

NAIST-IS-MT1651011

修士論文

半公共空間における日常的ロボット対話が ユーザに与える影響の調査

鈴木 裕貴

2018 年 3 月 15 日

奈良先端科学技術大学院大学
情報科学研究科 情報科学専攻

審査委員：

萩田 紀博 教授 （主指導教員）

小笠原 司 教授 （副指導教官）

神原 誠之 准教授 （副指導教官）

本論文は奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科に
修士（工学）授与の要件として提出した修士論文である。

鈴木 裕貴

半公共空間における日常的ロボット対話が ユーザに与える影響の調査*

鈴木 裕貴

内容梗概

集合住宅において近所付き合いの低下により騒音などの住民間のトラブルや高齢者を含む社会的孤立化などの問題を住民によって解決できなくなっている。そこで本研究では集合住宅の共用部分を想定し、半公共空間において日常的な短時間対話で利用者と親密な関係を築き、自己開示を促して悩みや不満を聞き出せるロボットの実現を目的とする。本研究での半公共空間とは特定多数の人しか通らない環境であり、日常的とは毎日一回程度の対話を継続的に行うことであり、短時間対話とはあいさつと1～2回のやり取りすることである。人同士の関係における親密さと自己開示の内容の深さの研究の結果から自己開示内容による親密さのレベルを定義する。親密さのレベルの初期段階に達することを目的として、個人認識の明示に着目し、名前を呼ぶ挨拶と名前を呼ばない挨拶でロボットの挨拶への返答の有無を比較する実験を行う。そして、定義した親密さのレベルに基づいて徐々に深い自己開示を促す質問を行うロボットを実装して実験を行い、ロボットが行った質問への被験者の回答の有無と被験者の様子を観察して評価する。その結果、個人認識の明示が初期段階において有効であることと、自己開示を促す質問を行い続けることが深い自己開示を促すことに有効であることを示す。

キーワード

対話ロボット, 自己開示, 半公共空間

*奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 情報科学専攻 修士論文, NAIST-IS-MT1651011, 2018年3月15日.

User Influence of Daily Short-Term Conversation with a Robot in Semi-Public Space*

Hiroataka Suzuki

Abstract

Residents can no longer solve problems such as noise such as noise and social isolation including the elderly due to the decline of communication among neighbors in apartment houses. Therefore, in this research, we aim to realize a robot that facilitates building a close relationship with users by semipublic space in daily short-term dialogue, encourages self-disclosure, and may hear troubles and complaints. In this research, semi-public spaces are environments where only a specific number of people pass, daily is to continuously conduct about once or more per day, short-term dialogue includes greeting with one or two times to exchange information. We also define the level of intimacy by self-disclosure content based on the results of research on intimacy in the relationship between people and the depth of content of self-disclosure. In order to reach the early stage of intimacy level, we focus on person identification, and conduct an experiment comparing presence / absence of reply to robot greetings by greeting calling name and greeting not calling name. Then, based on the defined intimacy level, we implement a robot that asked questions to encourage gradual deeper self-disclosure, experimented, and observe the subject's answer to the question the robot did and the state of the subject evaluated. The experiments show that person identification is effective to reach the early stage of intimacy level, continue to ask questions to encourage self-disclosure is effective for

*Master's Thesis, Department of Information Science, Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology, NAIST-IS-MT1651011, March 15, 2018.

encouraging deep self-disclosure.

Keywords:

communication robot, self-disclosure, semi-public space

目次

図目次		vi
第 1 章	はじめに	1
1.1	背景	1
第 2 章	関連研究と本研究の位置づけ	3
2.1	公共空間での対話を行うロボットの研究	3
2.2	私的空間での対話を行うロボットの研究	3
2.3	半公共空間における対話ロボットの研究	4
2.4	人同士の関係に置ける自己開示と親密さに関する研究	4
2.5	人からロボットへの深い自己開示の関連研究	5
2.6	本研究の位置づけ	6
2.6.1	本研究での親密度レベルの定義	7
第 3 章	日常的な短時間対話の中での挨拶での個人認識の明示の効果の検証	9
3.1	実験概要	9
3.2	実験環境	9
3.3	実験方法	10
3.4	評価方法	13
3.5	実験結果	16
3.5.1	ロボットの挨拶への返答	16
3.5.2	被験者へのアンケート	17
3.6	考察	18
3.6.1	被験者の返答行動に関する考察	18
3.6.2	アンケート結果に対する考察	19
第 4 章	自己開示を促す対話の効果の検証	20
4.1	実験概要	20
4.2	実験環境	20

4.3	評価方法	23
4.4	実験結果	23
4.5	考察	25
第 5 章	おわりに	27
	謝辞	28
	参考文献	29
	発表リスト	32

図目次

3.1	ロボットの構成図	10
3.2	ロボットと Web カメラの配置	11
3.3	ロボットが挨拶を行う状態	11
3.4	ロボットが挨拶を行わない状態	11
3.5	入室時の被験者	12
3.6	ロボットの配置図	12
3.7	名前あり, 名前無しでのインタラクションの違い	13
3.8	一週間ごとの返答率の推移	16
3.9	1 週目のアンケート結果	17
3.10	4 週目のアンケート結果	17
4.1	実験環境の写真	21
4.2	実験環境配置図	21
4.3	被験者の返答状況の推移	24
4.4	アンケート結果	25

第 1 章 はじめに

1.1 背景

言いたいと言にくいことというものが存在する。例えば直属の上司に対して直接、仕事や待遇についての不満を言い出すことは難しく、アンケート調査によれば上司に不満を持つ人の中でも直接言うことができたのは 36 % である??。また、隣人に対して直接不満を伝えることはトラブルを招くことがあるため難しいが、調査によれば隣人に不満を感じたことのある人が 33 % にのぼる??。このような直接伝えるににくい不満を仲介者を置くことで言いやすくする方法がある。職場であれば直属の上司のさらに上の上司に不満を伝えたり、隣人への不満は集合住宅であれば管理人や大家に伝えたりする方法があり、直接伝える方法よりも言いやすいと考えられる。しかし、このような仲介者は常に存在するわけではないし、いつでも不満を伝えることができるわけではない。そこで、ロボットが仲介者となって不満を聞き出すことを提案する。ロボットであれば人の仲介者と違っていつでも不満を聞き出すことができる。

このような職場や近所付き合いにおいて言いにくいことを聞き出せるロボットを実現するためには「半公共空間」において日常的な短時間対話を利用者で行い、親密な関係を構築して自己開示を促して不満や悩みを聞き出す必要がある。「半公共空間」とは集合住宅の共用部分や会社や学校の門といった住民や学生など特定の人しか通らない環境であると定義する。表??に公共空間ロボット、半公共空間ロボット、私的空間ロボットがおかれる環境についてまとめた。半公共空間は他の環境と比較すると、自室のようなプライベートな空間よりも多数の人が通る可能性があるが、道や駅のような公共空間のように不特定多数の人が通らない空間である。半公共空間では特定の多数の人が通行するためロボットが利用者個人を特定してコミュニケーションを取ることを前提にできる。よって、不特定多数が存在して個人の特定が難しい公共空間よりもロボットと人の親密な関係を構築しやすいと考えられるが、一方で私的空間ロボットは自分の部屋などの一対一の空間でコミュニケーションを取るので長時間の対話になる。半公共空間では会社の廊下や集合住宅の共用部のような通行する場所も含まれるので通りがかった時に行う短時間の対話が想定さ

