切さに関して有意差がた要因として、シ

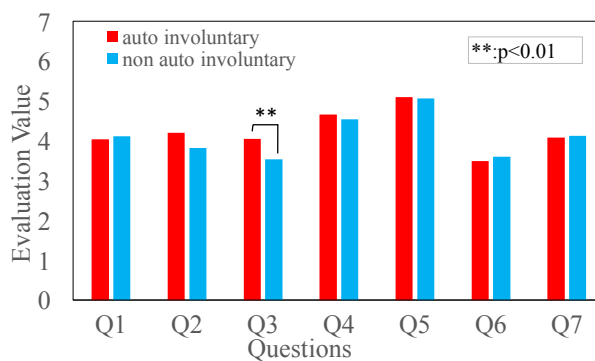


図 16 自律的な不随意運動の有無による比較

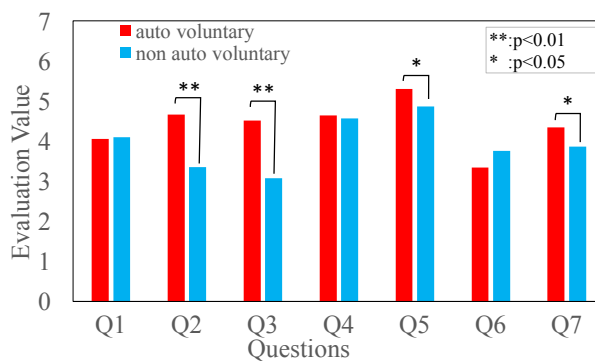


図 17 自律的な随意運動の有無による比較

ナリオの長さが影響している可能性がある。えんぴつ条件が平均で 53.7 秒であったのに対し、けしごむ条件は平均で 72.8 秒と長い傾向があった。一方視線を誘導するシナリオ (d) および (e) に費やした時間は、いずれの条件も平均で全体のおよそ 12% であった。したがって、けしごむ条件のほうが遠隔操作者に取ってゆとりのある操作ができたため、適切な視線誘導が実現できたことが予想される。

### 3.3.5 不随意運動の有無による比較

不随意運動の有無に関する比較を図 16 に示す。図 16 では自律的な不随意運動が実装されたことによって、動作の適切性が優位に向上した。

### 3.3.6 随意運動の有無による比較

随意運動の有無に関する比較を図 17 に示す。動作のバラエティでは 1% 有意水準で有意差が認められている。一方動作の頻度では、自律的な随意運動の有無で 1% の有意差が認められているが、この項目に関しては 4 が最適値であることから、自律的な随意運動が完全にない場合には少なすぎて、反対に自律的な随意運動がある場合には多すぎるという結果となった。会

議がスムーズに進行したかおよびロボットの社会的価値に関する質問項目でも 5% 有意水準で有意差が認められた。

#### 4. 考察

3.2 の実験結果では、実験協力者が報告したように自律的な随意運動の有無による影響が強く反映される傾向にあった。随意運動は人間の操作と矛盾や競合するケースが多く見られ、その結果ロボットの注視方向がばらつくという傾向が現れた。

3.3 では、まず男女、講演者、シナリオに対する違いを検証した。主に男女の違いではロボットの自立性に関する有意差が、講演者の違いでは会議のスムーズな進行やロボットの社会的な価値、シナリオの違いでもロボットの社会的な価値について有意差が認められた。

次に、ロボット自体の振る舞いに直接的な影響を与える自律的な随意・不随意運動の有無について影響を調べた。自律的な不随意運動が行われることで身振りの頻度が優位に適切になっていることが示唆された一方で、随意運動に関してはバリエーションは豊富になるものの、頻度はやや過剰と感ぜられることが示唆された。しかし、会議の進行についてもスムーズに見え、結果として社会的価値も優位に向上するという結果となった。

随意運動は人間の遠隔操作と競合するものであり、実際に実験協力者に対してロールプレイングの後に聞き取り調査をした際にも動作の競合によるフラストレーションが強く報告されていた。それにもかかわらず、外からロボットの振る舞いを観察した場合には優位に自然さが失われるという結果にはならなかった。

