

音声による第二言語会話支援の一検討

筑波大学

図書館情報メディア研究科

2019年3月

河合公美子

目次

第1章	序論	3
1.1	研究背景	3
1.2	研究目的	3
1.3	構成	3
第2章	関連研究	4
2.1	会話のストラテジーと NNS の困難	4
2.2	第二言語会話支援システム	5
2.3	擬人化エージェントやロボットによる会話介入	5
2.4	エージェントの形態と心理的影響	7
第3章	NNS の発話権取得を支援する音声エージェントの評価実験	9
3.1	NNS ヘルプエージェントの概要	9
3.2	エージェント介入内容	12
3.3	音声エージェントの構成	14
3.4	実験目的	15
3.5	実験条件	15
3.6	環境	15
3.7	参加者	18
3.8	実験手順	19
3.9	収集データ	21
3.9.1	会話行動	21
3.9.2	質問紙	21
3.10	分析手法	24
3.10.1	発話・沈黙時間割合	24
3.10.2	発話頻度	24
3.10.3	話者交替回数	24
3.10.4	相槌率	25
3.10.5	発話均衡度	25
第4章	実験結果	26
4.1	発話・沈黙時間割合	26
4.2	発話頻度	27
4.3	話者交替回数	28
4.4	相槌率	29
4.5	発話均衡度	30

4.6 質問紙調査結果	31
第 5 章 考察	36
第 6 章 結論	37
謝辞	38
参考文献	39

図表の目次

図 1NNS ヘルプエージェントの発話権調整手法.....	9
図 2 システム処理の流れ.....	11
図 3 システム利用の構図.....	12
図 4 MMD Agent.....	14
図 5 実験風景(ディスプレイ条件)	16
図 6 実験条件(スピーカー条件).....	17
図 7 実験条件(非エージェント条件).....	18
図 8 実験手順.....	20
図 9 発話時間割合	26
図 10 発話頻度.....	27
図 11 話者交替回数.....	28
図 12 相槌率	29
図 13 発話均衡度	30
図 14 質問紙結果(自身のコミュニケーションについて・NS)	32
図 15 質問紙結果(エージェントの有用性).....	33
図 16 質問紙結果(エージェントの印象)	34
図 17 質問紙結果(ストレス・NS)	35
図 18 質問紙結果(ストレス・NNS)	35
表 1 エージェント発話内容	13
表 2 アンケート項目一覧.....	22
表 3 条件ごとの質問紙項目	23
表 4 質問紙調査結果.....	31

第1章 序論

1.1 研究背景

近年、グローバル化により異なる国の人々の間での第二言語による会話の機会が増加している。通常のコミュニケーションでは、会話に参加する二者が対等に発話することで会話が成立する。しかし、異文化コミュニケーションには言語や文化の相違などの阻害要因がある。特に会話参加者のいずれかの母語を用いて第二言語会話を行う場合、非母語話者(Non-Native Speaker, 以下 NNS)は関連知識や第二言語の運用能力が不足しているため、母語話者(Native Speaker, 以下 NS)の発話がうまく聞き取れない、発話の意味を理解できない、自ら発話しにくいなどの問題を抱えている。そのため、NS と NNS の発話量に差が出たり、NS が会話の主導権を持とうとしたりするなどの非対称性が生じている。

NS と NNS の双方向かつ協調的なコミュニケーションを実現するために、NNS は多く発話し積極的に会話に参加する必要がある。そのための支援として、第二言語会話支援システムが多数提案されている。しかし多くの第二言語会話支援システムでは PC やテレビサイズのディスプレイに CG モデルなどを表示する必要があり、持ち運びや機材コストの点から実用性に乏しいという問題点がある。第二言語会話の機会の拡大とともににより手軽で実用的な形態の支援システムが望まれる。

1.2 研究目的

そこで本研究では第二言語会話支援エージェントの小型化を目的として、エージェントの形態による特徴を明らかにするために、郭ら [1]によって開発された NNS に発話権を渡す擬人化エージェント(NNS ヘルプエージェント)の形態による会話の変化と参加者への心理的影響についての調査を行う。

1.3 構成

本論文は、本章を含め 6 つの章で構成されている。第 1 章では研究背景と研究目的について記述する。第 2 章では関連研究について紹介する。第 3 章では NNS ヘルプエージェントの概要および NNS ヘルプエージェントを用いた音声エージェントの評価実験について説明する。第 4 章では評価実験の実験結果について述べる。第 5 章では実験結果に関する考察を行う。第 6 章は結論である。

第2章 関連研究

本章ではまず会話のストラテジーと NS・NNS のコミュニケーションにおける課題に触れ、それらを改善するための第二言語会話支援システムについて例を挙げる。加えて、擬人化エージェントやロボットによる会話への介入の例とエージェントの存在が人間に与える心理的影響について述べる。

2.1 会話のストラテジーと NNS の困難

ヤコブソン [2]によると、言語コミュニケーションは情報伝達の内容に関わる指示的機能や話し手の態度を表す主情的機能、相手とのコミュニケーションを維持することに関わる交話的機能など 6 つの機能の相互作用であるとされている。また、私達が行う会話には文法や語彙の知識以外にも会話のストラテジーが存在している。会話をスムーズに運ぶための技術として畠 [3]は「相槌の技術」「ターンをとる技術」「新しいトピックを提出する技術」「大きい発話をする技術」など 24 項目を挙げている。これらをうまく運用することは、円滑な会話に必要な要素である。

しかし、第二言語会話において、NS と NNS が会話する場合、関連知識や言語運用能力の不足のために様々な問題が生じている。Zuengler [4]の調査では、NNS は NS よりも発話の語数や話題転換の回数が少なく、反対に「ええと」「あの一」といったフィラーや相槌の回数が多くなることが分かっている。これは NNS のオーラルスキルや所有している知識に限界があり、結果的に話を作ることが難しくなっているためであると予想されている。Wei [5]の NS と NNS が混在しているグループにおけるメンバー同士のコミュニケーション調査においても、NNS はターンを取る回数が少なかったことが報告されている。また、一二三 [6]は NS と NNS の会話における NS の心理的処理と言語的処理の関連について調査を行なった。調査の結果、NS と NNS の会話では NS 同士の会話よりも NNS への情報要求が増え NS 自身の情報提供が減ることが分かった。一二三はこれを非母語話者の発話の機会を少しでも多くするためであると推測している。また、会話相手の日本語レベルが低い時には NNS を少しでも会話に参加させようと配慮し、NS が会話を主導する必要を強く感じていることも分かった。これらの事から、NNS は自らターンを取ったり話題を提供することに困難を感じていると言える。第二言語会話で NNS を支援することは、NNS の発話を促すとともに NS の負担も減らし、より円滑で楽しい会話を提供することにも繋がる。

2.2 第二言語会話支援システム

第二言語会話を支援する研究は様々な観点、手段から数多く行われている。

中でも画像や文字など視覚情報を提示する手法は多く研究されている。岡本ら [7]は NS と NNS の文化的背景が異なることに着目し、知識の違いを補うために会話中の名詞の関連情報を表示する対面型異文化コミュニケーション支援システムを開発した。音声認識により NS の発した言葉から名詞を抽出し名詞の説明や関連情報を画像や文章で提示することで、文化的な知識の差を埋めつつ多方面、多角度からの理解を支援している。埴ら [8]は NNS の発話内容理解の促進のために、NS が発話内容におけるキーワードを文字入力し NNS に画面共有で提示するシステムを提案している。遠隔環境を模したリアルタイムな NS-NNS コミュニケーションに適用した結果、知識の共有が促進され相互理解が強化された。Ye ら [9]は、NNS が NS の発話速度についていけない問題を解決するために、話速認識システムを開発した。NS の発話をリアルタイムで計測し、NNS にとって速く感じられる速度になったところで参加者に知らせることで、NNS が聞き取れる発話速度を維持することができる。

また、近年の高度な音声合成技術を利用し、聴覚情報による第二言語会話支援も研究が進められている。郭ら [1]は NNS の積極的な会話参加を促すために NNS に発話権を渡す擬人化エージェントを開発した。NS と NNS の間に沈黙が発生した場合、エージェントが NNS に話しかけることで NNS に発話権を渡し、NNS の発話を促進することができた。

これまでに挙げた第二言語会話支援システムはいずれもディスプレイや PC が必要であり、機材の揃った室内での利用が前提となっている。特に発話権調整エージェントは、エージェントキャラクターの表示にディスプレイを用いているが支援機能自体は音声によるものである。様々な場所で第二言語会話が行われるようになることを考えれば、エージェントの小型化は必須の課題と言える。

2.3 擬人化エージェントやロボットによる会話介入

スマートフォンの普及から始まり、近年では Alexa や Siri のような音声対話システムが一般的に利用されている。河原 [10]によれば、音声対話システムは、キーボードでの入力が困難な場面やリアルタイムな要求がなされる場面において他のモダリティに対し優位性をもつ。

会話支援の場面においても音声エージェントは多く利用されている。黄ら [11]は擬人化エージェントにより人間同士の会話に自然に入り込み、積極的な情報提示を行うガイドエージェントを提案している。WoZ 法による介入実験とコーパスの分析により、新たな情報

の提供を行う **Provide-topic**, エージェントが行った説明に対しさらなる情報の提示を行う **More-information**, ユーザが忘れている情報の補足を行う **Recall-support**, これまで話した内容の整理などを行う **Discussion-support** の 4 箇所の介入タイミングの有効性が示された。特に, **Provide-topic** の評価が高く, ユーザが考え込んでいる時やどんな情報が欲しいか分からないなど, 会話が停滞した場面での支援が必要とされていることが明らかになった。