表 1.1 ロボットの活動空間の分類

	私的空間ロボット	半公共空間ロボット	公共空間ロボット
場所	自宅 自分の部屋	集合住宅の共用部, オフィス	駅, 道路
相手の認識	個人が 相手なので容易	特定多数が 相手なので容易	不特定多数が 相手なので難しい
対話一回 当たりの時間	長い	短い	短い

れる。ロボットが人の自己開示を促すことを目的とした研究がある [1, 2, 1] が私的空間を想定した研究である。他の空間とは違う特徴を持つ半公共空間では、どのようなインタラクションを行えばロボットが利用者との親密な関係を構築して自己開示促すことができるのかを明らかにする必要がある。

本研究ではロボット利用者と半公共空間での日常的な短時間対話を想定して対話ロボットの開発を行う。日常的とは毎日一回程度の対話を継続的に行うことであり、利用者が集合住宅の出入り口でや学校の門を通るときを想定している。短時間対話とは半公共空間に出入りする利用者が通りがかったときにあいさつと 1~2 回のやり取りすることである。これらのような環境下においてロボットは利用者との対話を行い、利用者との親密な関係を構築して、深い自己開示を促して不満や悩みを聞き出すことを目指す。

本論文では、2 章では人と親密な関係を構築することを目指したロボットに関する関連研究を示す。また、従来研究と本研究の位置付けについて述べる。3 章では個人認識の明示が日常的な短時間対話の中での挨拶において与える影響を調べるために行った予備実験について結果と考察を述べる。4 章では日常的な短時間対話の中での自己開示を促す対話について行った実験について結果と考察を述べる。5 章では本研究のまとめと今後の課題について説明する。

第 2 章 関連研究と本研究の位置づけ

2.1 公共空間での対話を行うロボットの研究

公共空間で活動するロボットが多数開発されている。チラシを配布するロボット [3], 博物館のガイドロボット [4], 道路で道案内するロボット [5], 等がある。また, Rachel ら [6] は人とコミュニケーションを取るロボットには人に受容されることが重要であると考え, 受付ロボットに案内を行うだけでなく, 挨拶をしたり自分についてのストーリーを話すことを実装した。これらは受付や案内などのタスクを行うタスク指向ロボットであり, 利用者と親密な関係を築くことを目的としていない。本研究ではロボットと利用者が親密な関係を築くことを目的として研究を行う。

2.2 私的空間での対話を行うロボットの研究

ロボットが人と親密な関係を築くために様々な試みが行われている。Tineke ら [7] はソーシャルロボットである Nabaztag を高齢者 3 人に家庭環境で 10 日間使用してもらい, 半構造化インタビューを行って評価した。その結果, ロボットと人の関係構築にはロボットが実用的であることに気づくことが重要であることを明らかにした。ロボットと人が親密になるためにはまず対話を日常的に継続してもらう必要があり, 継続のためにはユーザが自発的に会話したいと感じるようにユーザの対話意欲を高める必要がある [8]。そこで Minami[9] は人が考えた面白い文章を SNS から取得してロボットが読み上げることで対話意欲を高め, そこに機械対話を組み合わせることで応答性を高めて話を聞いてもらえるという実感を高めた。Drift[10] らは糖尿病の日々の病状を記録する日記を子供が書くことを目的として子供に自己開示を促す為に自己開示を行うロボットを開発し, 日記を書くことの促進に有用であることを示した。私的空間での対話ロボットを実現するには日常的に利用されることが必要であり, 実用性や飽きられないことが重要である。

2.3 半公共空間における対話ロボットの研究

人が親しみやすいと感じるロボットの開発を目的とした半公共空間での日常的な短時間対話の先行研究として光永らの研究 [11] がある。この研究ではオフィスという特定多数の人のみが存在する半公共空間で空間で 6 ヶ月間の日常的なロボット対話が行われた。ロボットの印象についてのアンケートの結果、ロボットに親しみを感じた人がいた一方で邪魔に感じる、機能が無いという意見があった。そこで廊下では話しかけないなどの場をわきまえるふるまい、メッセージャーとして書類を運ぶ機能を追加して実験を行った [12]。その結果、能動的にロボットが人にインタラクションする場合において場をわきまえる行動がロボットが社会に受け入れられるにあたって特に重要であるとした。Kanda ら [13] は対話型ロボットを小学校の教室で 30 分の休みの間に活動させる実験を 32 日間行った。子供とロボットの長期相互作用を目的としてロボットには無線の RF タグを読み取り名前を呼ぶ機能、積算対話時間が一定を超えると振る舞いが増えたりロボット自身の秘密を教える自己開示を行う機能が実装されている。結果、ロボットを友達だとみなした一部の子供たちとは長期的に相互作用を続け、親密な関係を築くことができた。顧客と顔見知りになるロボット [14] は来客に親しまれる役割を果たすことを目的として開発され、対話履歴に基づいた個人認識の明示、自分の好きなものを話す自己開示、徐々に親しくなる振る舞い、接触を伴うインタラクションを行うことができる。25 日間ショッピングモールで活動した結果、利用者のアンケートからこれらの機能が親密に感じることとロボットの印象よりもロボットとの関係性が購買行動に影響することが明らかにされた。しかし、人からロボットへの自己開示は好きな食べ物などの嗜好などの浅い自己開示であり、深い自己開示は行われていない。

2.4 人同士の関係に置ける自己開示と親密さに関する研究

そこで人同士のコミュニケーションにおける自己開示と親密さの関係についての研究が行われている。まず自己開示とは Z 自分の情報を他者に知らせることであり、相手に分かるように自分自身をあらわにする行為である [15]。自己開示の深さは人同士の関係において親密さと関係している。Taylor & Altman[16] は、671 の話題を収集し、ある話題を話すことに相手にどの程度の親密さが必要であるかを調

べた。その結果、話題を 13 の話題群 (宗教、自己の結婚観・家族観・恋愛・デート・性・親・家族・親戚・身体的状態・外見・金銭・財産・政治・最近の出来事・時事問題・感情・習慣・興味・趣味・対人関係・態度・価値・倫理・学校・その他) に分類でき、それぞれ親密度に応じて話されていることがわかった。趣味や娯楽の話題よりも自分の性格や財産や金銭などの話題のほうが、深い自己開示であるというように、話題によってその深さが異なり、どのような話題を交わすかによって、相手との親密さを測定することができることを明らかにした。また、Altman & Taylor によると [17] 他人とは狭く浅い話題が選択され、友人や恋人など親密な人とは広く深い話題が取り上げられ自己開示されているとした。そして、深い自己開示となる話題とは独自性 (uniqueness) が高い (異性が苦手というより「同性愛である」という場合)、可視性 (visibility) が低い (公的な自己情報よりも私的な自己情報)、認識された脆弱性 (perceived vulnerability) が高い (相手に知られたくない自分の弱み)、社会的に望ましくない側面 (socially undesirable) がある、という要素が含まれる話題であるとした。丹羽らの研究 [18] では自己開示尺度の開発し、日本の大学生を対象にを対象に質問紙調査を行った。その結果、この尺度は趣味 (レベル I)、困難な経験 (レベル II)、決定的ではない欠点や弱点 (レベル III)、否定的性格や能力 (レベル IV) という、自己開示の深さが異なる 4 つのレベルの自己開示を測定でき、自己開示の深さと開示する相手との関係性を敏感に識別できることを明らかにした。また、Aron ら [19] は趣味趣向に関係なく深い質問を行うことが親密度に影響することを明らかにしている。

対話ロボットが人から悩みや不満といったより深い自己開示をしてもらうには人同士の関係と同様に親密になり聞き出す必要があり、また、逆に人同士の関係と同様により親密な関係を築くために人がロボットへ自己開示をするように促す必要があると考えられる。

