

F 陣形の構成がロボットによる注意誘導に与える影響

柏井雄登^{†1} 川口一画^{†1} 葛岡英明^{†2}

概要: 本研究では、ガイドロボットの指差し動作による注意誘導において、身体配置の違いによる影響の検証を行った。実験では、道具的 F 陣形が構成されている状態(道具的 F 陣形条件)、鑑賞者がロボットに注目している状態(ロボット注目条件)、鑑賞者が絵画に注目している状態(絵画注目条件)の 3 つの条件で、鑑賞者の注視動作を比較した。実験結果より、道具的 F 陣形が構成されている場合、鑑賞者はロボットの指差し動作後により早く指示対象に目を向け、より長い時間指示対象を注視する可能性が示唆された。

キーワード: ヒューマンロボットインタラクション, 社会学, F 陣形, 鑑賞支援ロボット

Studying the influence of configuration of F-formation on attention induction by robot

YUTO KASHIWAI^{†1} IKKAKU KAWAGUCHI^{†2}
HIDEAKI KUZUOKA^{†3}

Abstract: In this research, we evaluated the effect of the F-formation on guidance by the museum guide robot. As experimental conditions, we set instrumental f-formation condition, robot-focused condition, and object-focused condition. Experimental results showed that when the instrumental F-formation is configured, participants tend to turn their eyes to the pointed part earlier than other conditions. Participants also tend to keep looking at the pointed part longer than other conditions.

Keywords: Human-Robot Interaction, Sociology, F-Formation, Museum guide robot

1. はじめに

美術館における観賞支援は、かつては人による支援が主流であったが、人員不足により近年では音声を利用したデジタルテクノロジーを用いた支援へと移行している。しかし、音声のみによる鑑賞支援では、展示物のうちの特定の部位を解説する場面などで、鑑賞者に対してその箇所を指示することが難しい。そこで、その問題点の解決が可能となる、ミュージアムガイドロボットへの関心が高まっている。鑑賞支援にロボットを使用することで、その身体性により人間のように身ぶりを交えながら展示物の説明を行い、指差し動作によって鑑賞者の注意誘導を行うことが可能となる。さらに、Shiomi らの研究により、展示物の説明にロボットとのインタラクションが加わることで、鑑賞者の展示物に対する興味が向上することも明らかになっている[1]。

しかし、鑑賞支援にロボットを用いる時の問題点として、鑑賞者が展示物に注目しすぎてロボットに意識を向けず、ロボットの指差し動作に気が付かないという課題が発生する。一方で、鑑賞者がロボットに注目しすぎてしまう場合には、指差し動作等で注意誘導を行っても、絵画に注目しないという課題が発生する。

それらの問題点を解決し、ロボットが人間のような鑑賞支援を行えるようにするために、筆者らの研究グループでは、Kendon [2]により定義された「F 陣形」という人間同士のコミュニケーションにおける身体配置の概念と、Schegloff [3]により定義された「身体ねじり」という社会学的な概念に着目した研究を実施した[4][5]。これらの研究では、ロボットが鑑賞支援を行う場合に適切な F 陣形を構成することで、前述の問題点を解決できると考えた。そして評価実験により、ロボットの身体方向を変化させることで鑑賞者の立ち位置を調整し、異なる F 陣形を構築することが可能となることを示した。

一方で先行研究[4][5]においては、構築された F 陣形の違いがロボットの注意誘導にどのような影響を与えるかについて、詳細な検証は行われていない。したがって本研究では、鑑賞者の身体配置(F 陣形)の違いがロボットの注意誘導に与える影響を調査することを目的とする。