一方, 秋葉ら [12]は, 3 人以上の多人数会話における社会的不均衡を解消するためにファシリテータとなる音声エージェントを開発した。本来自分の考えを発言したいにも関わらず何らかの原因によってその機会をうまく与えられていないような状況に陥っている可能性がある「置いてけぼり」状態の参加者がいる状況で会話ロボットが会話を主導している 2 者間のインタラクションに介入する。この時, 会話ロボットは, Bales [13]や Benne [14]らのグループ調整役割を元にした以下の 3 種類の役割を演じる。

- (1) トピック調整役割(**Topic Maintenance Role**):この役割は, トピックの選択に関する役割である。この役割の人は, 話題の提案をしたり, 話題がわからなくなっている人がいたら手助けをしたりする。Bales の役割でいうところの **compromiser, harmonizer, standard setter** である。
- (2) 発話権調整役割(**Floor Maintenance Role**):この役割は, 発話権に関する役割である。この役割の人は, 発話権がしばらくの間渡っていない人に, 質問をするなどにより発話権を渡し, グループ参加者全員の発話機会を均等にしようとする。
- (3) 会話状況把握役割(**Observation Role**):この役割は, 会話の状況を把握する役割である。現在のトピックがどのようなものであるのかを把握したり, 各参加者のムードや参加意欲, 各参加者同士の関係性を把握しようとする。

会話ロボットが適切な手続きを経て会話に音声介入することで, 「置いてけぼり」状態の参加者に発話権を与え, 社会的不均衡を解消できることが示されている。

様々な音声エージェントにより会話への介入が試みられているが, いずれもロボットや CG などの外見を有し, 音声のみでの会話への介入効果については深く検討されていない。そこで本研究では, 適切な手続きに従った音声のみの介入による効果を検証する。これにより外見の形態に依存しない, より手軽で実用的なエージェントの開発に繋がると考えている。

2.4 エージェントの形態と心理的影響

人間はしばしば高度な情報処理機器に対し、無自覚に相手が人間であるかのような対人的な応答をする。これは **Media Equation** [15]と呼ばれ、エージェントの身体性にに基づいた引き込み現象も報告されている。今井ら [16]は「人間同士のコミュニケーションにエージェントを介在させることにより、対人緊張を軽減できる」という仮定のもと、人間同士のコミュニケーションにエージェントの存在が及ぼす影響について CG の擬人化エージェントとヒューマノイドロボットを用いて調査を行った。テキストチャットによるしりとりにおいて実験者と参加者の間にエージェントが介在することで、対人緊張が和らぎ、親和感情が高まったことが報告されている。

エージェントの形態がユーザに与える心理的影響についても研究がなされている。田中ら [17]は、3つの異なる形態の運転支援エージェントによる支援受容性の違いについて調査を行った。従来のカーナビのような音声による支援、液晶パネルやスマートフォンにキャラクター等を表示した映像による支援、運転席付近に設置したロボットによる支援の3形態による注意喚起を行った結果、高齢者・非高齢者共にロボット条件が最も評価が高かった。しかし最も評価が低い条件は高齢者と非高齢者で異なり、高齢者では音声条件、非高齢者では映像条件となっている。高齢者に対して音声のみの注意喚起では正しく情報が提示できていないと考えられる一方で、非高齢者は音声でも即座に注意喚起を理解できる上に映像条件ではエージェントの注視頻度が上がるため逆に煩わしさに繋がっている可能性が示唆された。このように同じ機能を持つエージェントでも、視界に入るもしくは意識的に見る必要が生じることでユーザの心理に与える影響が変わるという事実は本研究におけるエージェントの形態の比較において重要な知見である。

また内藤ら [18]は、人間と情報提示装置との共同作業を通して、情報提示装置がエージェントとして認知される要因と、提示される情報に対する態度にどのような影響を与えるかについて検証している。「宝探し」課題において、ロボット型、CG キャラクタ、音声のみの比較を行ったところ、田中らと同様にロボット型が有意にユーザの受容態度が高く、エージェントと認識されているという結果が出た。もう一つ重要な点は CG キャラクターと音声のみの条件において情報の受容態度の平均に差が出なかったことである。様々なエージェントが人間に似た外見を模したり動作を行ったりすることで親和感情や説得効果の向上を試みているが、音声のみでも十分な効果が得られる可能性があると言える。

他にも人間的な特徴を持つシステムとユーザの心理状態に関して、原ら [19]は「被視感」という観点から研究を行なっている。ロボットの目を盗んで現金を集めるゲームにおいて、監視を行うカメラロボットの外見を眼球型にすることでより被視感を与えられるかを検証した。その結果、目の存在はカメラよりも人に緊張感や恐れ of 感情を抱かせられることが示された。本研究では NS と NNS による第二言語会話の場面を想定するが、会話

というパーソナルな空間において、エージェントの形態は会話参加者の会話行動や心理状況に影響を与えうると考えられる。

これらの事から、本研究では第二言語会話支援エージェントの小型化を目的とし、エージェントの形態による支援効果への影響と会話参加者への心理的影響の調査を行う。

第3章 NNS の発話権取得を支援する音声エージェントの評価実験

第二言語会話支援システムとして郭ら [1]によって NNS の発話権取得を支援する NNS ヘルプエージェントが開発されている．本研究ではこの NNS ヘルプエージェントの小型化を図り，スピーカーからの音声発話のみを行うエージェントによる発話権調整機能の効果と NS-NNS 間の会話の変化を調査する．

3.1 NNS ヘルプエージェントの概要

NNS ヘルプエージェントは，発話順番交替システムと現話者による次話者選択技法を利用して NNS に発話権を渡すことを目的としたシステムである．図 1 に NNS ヘルプエージェントの発話権調整手法を示す．

NS と NNS の会話音声を逐次検知し，会話に介入するかどうかをリアルタイムに判断する．NS と NNS が両方とも一定時間の沈黙に入った場合，発話権を譲渡する介入タイミングと判断して NNS への発話内容を選択し，音声合成にシステム処理の流れより NNS に向けて発話を行う．

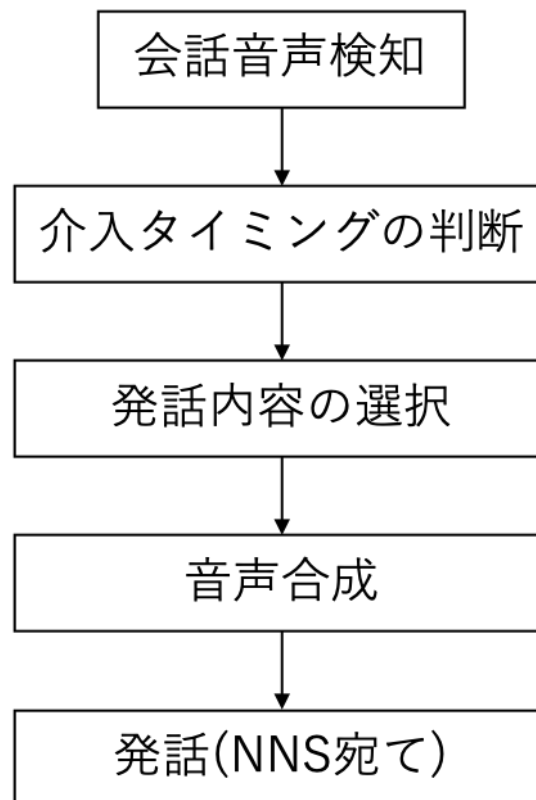


図 1 NNS ヘルプエージェントの発話権調整手法

介入タイミングはサックスら [20]の発話順番交替システムの規則群に基づき判断される。規則群は以下の 3 種類である。

- 1) 現在の話し手が次の話し手を選択するための技法を用いる形で、選択された者が次の発言順序を取る。
- 2) 現在の話し手が次の話し手を選択するための技法を使用せず、次の発話者になろうとする者は自己選択という方法を使う形で、最初に話し始めた者が次の発話権利を得る。
- 3) 現在の話し手が次の話し手を選択するための技法を使用せず、他の者は自己選択もしない場合、現在の話し手は話し続けても良い。

NS が NNS を次話者として選択せず、また NNS も自身を次話者として選択していない場合、つまり誰も発話権を有していない状態でエージェントが発話権を取り介入する事で NNS に発話権を渡す。

NNS ヘルプエージェントのシステム処理の流れを図 2 に、会話参加者を含めたシステム利用の構図を図 3 に示す。

NNS ヘルプエージェントでは各話者の発話状況を検知するために 2 台のパソコン(PC1, PC2)を用い、ソケット通信で音響データの送受信を行う。マイクから収集された NS, NNS 両話者の音響データは各 PC 内で処理され、各話者が現在発話を行っているかどうかを判断する。PC2 から PC1 に発話/沈黙のフラグを送信し、PC1 の発話/沈黙フラグと照合する事で現在の両話者の状態を把握する。無音状態が 2 秒間続いた場合、前話者が再度発話をしても別のターンと捉えられる [21]ことから、NS, NNS 共に沈黙し、会話中に無音状態の沈黙区間が 2 秒を超えたらエージェントが介入可能だと判断する。沈黙区間が 2 秒を超えなかった場合は、再度音響データの収集と発話状態の監視に戻る。沈黙区間が 2 秒を超え介入可能だと判断された場合、介入内容選択画面が自動で表示される。