2.5 人からロボットへの深い自己開示の関連研究

人からロボットへの深い自己開示を行う研究が行われている。内田らは人間とアンドロイド、小型ロボットを傾聴者とした際、被験者の自己開示態度がどのように変化するかを調査した [20]。その結果、ロボットにおいても人と同程度の自己開示を得

られることを明らかにした。しかし、この実験では初対面での印象を評価したのみであり、継続的な対話における自己開示状況については明らかではない。Gurit らは [2] は人がロボットに自己開示を行うことで人が安らぎを得られるか、人型でないロボットにおいて人がどう感じるかを調べることを目的として、実験参加者がロボットに自己開示を行い、反応するロボットと反応しないロボットについて比較を行った。その結果、反応するロボットはより有能で、社交的で、応答性の高いロボットと認識された。Hoffman[1] らは実験参加者の実験参加者自身に対して否定的な自己開示にロボットがポジティブな反応（同意する、相手の方を向く）するか、ネガティブな反応（否定的な言葉を返す、相手を見ない）をするかを比較し、ポジティブな反応を返すロボットのほうが被験者がロボットにより有能であると感じることを明らかにした。Powers ら [21] は画面上のエージェントとロボットについての影響力の違いを明らかにするために、それぞれが健康に関する質問をして、キーボードで実験協力者が回答する実験を行った。その結果、ロボットでは実験協力者の否定的な行動に関する開示が減少したが、対話時間が長くなり、対話の記憶が強くなることがわかった。野口らは [22] 高齢者から自己開示を促し社会的孤立を抑制する為に齢者の自己開示を促すことを目指し、離れて暮らす家族からのメッセージを仲介するロボットを開発した。その結果、自己開示を促すためにはより warmth と competence が強く知覚されることが重要であることが分かった。これらの研究ではロボットと対話相手の一対一で存在する環境を想定して行われているため、私的な空間と同様であると考えられる。その為、ロボットが複数人と関わる可能性がある半公共空間での自己開示の影響を検証する必要がある。

2.6 本研究の位置づけ

本研究では半公共空間での日常的な短時間対話において人と親密な関係を構築し、人の深い自己開示を促して不満や悩みを聞き出すことを目的とする。研究室の出入り口という特定多数の人が通行する場所に対話ロボットを設置して、個人認識を明示した挨拶によって定義した親密度レベル 0 への到達への影響を調べる実験と徐々に親密度のレベルを高める自己開示を促す対話を実装しての実験を行う。

表 2.1 話題と対応する親密度レベル

親密度レベル	ユーザーのロボットへの自己開示内容
0	挨拶
1	趣味, 好きなものについて話す
2	人, 環境への不満について話す
3	自分の悩み, 自分への不満を話す

2.6.1 本研究での親密度レベルの定義

人同士における親密度と話題の関係性の先行研究 [17][18] から, 半公共空間で自己開示を促すロボットに実装するにあたって, 本研究における利用者とロボットの親密度と対話する話題の対応を定義した (表 2.1).

レベル 0 ではロボットが利用者から話し相手として認識される段階であり, ロボットと利用者はあいさつを返し合う. 人同士の関係構築においてあいさつのやり取りを行うことは重要な意味を持つ [23] ので, 人とロボットでの関係構築においても重要であると考えられる. 従って, ロボットは利用者からのあいさつに返事をしたり, 利用者個人を認めていることがわかる挨拶を行い, 利用者にロボットが対話可能であることとロボットが利用者とは対話したいということを伝える必要がある.

レベル 1 では趣味や好きなものについて利用者がロボットに話している段階である. 趣味や好きなものについて話すことは人同士の対話において親密度が低い状態から行われるものであり [18], ロボットと人との対話でも同様であると考えられる. また, ロボットとの対話を日常的に継続するためには, ユーザが自発的に会話したいと感じるように, ユーザの対話意欲を高める必要がある [8]. そこで, レベル 1 の対話の中で利用者の嗜好を獲得できれば, 対話意欲を高めるためには個人の嗜好が反映された面白い内容や役に立つ雑談をする事ができ, 日常的な対話が継続しやすいと考えられる. 例えば, 野球が好きなユーザーには野球の話を提供し, 明日は何のゴミの日であるかをユーザーに教えることで日常的な対話が継続されやすいと考える.

レベル 2 は人や環境への不満をロボットに話す段階である. 具体的には騒音やゴミ出しでの不満などを想定している. レベル 3 は自分の悩みや不満を話す段階である. この 2 つのレベルの対話を行うことができれば, ロボットが利用者とは対話して

利用者のプライバシーに踏み込む対話を行って利用者の情報を収集することができる。さらに、その親密な関係を利用して利用者の問題の解決のために親密な関係に基づいて利用者の情報を聞き出したり、利用者の問題を認識して行動変容を促す発話を行う事ができると考えられる。例えば、ロボットが騒音トラブルの騒音源の人の事情を聞き出して、騒音の被害を受けている人に伝えて許容してもらうことが考えられる。

第 3 章 日常的な短時間対話の中での挨拶での個人認識の明示の効果の検証

3.1 実験概要

半公共空間における日常的ロボット対話において個人認識を明示した挨拶を行うことがロボットを話し相手として認識され易くなるという仮説を立て、個人認識の明示の影響を調査するために実験を行った。

3.2 実験環境

実験に向けて、個人を認識して挨拶を行うロボットを実装した。ロボットは RoBoHoN, 制御 PC, IC カードリーダー (SONY RC-S320), マイク付き Web カメラ (LOGICOOL C920), RoBoHoN を隠せる扉, 扉制御用のマイコン (mbed LPC1768), 扉開閉用のサーボモータで構成されている。ロボットの構成図を図 3.1 に、ロボットを配置した写真を図 3.2 示す。RoBoHoN は制御 PC からの命令により被験者に対して音声での挨拶と挨拶に合わせたモーション動作を行う。制御 PC は IC カードリーダーにより被験者を認識する機能, 音声認識用マイクで被験者の挨拶を音声認識する機能, 発話する内容を RoBoHoN に送信する機能, 被験者からの挨拶の有無を記録する機能がある。マイコンは制御用 PC からシリアル通信によって命令を受け取って扉を開閉する。

挨拶は日常的な短時間対話を想定して 5 時間に一度行うようにした。設置した RoBoHoN と扉を図 3.3 と図 3.4 に示す。挨拶を行うかどうかのわかりやすいように RoBoHoN の前に扉を設置し、挨拶を行う場合のみ扉が開くようにした。

RoBoHoN も音声認識機能を持つが、開発中にマイクの感度の低さにより遠い位置からの被験者の挨拶を聞き取れないことがあったため、別に Web カメラの Web カメラのマイクを利用し、制御 PC の Windows に用意されている音声認識ライブラリ [24] を利用した。被験者からの挨拶の有無は音声認識によって判定を行っており、人の音声認識されれば認識された文章に関係なく挨拶があったと判定する。