2. 関連研究

2.1 F 陣形

F 陣形は、複数人が向かい合って会話等の共通の行為を行う際に、互いの中に一定の空間が維持されるという現象

^{†1} 筑波大学
University of Tsukuba
^{†2} 東京大学
University of Tokyo

を説明するための概念として、Kendon によって定義された[2]。Kendon によれば、人間とその人間が関与しようとする対象との間に広がる空間を操作領域と呼び、複数人で会話する際には参与する人々の操作領域が重なり、下半身方向によって O 形の空間が構成される。これを O 空間と呼び、参与者は通常この O 空間を相互に維持しようとする。このような、会話集団を空間的に規定する相互行為レベルの行動単位のことを F 陣形と呼んでいる。

F 陣形の空間的配置として、参与者が 2 人の場合は、対面、L 字型、隣り合わせがある。また、3 人以上の場合には、円形、準円形、長方形の 3 種類があり、その配置によって O 空間が形成され、インタラクションが行われる。なお O 空間の他にも、図 1 に示すような P 空間、R 空間が定義されており、P 空間は O 空間の外側の人間が立っている領域を表し、R 空間は P 空間のさらに外側の領域を表す。

また、McNeill によって F 陣形は 2 種類に細分化されている[6]。1 つ目は人間のみによって構成される社会的 F 陣形(図 1)であり、2 つ目は人間の他に指示対象物を介する道具的 F 陣形(図 2)である。本研究では、美術館や博物館で指示対象物となる展示物を含んだ場面を想定しているため、理想となる身体配置は道具的 F 陣形となる。よって、道具的 F 陣形の構成が、ロボットの指差し動作による注意誘導において有効であると考えられる。

2.2 F 陣形概念を用いたガイドロボットに関する研究

筆者らの研究グループでは、F 陣形をどのように構築するかについて、ロボットの身体の回転方法を変化させることで異なる身体配置を実現することを可能とした[4][5]。この先行研究における実験結果から、ロボットの全身を回転させた場合、鑑賞者はその回転方向へと移動することがわかった。一方で、ロボットの身体ねじりのみを行った場合は鑑賞者は自分の体の向きのみを調整することがわかった。しかしこの先行研究では、評価の過程で鑑賞者が説明全体を通してどれくらいの割合でロボットを見ていたか調査を行ったものの、道具的 F 陣形成立時にロボットの注意誘導が成功するか詳細に調査を行ってはいない。

2.3 本研究の研究方針

本研究では、ガイドロボットによる鑑賞支援における道具的 F 陣形構成の有効性をより詳細に確かめるために、ガイドロボットの注意誘導に焦点を当て、実験を行なった。

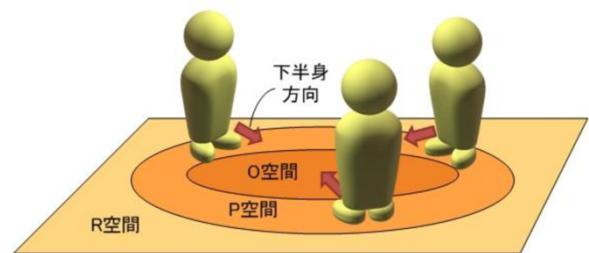


図 1 社会的 F 陣形

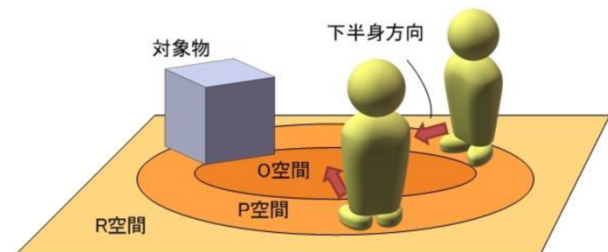


図 2 道具的 F 陣形

3. 実験

3.1 実験目的

本研究では、美術館におけるガイドロボットの指差し動作による注意誘導において、道具的 F 陣形の構成が有効であるか検証を行った。本稿では、本実験に向けて設定した仮説・および実験設定の妥当性について確認する目的で実施した少人数の予備実験について述べる。