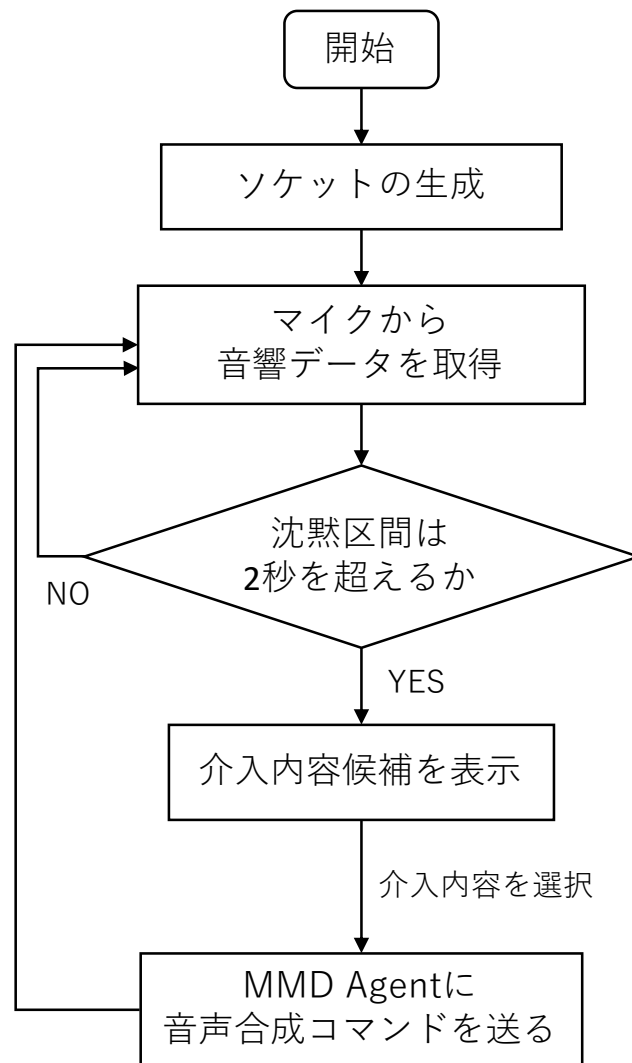
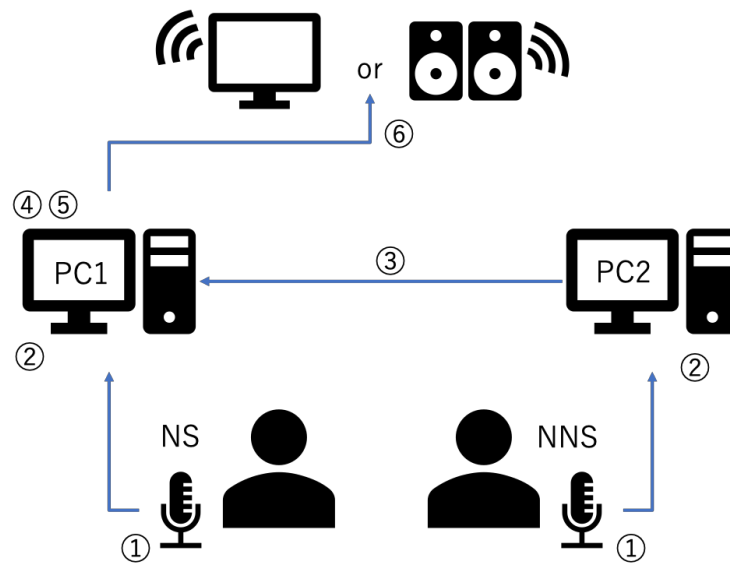


図 2 システム処理の流れ



- ①マイクから音圧を感知
- ②NS/NNSが現在発話しているかを判断し、発話フラグを変更
- ③フラグに変更があった場合、PC1に送信
- ④両者とも発話していない場合、タイマースタート
- ⑤2秒間”発話”のフラグが検出されなかった場合、介入内容の選択肢を表示
- ⑥選択された介入内容を再生

図 3 システム利用の構図

3.2 エージェント介入内容

NNS ヘルプエージェントでは、エージェントの介入内容として、サックスら [20]の次話者選択技法を利用した。隣接ペア「質問—応答」パターンと付加質問の 2 種類の技法から、「〇〇さん、どう思いますか?」、「〇〇さん、どうでしょうか?」、「〇〇さん、そう思わないの?」、「〇〇さんもそう思いますよね?」の 4 種類の介入内容を設定した。しかし、この介入内容では、NNS の発話後にエージェントが介入した場合に NNS 自身に再び意見要求を行ってしまい、不自然な会話となってしまう。そこで本研究では、吉野ら [22]が提案する会話エージェントの介入手法を参考に介入内容の変更を行った。吉野らは会話において議論を発散させるために「a)特定のユーザに意見を求める」、「b)他の方向性を提案する」、「c)現在の話題を補強するような意見を求める」の 3 種類の介入内容を定めた。本研究ではこれらの介入内容のうち、「b)他の方向性を提案する」を「新しい意見を求める」、「c) 現在の話題を補強するような意見を求める」を「自身の意見を補

強するような発話を求める」と変更し、NNS が自ら提案を行うように促す。これらの 3 種類の介入内容のうちいずれを発話するかは、相槌を除き、沈黙の直前の発話者を基準として決定する。直前の発話者が NS であった場合、NS の発話に対する意見を求めるための「特定のユーザに意見を求める」介入か「新しい意見を求める」介入を行う。直前の発話者が NNS であった場合、NNS 自身の意見に対し「現在の意見を補強するような発話を求める」介入か「新しい意見を求める」介入を行う。「新しい意見を求める」介入を行う場合は、直前の発話者を考慮して、不自然にならないよう別のパターンを設けた。また、介入内容が相槌を除いた直前の話者に左右されるため、本研究では手動で介入内容の決定を行なった。NNS ヘルプエージェントが NS と NNS 両者の一定時間の沈黙を検知すると、介入内容の選択肢一覧と選択画面が表示される。ここに介入内容に割り振られた番号を入力することで、指定した介入内容の音声合成が行われる。

表 1 エージェント発話内容

直前の発話者	2 秒以上の沈黙後の介入パターン
NS	<u>特定のユーザに意見を求める</u> ・ (NNS)さん、どうでしょうか？
	<u>新しい意見を求める</u> ・ (NNS)さんには何かありますか？
NNS	<u>自身の意見を補強するような発話を求める</u> ・ なるほど。 (NNS)さん、もっと教えてくださいませんか？
	<u>新しい意見を求める</u> ・ (NNS)さん他にはありますか？

3.3 音声エージェントの構成

本研究では名古屋工業大学国際音声技術研究所によって開発されたオープンソースの音声インタラクションシステムを構築するためのツールキット **MMD Agent** [23]による人型3Dモデルの表示と音声発話を行う既存エージェントと、音声発話のみを行うエージェントを比較するため音声エージェントを準備する.

音声エージェントは既存の **NNS** ヘルプエージェントのモニタへの出力を無くし、代わりにスピーカーに接続することで実現する.

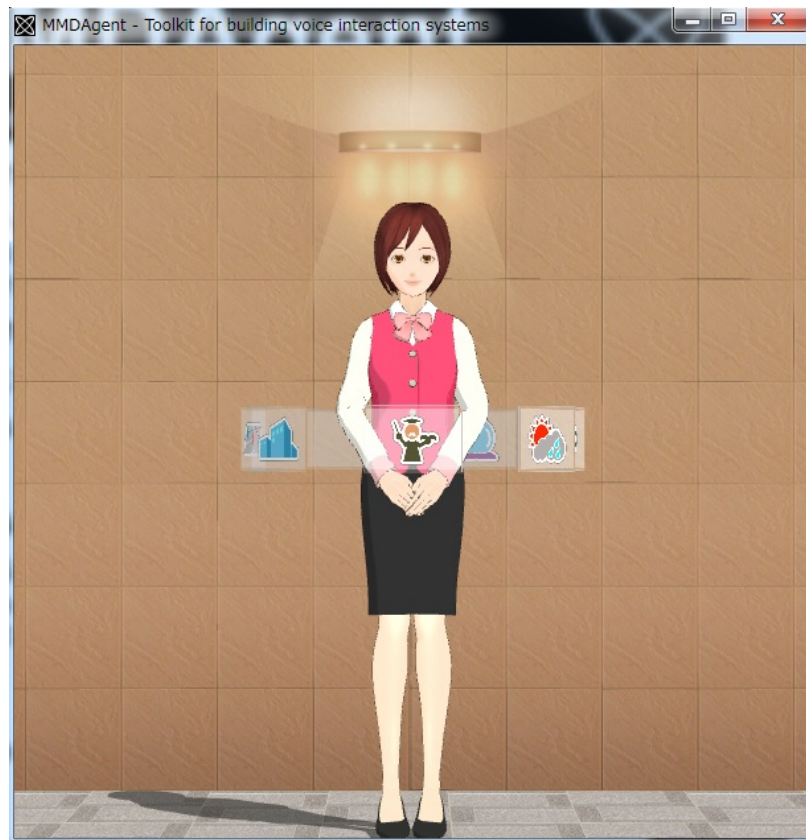


図 4 MMD Agent

3.4 実験目的

本実験の目的は、NNS ヘルプエージェントについて人型 3D モデルという視覚的要素の有無による NS-NNS 間の第二言語会話への影響を調査することである。音声発話のみのエージェントの介入時に人型 3D モデルを表示したエージェント介入時と同等またはそれ以上に NNS が発話機会を得られるかどうか、および各エージェントが会話の印象に与える影響を評価する。

本研究は筑波大学図書館情報メディア系倫理審査委員会の承認(通知番号：第 30-113 号)を得て、評価実験を実施した。実験実施期間は 2018 年 12 月 20 日～2019 年 1 月 31 日である。

3.5 実験条件

エージェントの形態による NS-NNS 間の第二言語会話への影響を調べるために、本研究では以下の 1 要因 3 水準で実験を行なった。エージェントの介入を会話に影響を及ぼす要因とし、エージェントの形態(人型 3D モデルの有無)及びエージェントを使用しないという三条件をこの要因を構成する水準とする。個人の変動で生じる誤差を取り除くために、被験者内計画を利用する。