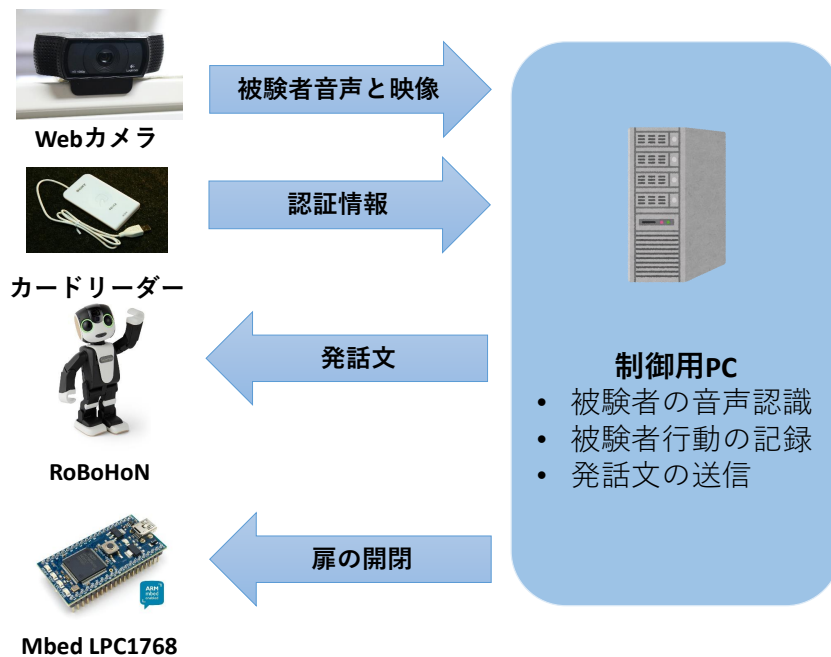


図 3.1 ロボットの構成図

3.3 実験方法

ロボットを研究室の出入り口に設置して入室時にロボットが挨拶をする実験を1ヶ月間行った。被験者は研究室の学生8名(23~24歳)である。4名を個人認識の明示ありとして名前を呼ぶ挨拶を行い、名前ありとした。残り4名を個人認識の明示なしとして名前を呼ばない挨拶を行い、名前無しとした。学生は普段からRoBoHoNを開発に用いており慣れ親しんでいる。実験環境について説明する。ICカードリーダーにICカードをかざし、扉から入室する被験者を図3.5に示した。扉は普段からICカードで認証して解錠して利用しているため普段と変わらない動作でロボットに個人識別情報を送る。

ロボットの配置図を図3.6に示した。図3.6の黒い矢印は被験者の動線を示している。

被験者とロボットの動きの流れを以下に示した。

1. 被験者がICカードリーダーにICカードをかざす



図 3.2 ロボットと Web カメラの配置



図 3.3 ロボットが挨拶を行う状態



図 3.4 ロボットが挨拶を行わない状態



図 3.5 入室時の被験者

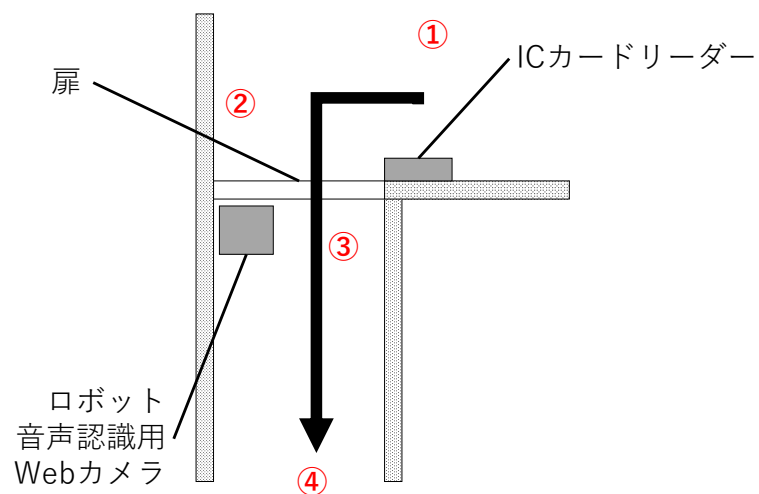


図 3.6 ロボットの配置図

2. 被験者が扉を開けて入室する
3. RoBoHoN が挨拶をする
4. 被験者の挨拶を完了するか, 一定時間経過すると RoBoHoN が返事をする

この挨拶動作を被験者が扉から入室する度に行った。図 3.7 に名前無しと名前ありでのロボットの発話の流れの違いを示した。RoBoHoN は名前ありでは個人認識の

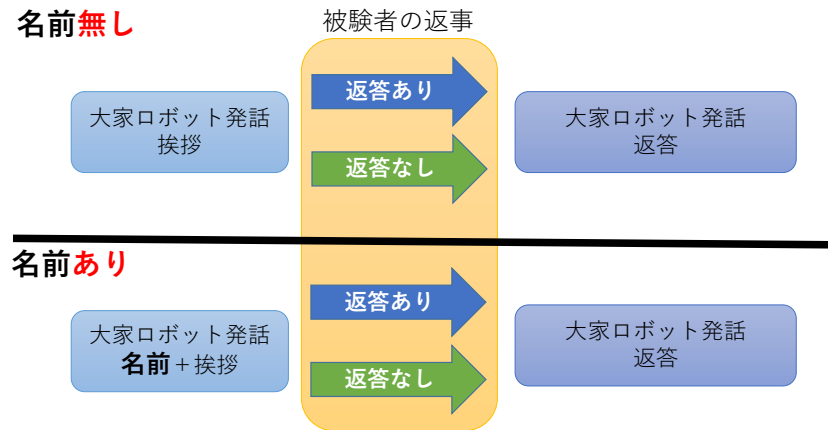


図 3.7 名前あり, 名前無しでのインタラクションの違い

明示として名前と時間に合わせた時間に合わせた挨拶文（おはよう、こんにちは、こんばんは）を挨拶に合わせたモーションとともに発話する。名前無しでは時間に合わせた時間に合わせた挨拶文（おはよう、こんにちは、こんばんは）のみを挨拶に合わせたモーションとともに発話する。被験者への返事は、被験者の RoBoHoN へのあいさつの有無にかかわらず、3 パターンの文章（寒いね、がんばってね、カゼに気をつけてね）のどれかを発話する。複数人が入室する場合は IC カード用いて扉を解錠した人の名前を含んだ挨拶動作を行う。

3.4 評価方法

評価は被験者のロボットの挨拶への返答率の計測と被験者へのアンケートを行った。返答率はロボットの挨拶に対して被験者の返事をした割合である。返答率は音声認識による返答の認識だけでなく、RoBoHoN が挨拶したときの被験者をカメラで撮影して被験者がロボットに挨拶を行ったかを確認した。また、動画によって被検

者がどのように RoBoHoN に挨拶を行っていたのかを観察した.

表 3.1 アンケート質問項目

質問の分類	質問項目
被験者の性質	知り合いにあいさつを主体的にする方か？
	知り合いからのあいさつに返事をする方か？
挨拶への印象	ロボットにあいさつしたいと思ったか？
	ロボットからのあいさつに返したいと思ったか？
	ロボットからあいさつの返事を強要されたと感じたか？
ロボットへの印象	ロボットと雑談したいと思ったか？
	ロボットに興味を持ったか？
	ロボットと挨拶以上の関わりを持ちたいと思ったか？

アンケートは表 3.1 の項目について、当てはまるか当てはまらないかについて 5 段階のリッカート尺度で実験期間の 1 週目と 4 週目の終わりに質問した。リッカート尺度は

1. 全く当てはまらない
2. やや当てはまる
3. どちらでもない
4. やや当てはまる
5. 全く当てはまる

の 5 段階とした。被験者の性質という分類では被験者普段から人に対して挨拶を行っているかどうかロボットへの挨拶への反応に影響が出る可能性があるため、挨拶への印象という分類ではロボットの人への挨拶の印象を調べるため、ロボットへの印象という分類では挨拶から先の親密度レベルへと進みたいと思うかどうかについて調べるために質問した。