3.2 ロボット

本実験では、Aldebaran Robotics 社が開発した NAO (図 3) を用いて実験を行なった。NAO の大きさは高さ 5784mm、幅 311mm、奥行 275mm である。また、自由度は合計 25 (頭 2、腕 5×2、腰 1、脚 5×2、手 1×2) である。システムの制御には機能や処理ごとにモジュール化されたボックスを組み合わせることでアプリケーション開発が行える Choregraphe を使用した。



図 3 本研究で用いたロボット (NAO)

3.3 実験手法

3.3.1 説明タスク

実験では、NAO を用いて絵画の説明タスクを実施した。タスクにおいて、ロボットは1名の実験参加者に対して約1分間絵画についての説明をする。説明は、指差しを用いた注意誘導2回を含む4つのフェイズで構成される。その詳細を表1に示す。なお、指差しを2回に設定した理由は、慣れによる影響を評価するためである。

表1 説明タスク

フェイズ1	ロボットが絵画全体の特徴や描かれた背景などについて説明
フェイズ2	ロボットが1度目の指差しを行い、その箇所について説明
フェイズ3	ロボットが2度目の指差しを行い、その箇所について説明
フェイズ4	終わりの挨拶

3.3.2 比較条件・実験環境

実験では、道具的F陣形条件、ロボット注目条件、絵画注目条件の3つの条件で比較を行った。道具的F陣形条件はロボットと絵画の双方が鑑賞者の視野に入り道具的F陣形が構築された状態である。ロボット注目条件は鑑賞者がロボットのみ注目してしまっている状態を再現した条件である。絵画注目条件は鑑賞者が絵画に注目してしまっている状態を想定している。各条件における実験環境を図4に、実際の実験の様子を図5に示す。

実験参加者には、初めに条件ごとに決められた位置に立ち、実験中はその位置から動かないよう指示した。鑑賞者の立ち位置や絵画、ロボットなどの配置については、人間の有効視野(約20度)と事前実験の結果を参考に決定した。事前実験では、3名の実験参加者に対して「ロボットと1対1で会話するとき」と「絵画の鑑賞をするとき」にどれぐらいの距離で立つかを尋ね、実際にその位置に立ってもらい、その時の距離を計測した。

3.3.3 絵画

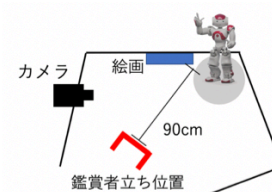
実験で用いる絵画は実験参加者の慣れを考慮して3種類用意した。それぞれ絵画の傾向ができるだけ近いものとなるように画家を統一し、ミケランジェロ・メリージ・ダ・カラヴァッジオというバロック期のイタリア人画家が描いた絵画を3種類選定した。なお選定を行う際、絵画全体の情報量にばらつきがないようにすることと、詳細な説明が必要になる特徴点が2つ以上存在することを基準とした。

3.3.4 実験参加者

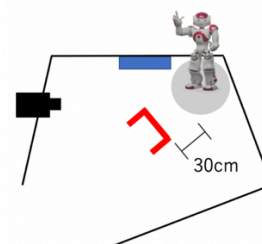
実験には大学院生3名に協力してもらった。3名とも、性別は男性であり、年齢は23歳である。また、実験は参加者内配置で行った。順序効果を考慮し、各条件の順番はランダムとした。

3.4 評価

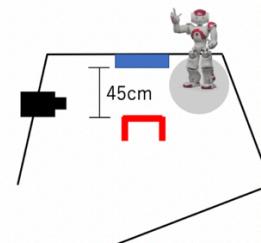
評価はアイトラッカーを使用した視線分析とインタビューを通して行なった。アイトラッカーはtobii社が開発した「Tobii Pro グラス2」を使用した。視線分析では、「ロボットの指差し完了後から鑑賞者が指示箇所を見るまでの時間」と「ロボットの指差し中(指差し完了後から次にロボットが手の動作を開始するまで)に鑑賞者が指示箇所を注視している時間の割合」を調べ、評価を行う。ここで、道具的F陣形の構成がロボットの指差し動作において有効であるという予想のもと、以下のような2つの仮説を設定した。