実験の条件は次の 3 条件とした。

① ディスプレイ条件

人型 3D モデルをディスプレイに表示した状態で、音声発話を行うエージェントが NNS に話を振ることで発話権を調整する。

② スピーカー条件

人型 3D モデルを表示せず、スピーカーからの音声発話のみを行うエージェントが NNS に話を振ることで発話権を調整する。

③ 非エージェント条件

エージェントなしで参加者は対面の会話を行う。

3.6 環境

静かな環境での 1 対 1 会話を想定し、会話用のテーブルや椅子を用意した部屋で行う。各条件の実験風景を図 5、図 6、図 7 に示す。本実験では参加者間の対話距離は 1m である。NS と NNS はテーブルを挟んで真正面に向かって座り、エージェントを含む条件では NS-NNS 間と同等の距離で、かつ NS と NNS の両方から等距離となるようにテーブル上にエージェントを設置する。NNS、NS 及びエージェントを含む全景を撮影するカメラ 1

台と、NNS と NS それぞれの顔や動きがはっきり見えるように正面から上半身を撮影するカメラ 2 台の合計 3 台のビデオカメラにより実験の映像と音声の記録を行う。

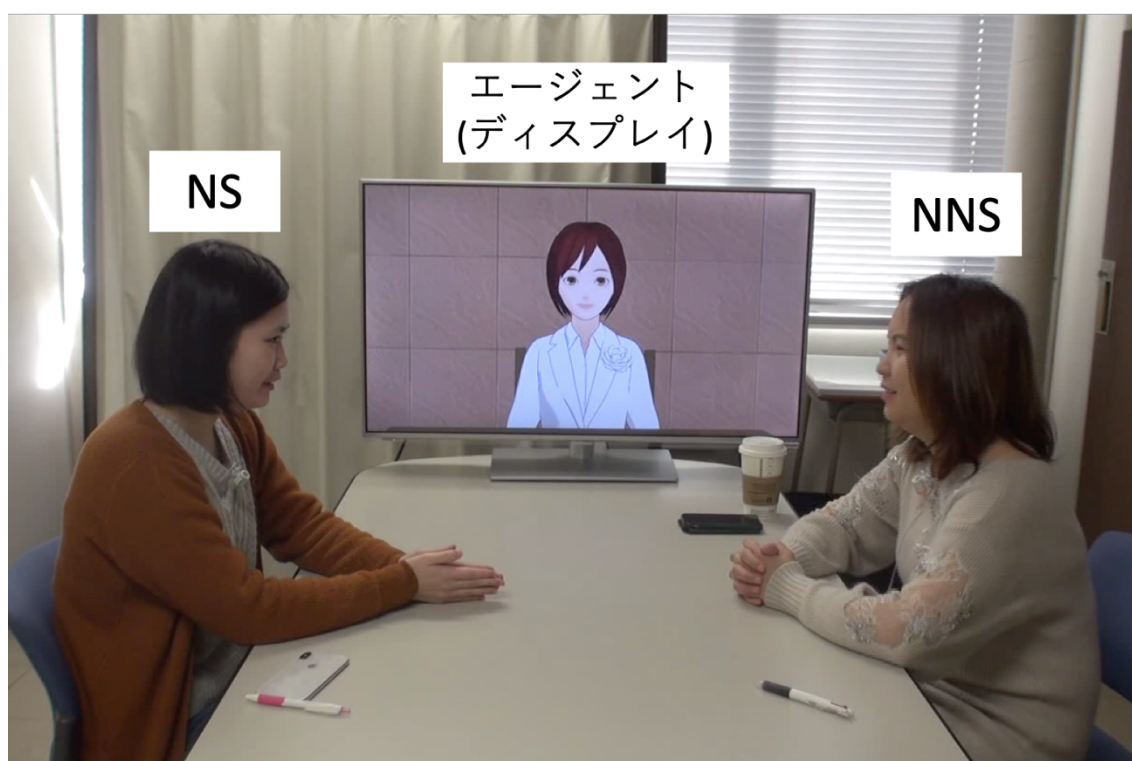


図 5 実験風景(ディスプレイ条件)

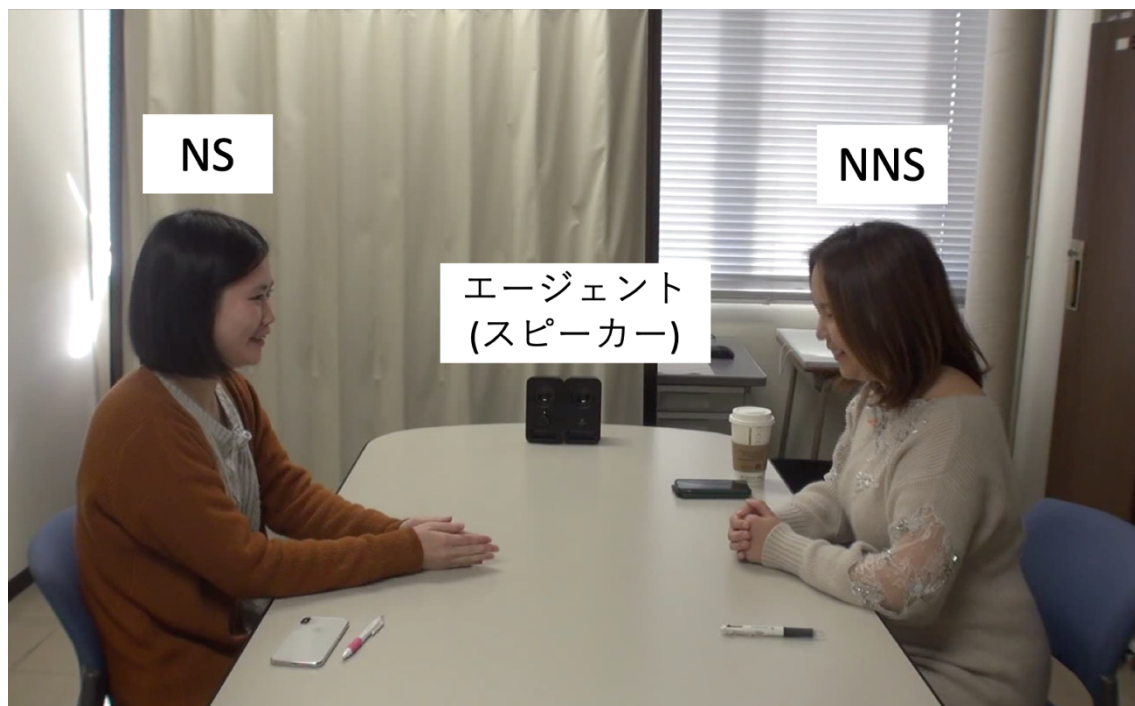


図 6 実験条件(スピーカー条件)



図 7 実験条件(非エージェント条件)

音声の検出には単一指向マイクを 2 個使用する。周波数は 80-15,000Hz、感度は-38dB である。NNS と NS の音声はそれぞれのマイクを通じて入力を得る。エージェントの表示はパナソニック社の 42 型(インチ)デジタルハイビジョン液晶テレビを使う。このモニターはサイズが幅 957mm×高さ×619mm×奥行 217mm であり、画素数が 1920×1080 である。このモニターを使って等身大のエージェントを映ることができる。スピーカーは USB 接続の卓上スピーカーを使用する。撮影機械について、全景及び各話者とエージェントを撮るため、0.7 倍のワイドコンバージョンレンズを取り付けた SANYO Xacti DMX-HD2000 を 2 台使った。解像度は 1920×1080 である。

3.7 参加者

初対面の日本語母語話者(NS)および日本語非母語話者(NNS)各 10 名からなる 10 組、計 20 名である。性別の影響が小さくなるよう[24]各ペアは同性にする。現在、10 組の実験を実施した。

3.8 実験手順

実験は以下の手順で行う。

1) 実験説明およびシステム準備

参加者 2 名が入室し着席したら、実験の説明を行い、同意書にサインをもらう。参加者の同意が取れたらシステムの実行準備と参加者へのマイクの装着を行う。

2) 話題の選択

本実験では 3 条件を比較するために、同じ参加者のペアで 3 回の会話を行う。相互に意見を出すことが重要であり、NS だけでなく NNS の発話も必要となる状況を想定し、会話方式はディスカッション形式の自由会話とする。3 回の会話を円滑に進めるために、各会話で 1 つのテーマについてディスカッションをしてもらう。授業や就職活動などのグループディスカッションでよく用いられるテーマを参考に、10 種類的话题を準備する。項目は「100 万円あったら何に使う?」、「地球温暖化を解決するには?」、「子供の貧困をなくすには?」、「東京の外国人観光客数を倍に増やすには?」、「残業時間を減らすにはどうすればいい?」、「満員電車を減らすにはどうすればいい?」、「若者の投票率をあげるにはどうすればいい?」、「学食の売り上げを 2 倍に増やすためにはどうすればいい?」、「喧嘩している友人同士を仲直りさせる方法」、「一泊二日の夏の国内旅行計画」である。3 回の会話ではそれぞれ異なるテーマで会話を行う。選択されるテーマに偏りが出ないように、テーマは実験者がランダムに振り分ける。テーマを確認したら、カメラでの撮影を開始する。

3) 自由会話

実験開始の合図とともに、参加者に 5 分間の自由会話を開始させる。5 分が経過したら会話終了の旨を伝え、エージェントを使用する条件ではシステムを停止する。

4) 質問紙調査

会話終了直後に NS, NNS にそれぞれのアンケートを配布し記入させる。記入終了後、次の実験条件を実施する場合は 2) に戻る。全ての実験条件を終えた場合は 5) に進む。