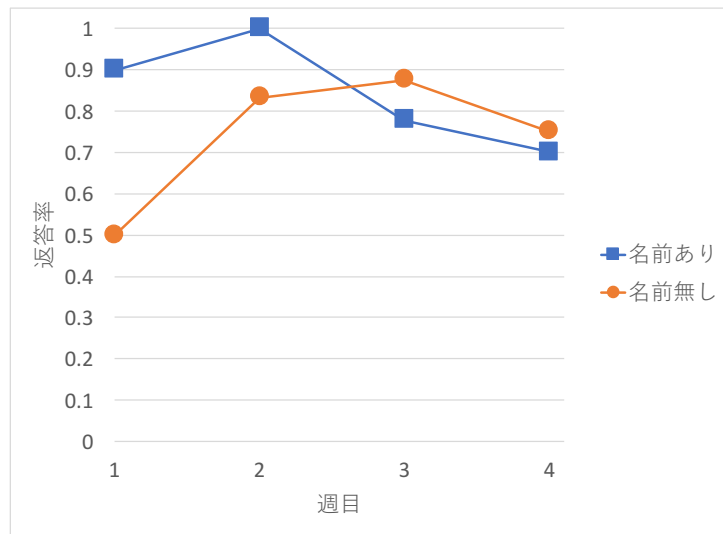


図 3.8 一週間ごとの返答率の推移

3.5 実験結果

3.5.1 ロボットの挨拶への返答

実験期間での返答率の推移を図 3.8 に示す。ロボットから被験者への挨拶は全期間中に 77 回行われた。動画を確認した結果、ロボットの挨拶への返答があったのは 59 回であった。名前を呼んだ条件は 39 回で返事をしたのはうち 33 回、呼ばない条件は 38 回でうち返事をしたのは 26 回だった。1 週目では名前ありの方が名前無しと比較して名前ありのほうが挨拶への返答率が高いという結果が得られた。1 週目のみフィッシャーの正確確率片側検定において有意であると判定された ($P > 0.05$)。しかし、2 週目では名前無しの条件の返答率が上昇し、3 4 週目ではどちらの条件でも返答率が低下した。カメラで撮影した映像を観察した結果、挨拶の時に立ち止まったのは 5 回、ロボットの方に顔を向けたのは 59 回観察された。被験者がロボットに挨拶を行った時は全て場合でロボットの方に顔を向けていた。

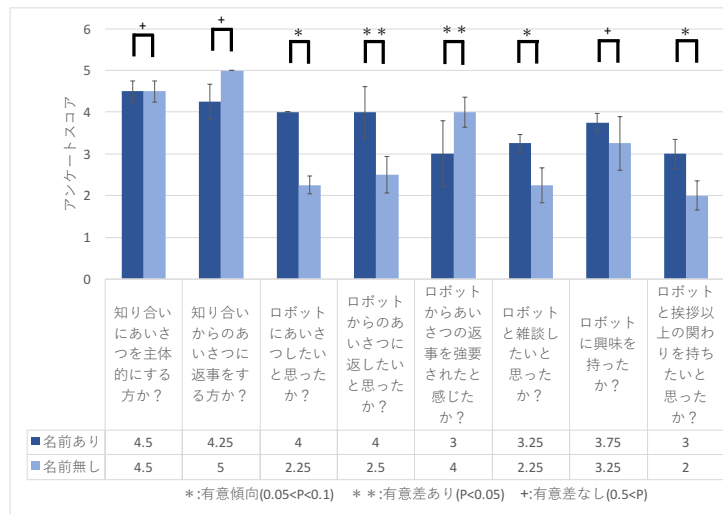


図 3.9 1 週目のアンケート結果

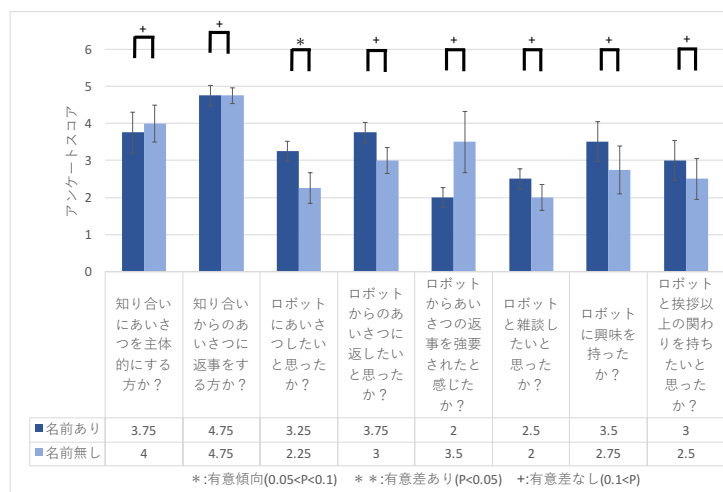


図 3.10 4 週目のアンケート結果

3.5.2 被験者へのアンケート

実験期間での 1 週目のアンケートの結果を図 3.9 ,4 週目の図 3.10 に示した. アンケートのスコアを名前ありと名前を呼ばなかった群で比較した. 1 週目のアンケートではロボットに挨拶したいと思ったか, ロボットと雑談したいか, ロボットと挨拶以上の関わりを持ちたいと思ったかについて有意傾向が, ロボットからの挨拶

に返したいと思ったか、ロボットからの挨拶に返事を強要されたと感じたかについては有意差があった。4週目のアンケートではロボットに挨拶したいと思ったかについてのみ有意傾向が見られた。

自由記述欄の記述についてまとめる。1週目は名前ありでは

- 声が無機質, 機械的 (2名)
- 挨拶されると嬉しい

名前無しでは

- 人と同じように習慣で返している
- ロボットとの関係性がないので返そうと思わない
- 周囲に人がいるとロボットに挨拶がしにくい

という意見があった。4週目は名前ありでは

- 嬉しいときと煩わしい時がある
- 期間が長いので挨拶に単調さを感じた

名前無しでは

- 研究室の挨拶の活性化になる
- いつも同じことを言っているように感じた

という意見があった。

3.6 考察

3.6.1 被験者の返答行動に関する考察

図 3.8 に示した返答率の推移について考察する。1週目では名前ありの方が名前無しと比較して名前ありのほうが挨拶への返答率が高いという結果が得られ、1週目のみフィッシャーの正確確率片側検定において有意であると判定された。これは名前を呼ぶことで個人認識の明示を行ったことによる効果であると考えられる。但し、2週目以降は名前無しと名前ありで差は見られなかったことから、名前を呼ぶこ

との効果はロボットと人が関係を構築する初期でしか効果がないと考えられる。返答率は名前ありで9割を超える返答を得ることができたので親密度レベルにおけるレベル0の段階を達する事ができたと考えられる。

被験者の挨拶する様子を観察した結果、立ち止まる人はほぼいなかった。そのため挨拶以上の対話を行うためには呼び止めることや気を引くような言葉を発話するか足を止める場所に設置しなければならないと考えられる。被験者が挨拶を行っている時にはRoBoHoNの方を見ているのでジェスチャーのようなノンバーバルな方法で足を止める方法が有効であると考えられる。