1. 道具的F陣形条件



2. ロボット注目条件



3. 絵画注目条件

図4 各条件における実験環境

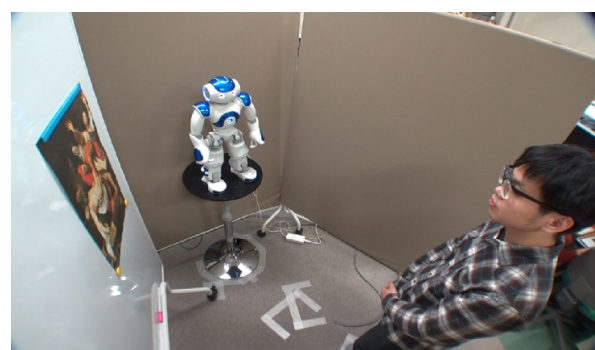


図5 実験中の様子 (道具的F陣形条件)

1. 「ロボットの指差し完了後から鑑賞者が指示箇所を見るまでの時間」は、道具的 F 陣形条件で最も短くなる
2. 「ロボットの指差し中に鑑賞者が指示箇所を注視している時間の割合」は、道具的 F 陣形条件で最も長くなる

4. 結果

4.1 視線分析

今回の実験では実験参加者数が3名であったため、各結果についての検定は行わずに傾向のみを見ることとする。

図6に「ロボットの指差し完了後から鑑賞者が指示箇所を見るまでの時間」、図7に「ロボットの指差し中に鑑賞者が指示箇所を注視していた時間の割合」を示す。グラフ中の結果は、全実験参加者の結果の平均値を算出したものである。

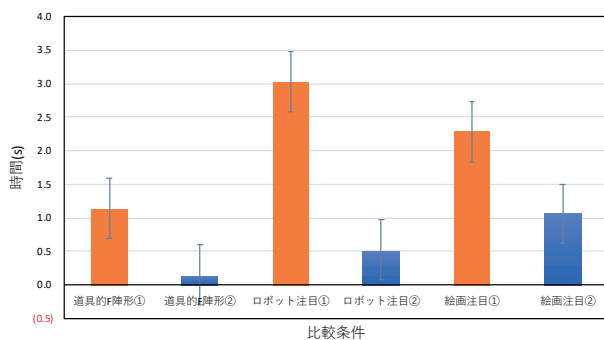


図6 ロボットの指差し後から鑑賞者が指示箇所を見るまでの時間(①, ②は何回目の指差しかを表す)

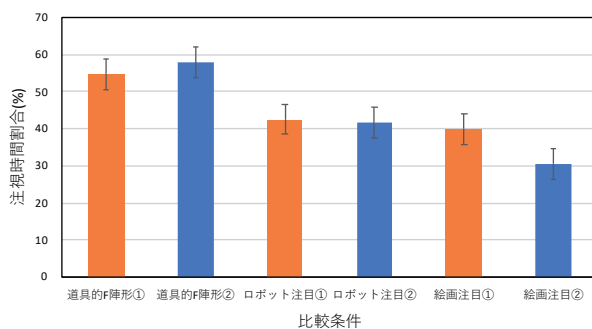


図7 ロボットの指差し中に鑑賞者が指示箇所を注視していた時間の割合(①, ②は何回目の指差しかを表す)

4.2 インタビュー

実験終了後に実施したインタビューの回答として、「難しい単語がロボットだと聞き取りにくい」、「動作音が気になる」など、ロボットの性能面に対する意見が得られた。

また、「絵画に興味がない人はそもそも説明を聞く気が起きない」といった、場面設定に対する意見や、「ロボット注目条件は立ち位置の関係上絵が見づらく、ロボットばかり見ていた」といった実験設計についての意見も得られた。