5) インタビュー

質問紙の項目を元にエージェントの介入の効果およびエージェントの形態に対する印象について NNS に対し聞き取りを行う。

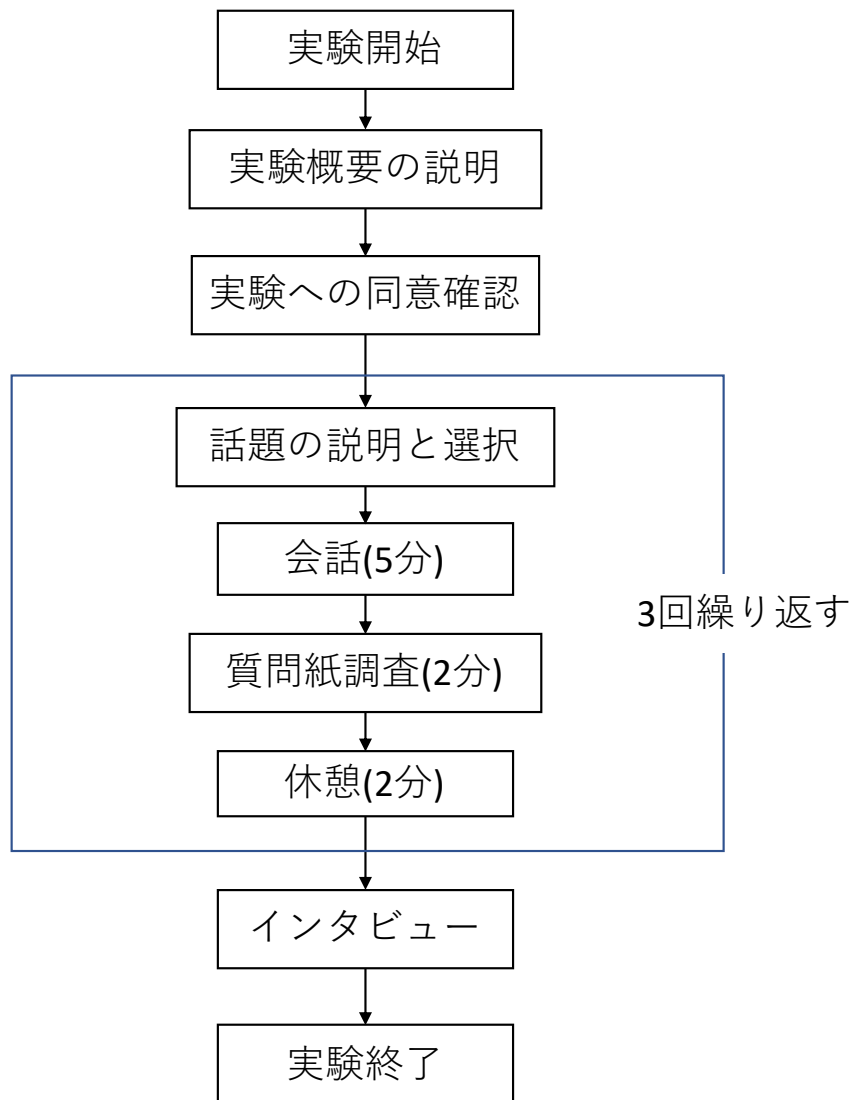


図 8 実験手順

3.9 収集データ

本実験では，会話行動の分析と質問紙による評価を行う．

3.9.1 会話行動

設置した 3 台のカメラから，映像データを収集した．この映像と音声から，NS や NNS，エージェントの発話行動の分析を行う．

3.9.2 質問紙

郭ら [1]の実験と同様のアンケートを利用した．コミュニケーションの状況と会話全体の印象を評価するために，異文化間コミュニケーションや会話分析で使用されている，コミュニケーションの自然さ，発話のしやすさなどの項目を利用した．システムの有用性を保証するためにエージェントの介入の適切さやエージェントにより NNS の発話が促進されたかを確認する項目も設置した．

また，エージェントの形態が会話参加者に与える印象について評価するために，先行研究を元にエージェントの印象を評価する項目として，項目 15「エージェントがいるのは自然だった」，項目 16「エージェントは身近に感じた」，項目 17「エージェントがいると緊張した」，項目 18「エージェントに対して恐れを感じた」を設定した．[19][25][26]

質問項目は全 23 問である．1：全くあてはまらない～7：よく当てはまるの 7 段階評価を行う．表 2 に全アンケート項目を，表 3 に条件ごとのアンケート項目を示す．

表 2 アンケート項目一覧

自身のコミュニケーションについて	1	自分の言いたい事が話しやすかった
	2	相手と自然にコミュニケーションできた
	3	相手とまた話したいと感じた
	4	言いたいことが遠慮せずに言えた
	5	頻繁に発言することができた
	6	対等的な会話ができた
会話満足度	7	会話が楽しかった
	8	会話に参加している感じがした
	9	会話が盛り上がった
エージェントの有用性	10	エージェントは会話に参加している感じがした
	11	エージェントは NNS の会話への参加に役立った
	12	エージェントは自然に会話に介入できた
	13	エージェントの介入によって NNS は多く発言できた
	14	エージェントの発話タイミングが適切だと感じた
エージェントの印象	15	エージェントがいるのは自然だった
	16	エージェントは身近に感じた
	17	エージェントがいると緊張した
	18	エージェントに対して恐れを感じた
ストレス	19	相手との会話は不快であった
	20	相手との会話が退屈だと感じた
	21	相手と会話していて疲れた
	22	相手との会話に集中できた
	23	自分はリラックスできた

表 3 条件ごとの質問紙項目

質問項目	NNS/NS		
	ディスプレイ条件	スピーカー条件	非エージェント条件
自分のコミュニケーションについて	1～6	1～6	1～6
会話満足度	7～9	7～9	7～9
エージェントの有用性	10～14	10～14	
エージェントの印象	15～18	15～18	
ストレス	19～23	19～23	19～23

3.10 分析手法

収集した映像データはアノテーションツール ELAN [27]でラベリングを行う。ELAN のセグメンテーション機能 **Silence Recognizer** を用いて 400ms 以上の無音を 1 つの無音区間としてセグメントを行ない、その後手作業でセグメンテーションの修正を行うことで NS, NNS, エージェントのいずれかが発話をしている発話区間と誰の発話も行われていない沈黙区間に分割する。有音区間は NS, NNS およびエージェントの発話の 3 種類にラベリングをする。ラベルを元に発話・沈黙時間割合、発話頻度、話者交替回数、相槌率、発話均衡度を計算する。

3.10.1 発話・沈黙時間割合

会話時間内にどの程度話者として会話に参加していたかを比較するために、NS と NNS それぞれの発話時間と沈黙時間の割合を算出する。ラベリングした有音区間のうち NS および NNS それぞれの発話の時間を集計し、 $(\text{NS または NNS の発話時間の合計ミリ秒}) / (300000 \text{ ミリ秒}) * 100$ の式で 5 分間の会話時間における発話時間の割合を計算する。発話時間の割合が高いほど、積極的に会話に参加していると考えられる。

3.10.2 発話頻度

発話の多寡を比較するために、NS, NNS それぞれの総発話回数から、1 分あたりの発話回数を発話頻度として算出した。発話回数は、NS および NNS それぞれの発話としてラベリングされた 1 つの有音区間を 1 回の発話としてカウントした。ため息や笑い声などの非言語発声区間は発話回数から除外した。発話頻度が高いほど、積極的に発話をし、会話への能動的な参加を試みていると考えられる。

3.10.3 話者交替回数

発話権の移行回数を比較するために、1 分間あたりの話者交替回数を計算した。話者交替には NS から NNS への交替、NNS から NS への交替、NS からエージェントへの交替、NNS からエージェントへの交替、エージェントから NS への交替、エージェントから NNS への交替の 6 パターンが存在する。話者交替回数は話者交替回数が多いほど両者が頻繁に発話をしながら会話を進めていると言える。

3.10.4 相槌率

話し手が発話権を行使している間に聞き手が送る短い表現 [28]である相槌に着目し、参加者がどの程度聞き手を演じているかを比較するために相槌率を算出した。発話した時間に対し相槌を行なっている時間の割合が高ければ、その参加者は主に聞き手として会話に参加していると言える。本研究では、吉田ら [29]の相槌表現の定義を元に以下の発話を相槌とした。

1) 応答系感動詞

承認や受容を示す感動詞による反応。

例：「ああ」「うん」「はい」

2) 感情表出系感動詞

驚き・感心や気づきを示す感動詞による反応。

例：「あっ」「えっ」「へえ」

3) 語彙的応答

同意を示す慣用的表現による反応。

例：「なるほど」「確かに」

4) 繰り返し

他の話者の発話の一部、もしくは全体を繰り返す反応。

5) 補完

発話されていない他者の発話の要素を予測し補うように発話する反応。他者の発話の先に続けるように発話されるものをさす。

6) 評価応答

他者の発話内容に対しての評価的語彙（主に形容詞・形容動詞）を用いた反応。

例：「すごい」「こわ」

これらの発話表現を行なっていた時間を計測し、各話者の相槌率は、(相槌表現の時間)/(該当話者の総発話時間)で計算する。

3.10.5 発話均衡度

会話全体での NS と NNS の発話バランスを比較するために発話均衡度を算出する。相槌箇所が発話時間を除き、(発話回数が少ない話者の発話回数)/(発話回数が多い話者の発話回数)の式で均衡度を計算する。この値が 100 に近いほど、両者がバランスよく発話を行なっていると考えられる。

第4章 実験結果

今回取得した映像データは、挨拶等の開始部分を除いた 3 条件×10 組×5 分の計 150 分である。10 組分の分析結果を以下に示す。

4.1 発話・沈黙時間割合

発話時間の割合は、10 組平均でディスプレイ条件において NS が 41.3%，NNS が 35.7%，スピーカー条件において NS が 40.5%，NNS が 35.1%，非エージェント条件において NS が 45.7%，NNS が 33.2%であった。NS，NNS それぞれにおいて条件間で Friedman 検定を行ったところ有意差は見られなかったが、非エージェント条件に比べ、エージェントを含む条件では NS の発話時間割合が減少し、NNS の発話時間割合が若干増加する傾向が見られた。また、これによりエージェントを含む条件では、非エージェント条件よりも NS と NNS の発話時間割合の差が小さくなった。