3.6.2 アンケート結果に対する考察

図3.9と図3.10に示したアンケート結果について考察する。被験者の性質という分類の質問において有意差は見られなかった。名前ありと名前無しにおいて被験者が普段から人に対して挨拶を行っているかどうかには差がないと考えられ、返答率に被験者の挨拶についての性質は影響していないと考えられる。1週目のアンケートではロボットに挨拶したいと思ったか、ロボットと雑談したいか、ロボットと挨拶以上の関わりを持ちたいと思ったかについて有意傾向が、ロボットからの挨拶に返したいと思ったか、ロボットからの挨拶に返事を強要されたと感じたかについては有意差があった。ロボットと人が対話を行って関係構築を行う上で為に名前を呼ぶことは効果があると考えられる。また、4週目のアンケートではロボットに挨拶したいと思ったかについてのみ有意傾向が見られた。よって、名前を呼ぶことは返答率でも同様の考察の通り、名前を呼ぶことの効果はロボットと人が関係を構築する初期でしか効果がないと考えられる。但し、自由記述で同じことを言っているように感じたという意見があることから挨拶のみしか機能がなかったために飽きられた影響が大きかった可能性がある。

第 4 章 自己開示を促す対話の効果の検証

4.1 実験概要

3 章の実験では表 2.1 における親密度レベル 0 のあいさつについて名前を呼ぶことによる個人認識の明示の影響を明らかにする実験を行い、名前を呼ぶことが挨拶への返答を促すことがわかった。しかし、3 章の実験において立ち止まる被験者が少なかった為、挨拶以上の対話が行われる可能性が低い。そこで本実験では実験環境を研究室内部から研究室の入り口の外側に変更して被験者が立ち止まりやすいようにした上で自己開示を促す対話をする実験を行った。表 2.1 の親密度レベルに従ってより深い質問を行い、返答が得られるかどうかを目的とした。

4.2 実験環境

ロボットを研究室の出入りに設置して入室時にロボットが挨拶を自己開示を促す質問をする実験を 14 日間行った。被験者は研究室の学生 8 名 (20 代) である。ロボットと被験者のやり取りの流れを以下に示す。図 4.2 中の番号と以下の箇条書きの番号が対応しており、番号の位置がその動作のときの被験者の位置である。

1. 被験者が図 4.2 の IC カードリーダーに IC カードをかざす
2. ロボットが挨拶と質問を行う
3. 被験者がロボットに答える、もしくは無視する
4. 被験者が返答を完了するか、一定時間経過すると RoBoHoN が返事をする

実験環境の写真を図 4.1 に、図 4.2 に実験環境の配置図を示す。被験者が靴をぬぐために足を止める時にロボットが対話を開始できるように実験環境を研究室の内部から外側に変更した。

ロボットの構成は図 3.1 に FeliCa リーダー・ライター RC-S620S を mbed に接続して追加している。RC-S620S は IC カードリーダーに任意のカードの信号を送ることができ、今回は PC に接続された IC カードリーダーの信号を mbed と RC-S620S を介して研究室で入り口のカードリーダーに送り、研究室で入り口の扉

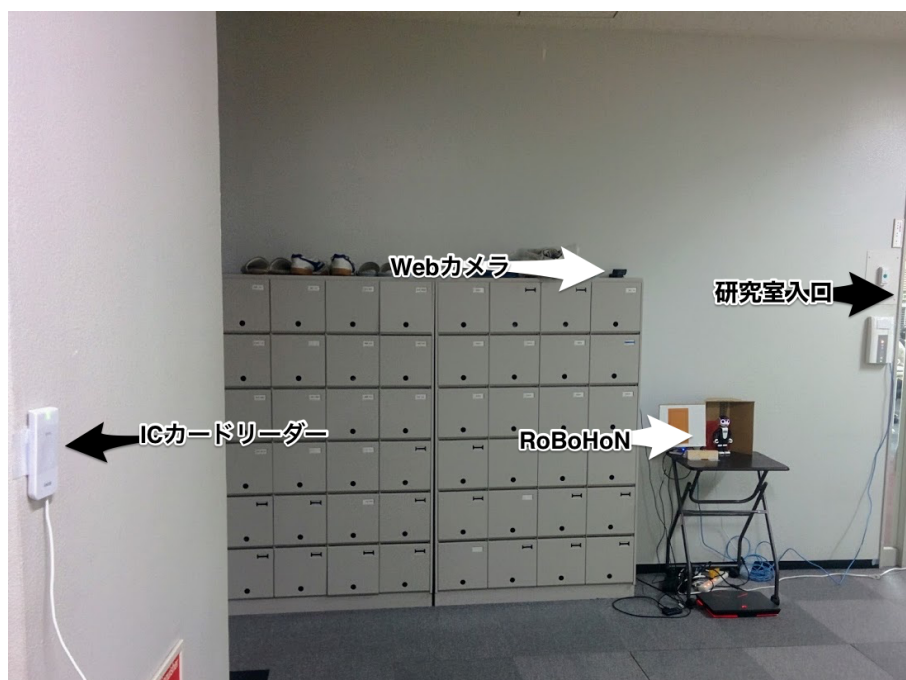


図 4.1 実験環境の写真

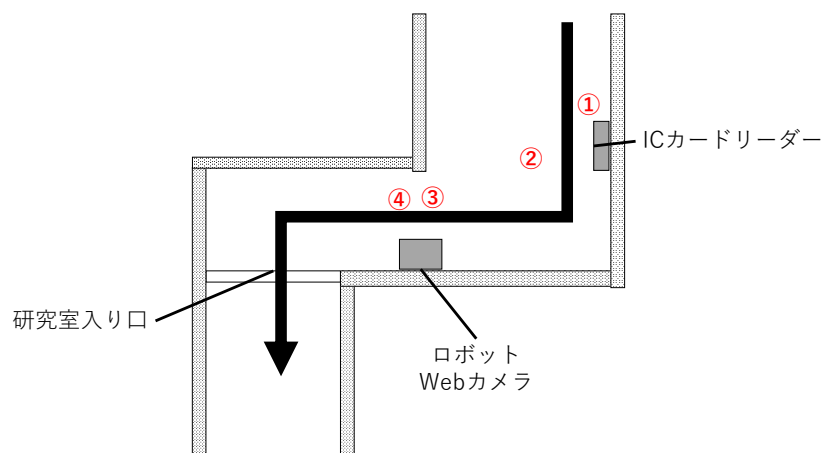


図 4.2 実験環境配置図

表 4.1 ロボットの質問リスト

親密度レベル	質問内容
レベル 1	休みは何するの？
	最近楽しいことはあった？
	最近うれしいことはあった？
	休みには何してたの？
	さいきん楽しかったことは？
	これから楽しみなことは？
	好きなことはなに？
レベル 2	なにか愚痴りたいことはない？
	困っていることはある？
	周りのはうるさくない？
	なにか不満はない？
レベル 3	疲れてない？
	何かしんどいことはない？
	何か辛いことはあった？
	体の不調とか無い？

を解錠する。よって、被験者は図 4.2 に示した IC カードリーダーに認識させるのみで研究室内に入ることができ、3 章での実験と同様に自然な動作でロボットに個人認識の情報を与えることができる。

ロボットが発話する質問を表 4.1 に示した。本実験において徐々に親しくなる言動としてロボットにレベル 1 の質問に回答した被験者にはロボットがレベル 1, レベル 2 を質問するようになり、レベル 2 を回答するとレベル 3 を含む全ての質問をロボットが被験者に行うように実装を行った。親しい関係になったとしても浅い自己開示も行われ続ける [18] 為、レベルが高い状態でもレベルの低い質問を行う事があるように実装した。また、実験途中の 8 日目に対話した内容をロボットが認識していることを実感させる為に実験中に被験者が答えた内容について「(被験者が回答した内容) って何？」と深掘りする質問を追加した。これは