5 考察

5.1 道具的 F 陣形の有効性

図6より、1回目、2回目の指差し共に道具的 F 陣形条件のときに他の条件のときと比べ、「各条件における、ロボットの指差し後から鑑賞者が指示箇所を見るまでの時間」が短くなっている。したがって、仮説1が成立する可能性があることがわかった。

また図7より、1回目、2回目の指差し共に道具的 F 陣形条件のときに他の条件の時と比べ、「各条件における、ロボットの指差し中に鑑賞者が指示箇所を注視している時間の割合」が大きくなっている。したがって、仮説2が成立する可能性があることがわかった。

以上より、絵画鑑賞時のロボットによる鑑賞支援において道具的 F 陣形が構成されている場合、鑑賞者はロボットの指示箇所をより迅速に注視し、より長い時間指示箇所を注視する可能性が示された。しかし、本研究で行なった予備実験は実験参加者数が少なかったため、実験参加者数を増やし、より詳細な分析を行う必要がある。

5.2 今後の課題

今回の予備実験では、鑑賞者の立ち位置が注意誘導に与える影響について調査するため、実験参加者には説明中指定された立ち位置から動かないよう指示していた。しかし、インタビューにおいて、「社会的 F 陣形条件では立ち位置的に絵が見づらく、ロボットばかり見ていた」という意見が得られたことから、鑑賞支援という目的に対して不自然な実験設計となっていたと考えられる。したがって、立ち位置の指定は実験開始時のみにし、ロボットの説明開始後は実験参加者の移動を許容する実験設定とする必要があると考えられる。他にも、「絵画に興味がない人はそもそも説明を聞く気が起きない」という意見が得られたことより、実験参加者の絵画やロボットに対する元々の興味の度合いが実験結果に影響を与えた可能性も十分に考えられる。したがって、実験を行うにあたって、絵画とロボットに対する実験参加者の興味をアンケートによって評価する必要がある。

6 まとめ

本研究では、ガイドロボットの指差し動作による注意誘導において、道具的 F 陣形の構成が有効であるか検証を行なった。実験では、道具的 F 陣形が構成されている状態(道具的 F 陣形条件)、鑑賞者がロボットに注目している状態(ロボット注目条件)、鑑賞者が絵画に注目している状態

(絵画注目条件)の3つの条件で説明を実施し、実験参加者の注視動作の比較を行った。実験結果より、道具的F陣形が構成されているとき、他の条件時と比べ、鑑賞者はロボットの指差し動作に対してより早く指示対象に目を向け、指差し中もより長い時間指示対象を注視する可能性があることがわかった。一方で、実験設計や評価内容に関して課題が見つかったため、今後それらを考慮し実験内容の再検討を行った上で、本実験を実施する。

参考文献

- [1] M. Shiomi, T. Kanda, H. Ishiguro, and N. Hagita. Interactive humanoid robots for a science museum. In Proc. HRI 2006, pp.305-312, 2006.
- [2] A. Kendon, Conducting Interaction: Patterns of Behavior In Focused Encounters, Cambridge University Press, Cambridge, 1990.
- [3] E. A. Schegloff. Body torque. Social Research, Vol. 65, No. 3, pp.535-596, 1998.
- [4] Kuzuoka, H., Suzuki, Y., Yamashita, J., & Yamazaki, K.(2010, March).Reconfiguring spatial formation arrangement by robot body orientation.In Proceedings of the 5th ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction (pp.285-292).IEEE Press.
- [5] 川口一画, 葛岡英明, 山下淳, 鈴木雄介, 「ロボットによる身体ねじりが対話者の身体配置に与える影響に関する研究」, 情報処理学会インタラクション2016 予稿集, 東京, 2016年3月, pp.21-28
- [6] D. McNeill, “Gesture, Gaze and Ground”, Machine Learning for Multimodal Interaction: 2nd Int.Workshop, Edinburgh,UK, July, 2005, Revised Selected Papers. LNC S 3869, pp.1-14, 2006.