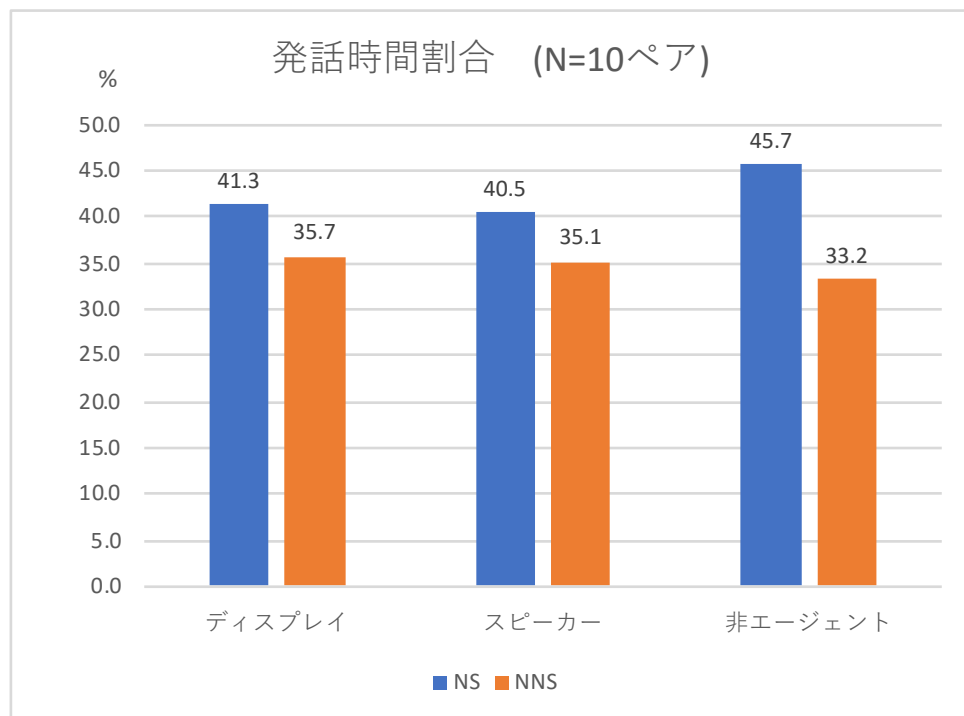


図 9 発話時間割合

4.2 発話頻度

発話頻度は、10組平均でディスプレイ条件においてNSが14.4回/分、NNSが15.0回/分、エージェントが0.4回/分、スピーカー条件においてNSが13.6回/分、NNSが15.1回/分、エージェントが0.4回/分、非エージェント条件においてNSが15.7回/分、NNSが14.6回/分であった。非エージェント条件に比べ、エージェントを含む条件ではNNSの発話頻度が高くなり、NSの発話頻度が低下する傾向が見られた。

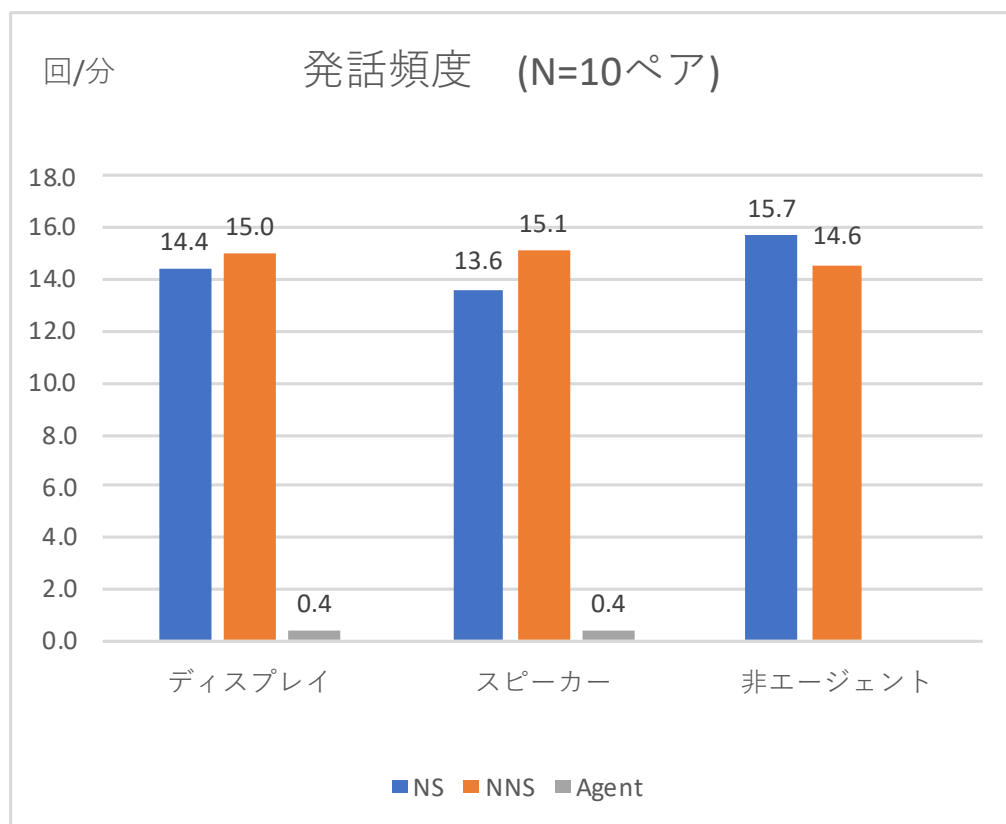


図 10 発話頻度

4.3 話者交替回数

話者交替回数について 10 組平均で、NS から NNS に発話権が移行した回数はディスプレイ条件、スピーカー条件、非エージェント条件の順に 17.0 回、15.1 回、16.9 回であった。NS からエージェントに発話権が移行した回数はディスプレイ条件、スピーカー条件の順に 1.2 回、1.0 回であった。NNS から NS に発話権が移行した回数はディスプレイ条件、スピーカー条件、非エージェント条件の順に 16.9 回、15.7 回、16.6 回であった。NNS からエージェントに発話権が移行した回数はディスプレイ条件、スピーカー条件の順に 0.6 回、1.0 回であった。エージェントから NS に発話権が移行した回数はディスプレイ条件、スピーカー条件の順に 0.6 回、1.0 回であった。エージェントから NNS に発話権が移行した回数はディスプレイ条件、スピーカー条件の順に 1.1 回、1.7 回であった。

このことから、エージェントを含む条件、特にスピーカー条件においてエージェントが獲得した発話権の行き先が NNS に向いていると言える。

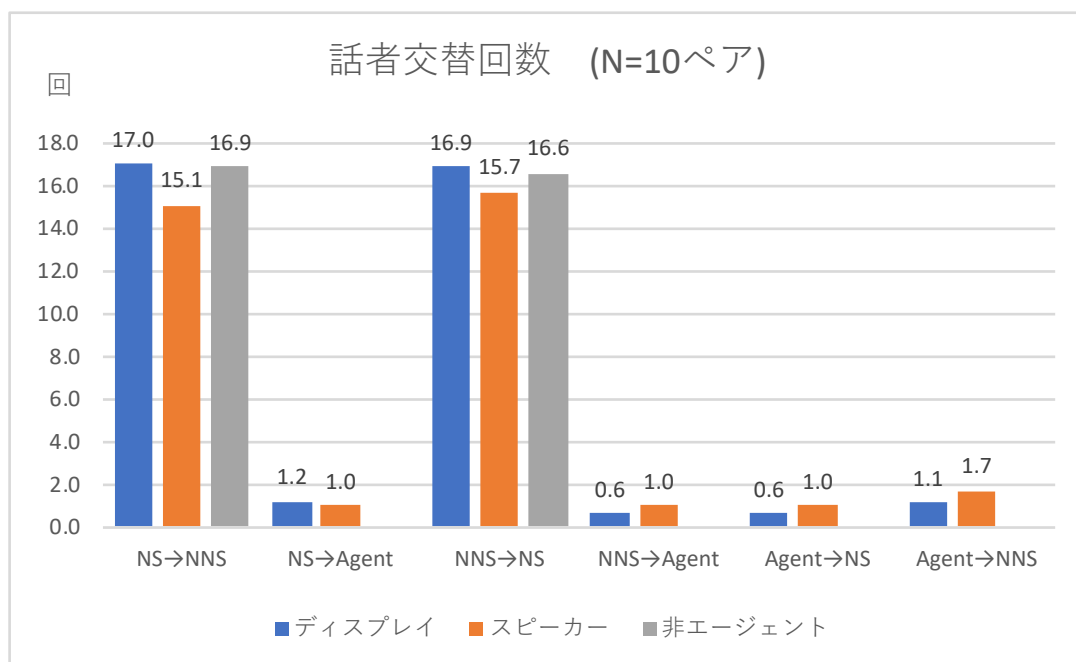


図 11 話者交替回数

4.4 相槌率

相槌率は、10組平均でディスプレイ条件においてNSが25.9%、NNSが28.7%、スピーカー条件においてNSが25.5%、NNSが28.6%、非エージェント条件においてNSが29.5%、NNSが30.5%であった。いずれの条件でもNNSの相槌率が高かった。NS、NNSそれぞれにおいて条件間でFriedman検定を行ったところ有意差は見られなかったが、非エージェント条件に比べ、エージェントを含む条件ではNS、NNS共に相槌率が下がる傾向が見られた。