4.3 評価方法

評価は被験者のロボットの質問への回答状況とロボットに対するアンケートによる印象評価を行った。回答状況は音声認識による回答の認識だけでなく、RoBoHoN が挨拶したときの被験者をカメラで撮影して被験者がロボットに回答を行ったかを確認した。回答率としてロボットの質問に対して被験者の回答をした割合を算出した。また、動画によって被験者がどのように RoBoHoN に回答を行っていたのかを観察した。

アンケートは以下の項目について、当てはまるか当てはまらないかについて 5 段階のリッカート尺度で実験期間の 8 日目に質問した。

- ロボットの質問に答えたいと思ったか？
- ロボットの質問は不愉快だと思ったか？
- ロボットと雑談したいと思ったか？
- ロボットに親近感を覚えたか？
- ロボットに興味を持ったか？

リッカート尺度は

1. 全く当てはまらない
2. やや当てはまる
3. どちらでもない
4. やや当てはまる
5. 全く当てはまる

の 5 段階とした。加えて、「ロボットからの質問をどう思ったか？」と自由な感想について、文章で回答を求めた。

4.4 実験結果

14 日間でロボットから被験者への質問は 72 回行われた。動画を確認した結果、ロボットの質問への回答があったのは 47 回だった。音声認識に成功したのは 47 回のうち 11 回、逆に被験者が答えていないのに誤認識していたのは 6 回だった。

	被験者	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目
徐々に聞く	1	×1	×1	×1	×1	○1	○1	○2	○3	○1
	2	○1	×1	○1	○2	○3	○2	○2	○3	○1
	3	○1	○1	○1	○1	○3				
	4	×1	×1	×1	×1					
ランダムに聞く	5	×1	○1	○1	○1	×1	×2	○1	○3	
	6	×1	○1	○1	×2	○3	○1	○3		
	7	○1	×1	○1	×1	○1	○3			

○:返答あり ×:返答なし 数字:レベル
複数回のインタラクションがあった人のみ

図 4.3 被験者の返答状況の推移

レベル 1 の質問は 43 回行われ、28 回で被験者が回答していた。レベル 2 の質問は 9 回行われ、6 回で被験者が回答していた。レベル 3 の質問は 14 回行われ、12 回で被験者が回答していた。被験者の回答を深掘りする質問は 6 回行われたが音声認識の失敗により、正しく質問できていたのは 4 回だった。返答があったのは 1 回だったロボットの前で被験者が停止したのは 70 回だった。最終的にレベル 3 の質問に答えたのは 7 人中 6 人だった。8 回目までの回答結果の推移を図 4.3 に示す。音声認識の失敗により次の段階に進んでしまったために徐々に聞いていく群とランダムに聞く群がうまく分けることができなかった。

アンケート結果を図に示す。音声認識の失敗により徐々に聞いていく群とランダムに聞く群がうまく分けることができなかった。そのため、アンケート時点で深い自己開示を行っていたかどうかによって分割して比較した。その結果、質問に答えたいと思ったかどうかについて有意差が見られた。また、自由記述では「ロボットが回答を認識しているかどうかわからない」といった意見が多く見られた。

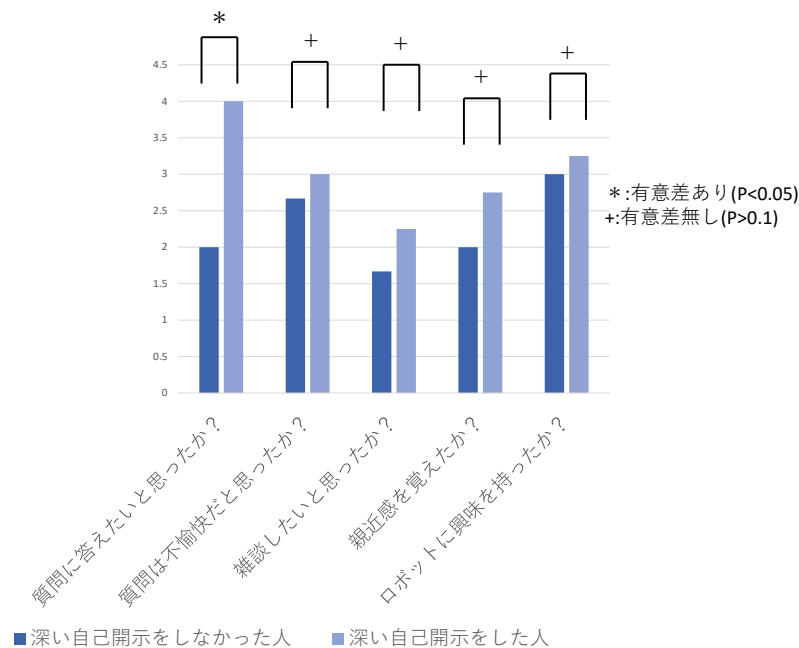


図 4.4 アンケート結果

4.5 考察

被験者の質問に回答する様子を観察した結果, 挨拶の実験環境と比較して殆どの人が立ち止まっていた為, ロボットの挨拶の後の質問を聞き, 答える人が多かった. 半公共空間でロボット対話を行うためにはエレベーターの前といった立ち止まる場所に設置することが有効であると考えられる. 自己開示を促す質問しか行っていないが, 最終的に 6 人が深い自己開示を行うようになったので, 不満を聞き出すという目的は達成されたと考えられる. これは Aron ら [19] によると趣味趣向に関係なく深い自己開示質問を行うことが親密度に影響することを明らかにしているので, 自己開示の質問を行ったことが親密度を高めた可能性がある. 今後は特定の人に対する不満などより言いにくいことを聞き出す場合においては聞き方やより親密さを高める方法を考える必要がある. 本実験では 14 日間のみだったが, 一ヶ月間行った 3 章の実験では飽きられるといったことがアンケートから明らかになっている. その為, 長期間の日常的対話を行うためには, 定形の質問を利用者に行うだけでなく自己開示された嗜好情報を利用して SNS コメントを紹介するなどの飽きられない発話

を行っていく必要があると考えられる。

第 5 章 おわりに

本研究では利用者との親密な関係を構築して深い自己開示を促して不満や悩みを聞き出すことを目的とし、半公共空間での日常的な短時間対話を想定して対話ロボットの開発を行った。本研究での半公共空間とは特定多数の人しか通らない環境であり、日常的とは毎日一回程度の対話を継続的に行うことであり、短時間対話とはあいさつと 1~2 回のやり取りすることである。人同士の関係における親密さと自己開示の内容の深さの研究の結果から自己開示内容による親密さのレベルを定義した。親密さのレベルの初期段階であるロボットと人が挨拶し合う関係を構築することを目的として、個人認識の明示に着目し、名前を呼ぶ挨拶と名前を呼ばない挨拶でロボットの挨拶への返答の有無を比較した実験を行った。ロボットへの返答の有無とアンケートによる評価を行った。その結果、対話開始時点では個人認識の明示として名前を呼ぶ挨拶はロボットと人が挨拶し合う関係へとなることに効果があるが、一ヶ月間の対話では名前を呼ぶ呼ばないに関係なく挨拶に返さなくなっていく傾向が見られた。定義した親密さのレベルに基づいて徐々に深い自己開示を促す質問を行うロボットを実装して実験を行った。14 日間実験を行い、ロボットが行った質問への被験者の回答の有無と被験者の様子を観察して評価した。その結果、自己開示を促す質問しか行っていないがレベル 3 の自己開示を行う被験者がいた。挨拶の実験ではアンケートの自由記述において発話内容の単調さを指摘されていた。なので、定形の質問を利用者に行うだけでなく自己開示された嗜好情報を利用して SNS コメントを紹介するなどの飽きられない発話を行うなどの改善を行うべきだと考える。