ここで新たな仮説として、[4] が人間の振る舞いに関する情報処理のモデルとしての有用性があがる。人間の随意運動と不随意運動は明らかに違う性質を持っており、随意運動は多くの場合 1 つの意図に伴った運動であり、同時に現れることは少ないが、一方不随意運動は、無意識に行われる運動であり、様々な運動が同時に表出される場合がある。

今回の実験結果は、外部から観察した場合には随意運動が自律的なものか遠隔操作者によるものかは別としてもただ 1 つ選択され、その後不随意運動と重み付き平均化されるという点で変わりがなかった。一方で遠隔操作者の立場では、自らが選択した随意運動とは異なる振る舞いが選択されるため、通常の振る舞いとは大きく異なる状況設定であった。そこで外部から観察した場合にあまり多くの違和感はなく、内部からは

違和感が強かったという実験結果は、[4] が人間の情報処理のモデルとして有用な可能性をサポートする 1 つの要因になりうる。

今回得られた実験結果の多くで社会的価値に関する有意差が度々認められた。社会的価値に有意差が生じる要因について各要素の詳細なヒストグラムや数値比較を重ねて分析したが、各項目でなぜ有意差が生じるかというロジカルな説明を発見するには至らなかった。ヒストグラムでは複数の分布の混合分布に見える形状を取っていたことから、実験参加者がいくつかの解釈や評価基準でロボットの社会的価値を回答していた可能性が高く、実験方法の見直しが必要な可能性が高い。

一方で、今回の実験は人間が必ず遠隔操作する条件で調査を行なっているが、半自律テレプレゼンスロボットでは遠隔操作者がいなくなる場合を想定するケースがある。この場合には人間の動作と競合する問題が起こらないため、随意運動が有効な可能性があり、今後は調査の範囲を拡大化させていく予定である。

#### 5. おわりに

本研究では、半自律テレプレゼンスロボットの振る舞いと、人の印象との関係を分析した。作成したテレプレゼンスロボットは随意運動と不随意運動をそれぞれ自動で表出できる随伴性行動生成アーキテクチャを拡張して、遠隔操作者の制御を受け入れられるように改良したものである。

実験では少人数の会議を想定したロールプレイングを行い、様々な条件で行なった映像を 2 種類の方法で分析した。結論として不随意運動も随意運動もいずれも自動化することでより豊かなロボットの振る舞いを演出できる一方で、随意運動を自動化した場合には遠隔操作者に強いフラストレーションがかかる場合があることを確認した。またこの結果は随伴性行動生成アーキテクチャが人間の振る舞い生成のモデルとしてとらえた場合につじつまがあうことを説明した。

今後はより一般化した議論ができるよう、実験条件や実験設定を改良していく予定である。

#### 参考文献

- [1] K. Tanaka, N. Yamashita, H. Nakanishi, and H. Ishiguro, (2016) "Teleoperated or autonomous?: How to produce a robot operator's pseudo presence in hri." In The Eleventh ACM/IEEE International Conference on Human Robot Interaction, pp. 133-140.
- [2] R. Matsumura, M. Shiomi, K. Nakagawa, K. Shinzawa, and T. Miyashita, "A desktop-sized communication robot: robovie-mr2," Journal of Robotics and Mechatronics, vol. Vol.28, no. No.1, 2016.



- [3] T. Kashiwabara, H. Osawa, K. Shinozawa and M. Imai, (2012) "TEROOS", Proceedings of the 2012 ACM annual conference on Human Factors in Computing Systems-CHI'12, pp. 20001-20004.
- [4] Y. Takimoto, K. Hasegawa, T. Sono and M. Imai, (2017) "A Simple Bi-Layered Architecture to Enhance the Liveness of a Robot", IROS.
- [5] 今井倫太. (2013) "ロボットが社会的に存在することの価値." 日本ロボット学会誌 Vol.31 No.9 pp. 864-867.
- [6] 田中一晶, 山下直美, 中西英之, 石黒浩, (2016) "自律・遠隔操作の曖昧化によるロボット操作者との対話感覚の創出" 情報処理学会論文誌, Vol. 57, No. 4, pp. 1108-1115.
- [7] 中道大介, 西尾修一, (2016) "遠隔操作型コミュニケーションロボットにおける領き動作の半自律化による操作主体感への影響", 人工知能学会論文誌, Vol. 31, No. 2.