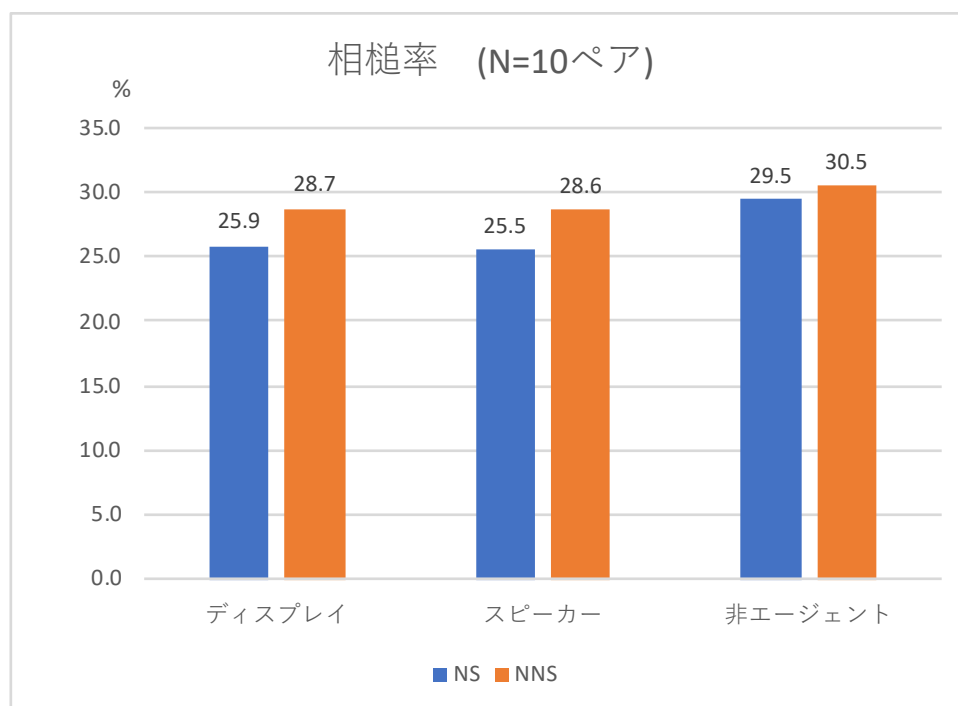


図 12 相槌率

4.5 発話均衡度

発話均衡度は、10組平均でディスプレイ条件において81.3%、スピーカー条件において84.1%、非エージェント条件において73.0%だった。スピーカー条件が最も発話均衡度が高く、次いでディスプレイ条件、非エージェント条件となった。Friedman検定を行ったところ有意差は見られなかったが、エージェントを含む条件とエージェントを含む条件の間に10%前後の差が見られた。

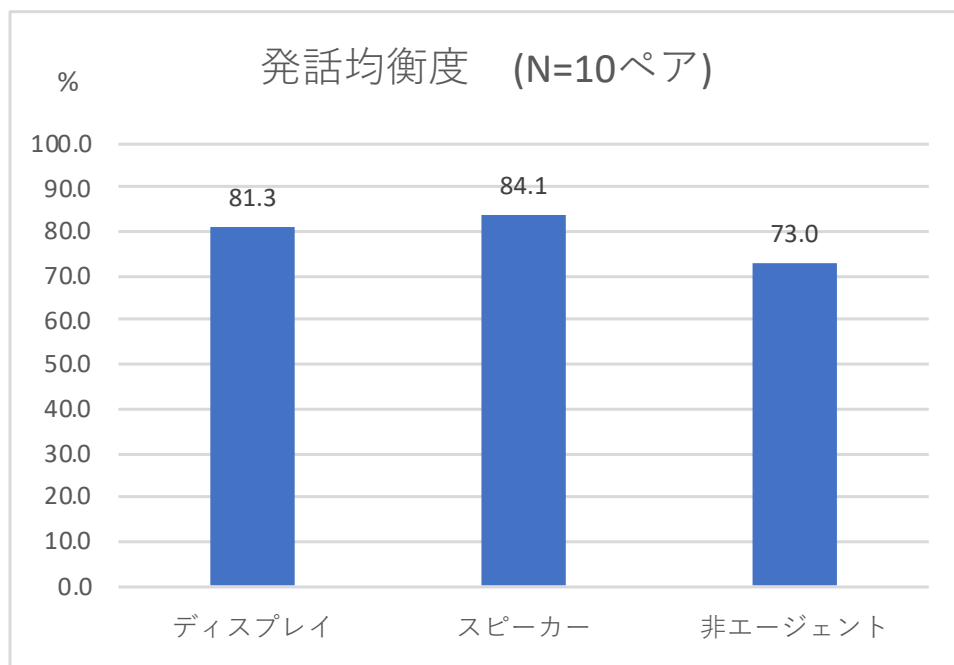


図 13 発話均衡度

4.6 質問紙調査結果

10 組の質問紙調査の結果を表 4 に示す.

表 4 質問紙調査結果

項目 番号	NS			NNS		
	ディスプ レイ	スピー カー	非エージ ェント	ディスプ レイ	スピー カー	非エージ ェント
1	5.9	6.0	6.1	4.9	4.6	5.4
2	6.0	5.8	5.4	5.4	5.3	5.8
3	5.5	5.7	5.5	5.7	5.4	5.8
4	6.1	6.1	6.2	5.6	5.1	5.4
5	6.4	5.5	5.9	5.0	5.0	5.0
6	5.9	5.6	5.8	5.8	5.7	5.7
7	5.8	5.7	5.9	5.9	5.6	5.9
8	6.4	6.3	6.4	5.8	6.2	5.9
9	5.5	5.2	5.4	5.4	5.2	5.2
10	3.8	3.4		3.2	4.6	
11	4.6	4.0		3.1	4.2	
12	4.0	3.6		2.9	4.0	
13	4.7	4.5		3.7	4.1	
14	4.3	4.5		3.7	3.8	
15	4.1	3.7		3.0	4.4	
16	3.8	3.3		4.2	3.3	
17	2.5	2.5		3.1	2.8	
18	1.7	1.8		2.8	2.4	
19	1.4	1.3	1.6	1.9	1.7	1.3
20	1.8	1.3	1.7	2.5	3.2	2.2
21	1.6	1.8	2.2	2.3	2.7	2.1
22	5.7	5.0	5.9	5.4	5.9	5.8
23	5.2	5.4	5.2	4.7	5.0	5.6

項目 1～項目 18 と項目 22～項目 23 は点数が高い方が，項目 19～項目 21 は点数が低い方が良い結果となる．NS と NNS それぞれにおいて，各質問項目ごとに 3 条件間で得点を比較した．質問項目 1～9 および質問項目 19～23 に対し Friedman 検定を，質問項目 10～18 に対し Wilcoxon の符号付順位検定を行った．

自身のコミュニケーションに関する項目群について，NS の項目 5「頻繁に発言することができた」においてエージェント条件が得点が高くなる様子が見られた．

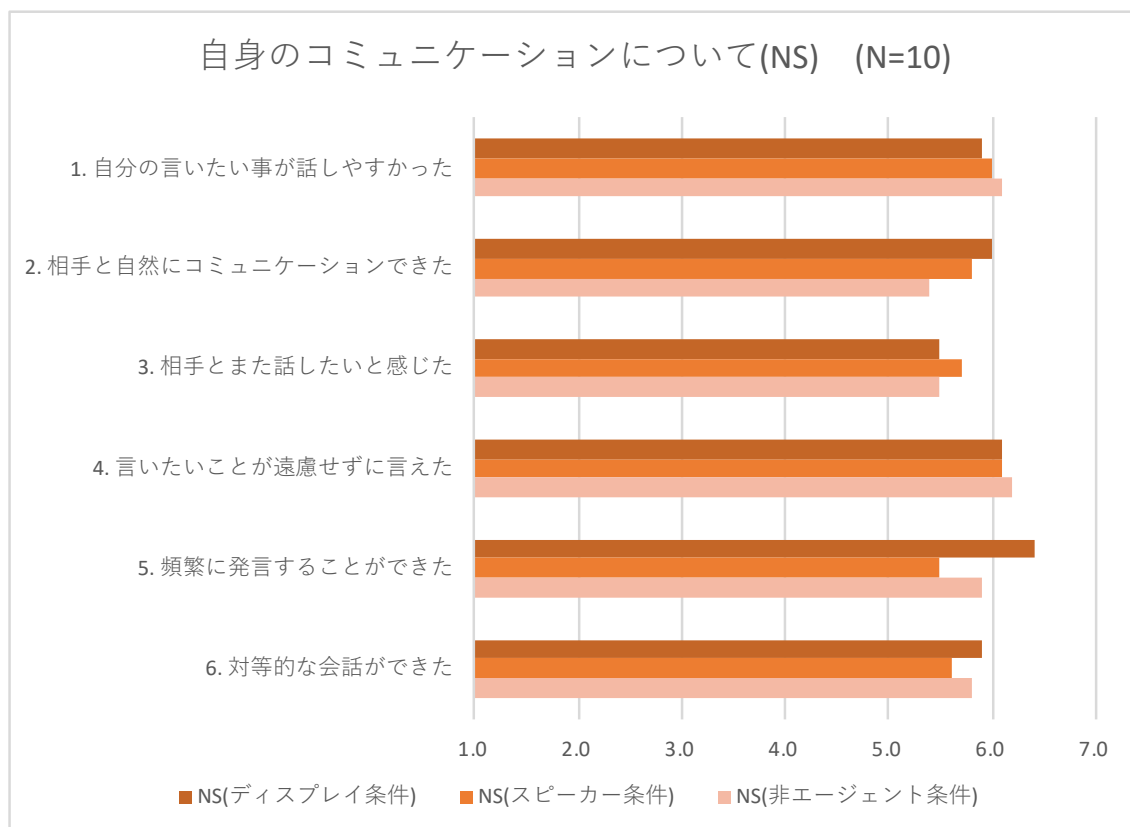


図 14 質問紙結果(自身のコミュニケーションについて・NS)