謝辞

研究活動全般にわたり、数々の示唆に富むご助言を賜り、常に研究の方向を指し示していただきました萩田紀博教授に寛大なる謝意を表します。幅広い視野で多岐にわたるご助言を頂き、時には温かく、時には厳しくご指導を頂きました神原誠之准教授に深く感謝いたします。そして、的確なご指導とご助言を頂きました小笠原司教授に厚く御礼申し上げます。研究のみならず、その他あらゆる場面で数多くのご助言を頂きました西村祥吾研究員に深く感謝いたします。研究活動全般にわたり、数々のご助言を頂きました環境知能学研究室の皆様全員に感謝いたします。最後に、本学で数多くの学びと経験をする機会を頂きました両親に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] G. Hoffman, G. E. Birnbaum, K. Vanunu, O. Sass, and H. T. Reis, “Robot responsiveness to human disclosure affects social impression and appeal,” in *Proceedings of the 2014 ACM/IEEE International Conference on Human-robot Interaction*, ser. HRI '14, 2014, pp. 1–8.
- [2] G. E. Birnbaum, M. Mizrahi, G. Hoffman, H. T. Reis, E. J. Finkel, and O. Sass, “What robots can teach us about intimacy: The reassuring effects of robot responsiveness to human disclosure,” *Computers in Human Behavior*, vol. 63, pp. 416–423, 2016, ISSN: 0747-5632.
- [3] C. Shi, M. Shiomi, C. Smith, T. Kanda, and H. Ishiguro, “A model of distributional handing interaction for a mobile robot.,” in *Robotics: science and systems*, 2013, pp. 24–28.
- [4] W. Burgard, A. B. Cremers, D. Fox, D. Hähnel, G. Lakemeyer, D. Schulz, W. Steiner, and S. Thrun, “The interactive museum tour-guide robot,” in *Aaai/iaai*, 1998, pp. 11–18.
- [5] A. Weiss, J. Igelsböck, M. Tscheligi, A. Bauer, K. Kühnlenz, D. Wollherr, and M. Buss, “Robots asking for directions-the willingness of passers-by to support robots,” in *Human-Robot Interaction (HRI), 2010 5th ACM/IEEE International Conference on*, IEEE, 2010, pp. 23–30.
- [6] R. Gockley, A. Bruce, J. Forlizzi, M. Michalowski, A. Mundell, S. Rosenthal, B. Sellner, R. Simmons, K. Snipes, A. C. Schultz, *et al.*, “Designing robots for long-term social interaction,” in *Intelligent Robots and Systems, 2005.(IROS 2005). 2005 IEEE/RSJ International Conference on*, IEEE, 2005, pp. 1338–1343.
- [7] T. Klammer, S. B. Allouch, and D. Heylen, ““adventures of harvey”–use, acceptance of and relationship building with a social robot in a domestic environment,” in *International Conference on Human-Robot Personal Relationship*, Springer, 2010, pp. 74–82.

- [8] 宮澤幸希, 常世徹, 榎井祐介, 松尾智信, and 菊池英明, “音声対話システムにおける継続欲求の高いインタラクションの要因,” *電子情報通信学会論文誌 A*, vol. 95, no. 1, pp. 27–36, 2012.
- [9] H. Minami, H. Kawanami, M. Kanbara, and N. Hagita, “Chat robot coupling machine responses and social media comments for continuous conversation,” in *2016 IEEE International Conference on Multimedia Expo Workshops (ICMEW)*, Jul. 2016, pp. 1–6.
- [10] E. J. van der Drift, R.-J. Beun, R. Looije, O. A. Blanson Henkemans, and M. A. Neerinx, “A remote social robot to motivate and support diabetic children in keeping a diary,” in *Proceedings of the 2014 ACM/IEEE International Conference on Human-robot Interaction*, ser. HRI '14, 2014, pp. 463–470.
- [11] 光永法明, 宮下善太, 宮下敬宏, 石黒浩, and 萩田紀博, “コミュニケーションロボット robovie-iv の開発とオフィス環境での日常対話,” *日本ロボット学会誌*, vol. 25, no. 6, pp. 822–833, 2007.
- [12] 光永法明, 宮下善太, 篠沢一彦, 宮下敬宏, 石黒浩, and 萩田紀博, “人々の中で日常的に活動するロボットに求められる三つの基本要素,” *日本ロボット学会誌*, vol. 26, no. 7, pp. 812–820, 2008.
- [13] T. Kanda, R. Sato, N. Saiwaki, and H. Ishiguro, “A two-month field trial in an elementary school for long-term human–robot interaction,” *IEEE Transactions on robotics*, vol. 23, no. 5, pp. 962–971, 2007.
- [14] 宮下善太, 神田崇行, 塩見昌裕, 石黒浩, and 萩田紀博, “顧客と顔見知りになるショッピングモール案内ロボット,” *日本ロボット学会誌*, vol. 26, no. 7, pp. 821–832, 2008.
- [15] S. M. Jourard, “Self-disclosure patterns in british and american college females,” *The Journal of Social Psychology*, vol. 54, no. 2, pp. 315–320, 1961.
- [16] D. A. Taylor and I. Altman, “Intimacy-scaled stimuli for use in studies of interpersonal relations,” *Psychological Reports*, vol. 19, no. 3, pp. 729–730, 1966.

- [17] I. Altman and D. A. Taylor, *Social penetration: The development of interpersonal relationships*. 1973.
- [18] 丹羽空 and 丸野俊一, “自己開示の深さを測定する尺度の開発,” パーソナリティ研究, vol. 18, no. 3, pp. 196–209, 2010.
- [19] A. Aron, E. Melinat, E. N. Aron, R. D. Vallone, and R. J. Bator, “The experimental generation of interpersonal closeness: A procedure and some preliminary findings,” *Personality and Social Psychology Bulletin*, vol. 23, no. 4, pp. 363–377, 1997.
- [20] 貴. 内田, 英. 高橋, 碧. 伴, 二. 島谷, 雄. 吉川, and 浩. 石黒, “ロボットによる傾聴を通じた自己開示の促進,” 日本認知科学会第 34 回大会, vol. 1, pp. 447–453, 2017.
- [21] A. Powers, S. Kiesler, S. Fussell, and C. Torrey, “Comparing a computer agent with a humanoid robot,” in *Human-Robot Interaction (HRI), 2007 2nd ACM/IEEE International Conference on*, IEEE, 2007, pp. 145–152.
- [22] 野. 洋平, 上. 寛子, and 田. 文英, “遠隔コミュニケーションを仲介するロボットが高齢話者の自己開示に与える影響,” ヒューマンインタフェース学会論文誌, vol. 20, no. 1, pp. 67–78, 2018.
- [23] A. Kendon and A. Ferber, “A description of some human greetings,” *Comparative ecology and behaviour of primates*, vol. 591, p. 668, 1973.
- [24] Microsoft, 音声認識 - UWP app developer / Microsoft Docs, <https://docs.microsoft.com/ja-jp/windows/uwp/input-and-devices/speech-recognition>, 10 2017.

発表リスト

- [1] 鈴木裕貴, 西村祥吾, 神原誠之, 萩田紀博, "半公共空間における日常的ロボット対話がユーザに与える影響の調査" 信学技報, vol. 117, no. 307, CNR2017-20, pp. 27-30 2017.11(2017)