エージェントの有用性に関する項目群について、NNS の項目 10「エージェントは会話に参加している感じがした」、項目 11「エージェントは NNS の会話への参加に役立った」、項目 12「エージェントは自然に会話に介入できた」において有意差が見られた ($p<0.05$)。ただし、項目 10、項目 11 の有意差に関しては、外見以外は同じ振る舞いをするエージェントに対する評価としては疑わしい点である。サンプル数の少なさや実験における参加者の性格や話題選択のバイアスが影響している可能性があるため、今後追加の実験を行うにあたり考慮する必要がある。また、全体的に評価が「4：どちらとも言えない」以下であるため、形態だけでなくエージェントシステム自体についてもより自然な介入を行えるように挙動を見直す必要があると考えられる。

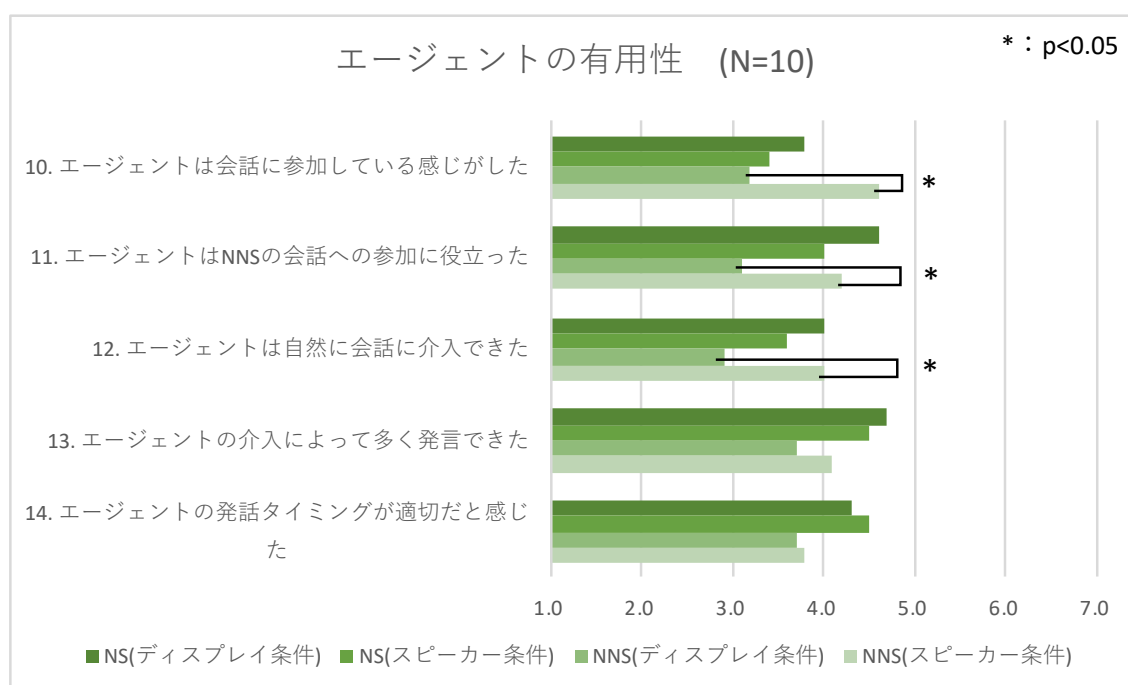


図 15 質問紙結果(エージェントの有用性)

エージェントの印象に関する項目群について、項目 15「エージェントがいるのは自然だった」において NNS の条件間に有意差が見られた($p<0.05$)。項目 17, 18 の結果から、NS よりも NNS の方がエージェントに対して緊張感や恐れなどのネガティブな印象を抱きやすいことが予想される。項目 17, 項目 18 の結果からどちらのエージェントも大きく悪印象を与えていないものの、自然さや身近さに関して十分な好印象を与えているとも言いがたく、更なる改善が必要である。

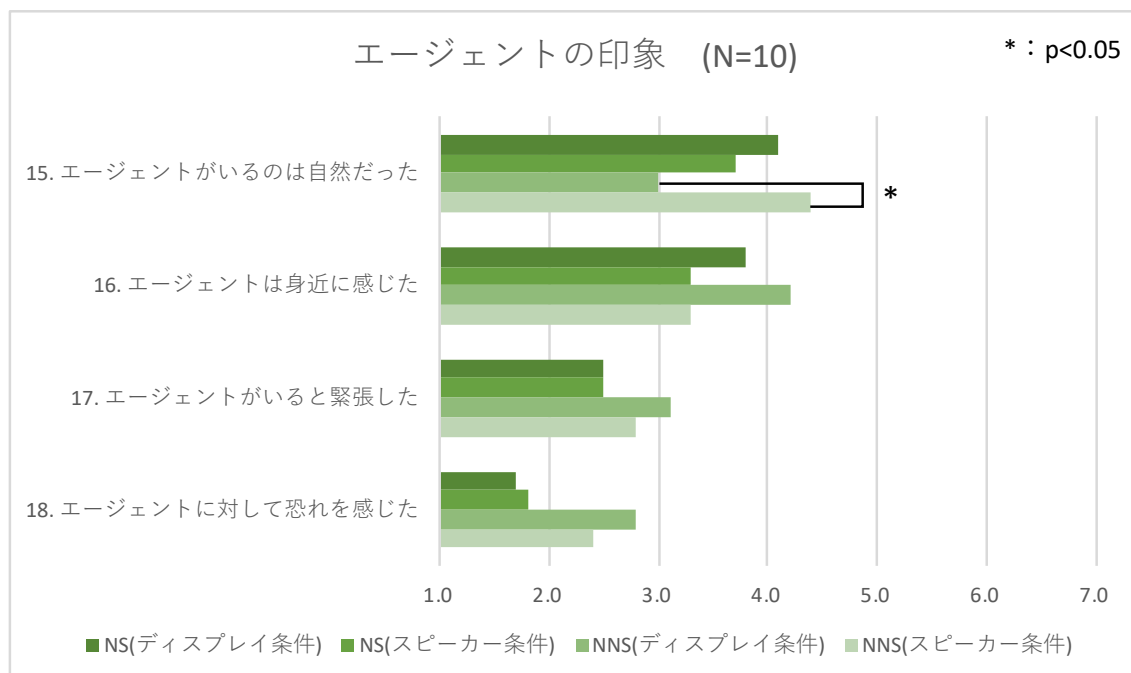


図 16 質問紙結果(エージェントの印象)

ストレスに関する項目群について、NNS の項目 19「相手との会話は不快であった」においてディスプレイ条件の得点が高く、NS の項目 21「相手と会話していて疲れた」において非エージェント条件で得点が高くなった。また、NNS の項目 20「相手との会話が退屈だと感じた」においてスピーカー条件が低くなる傾向が見られた。項目 20 に関しては話題が NNS にとって難しいものであったなどの話題選択の影響も考えられるため、話題の決定方法について検討が必要である可能性がある。また、有意差は見られないものの、NNS の項目 22, 23 においてディスプレイ条件が一番低く、他の条件に比べディスプレイ条件は NNS がやや会話に集中しづらいと感じていると考えられる。

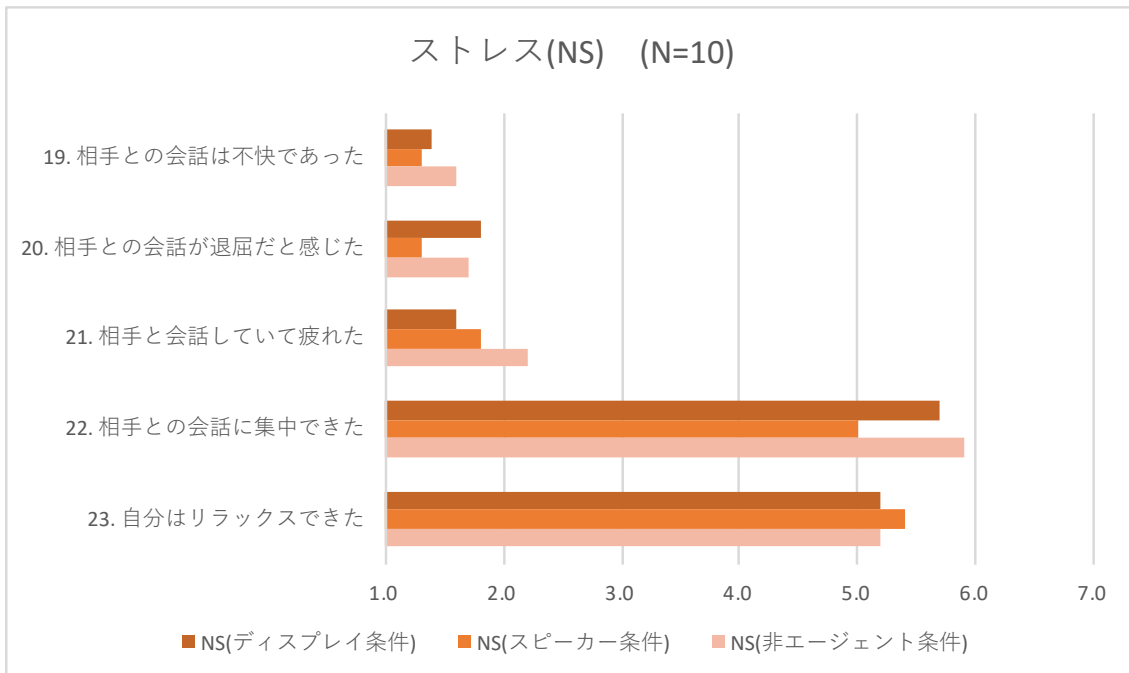


図 18 質問紙結果(ストレス・NS)

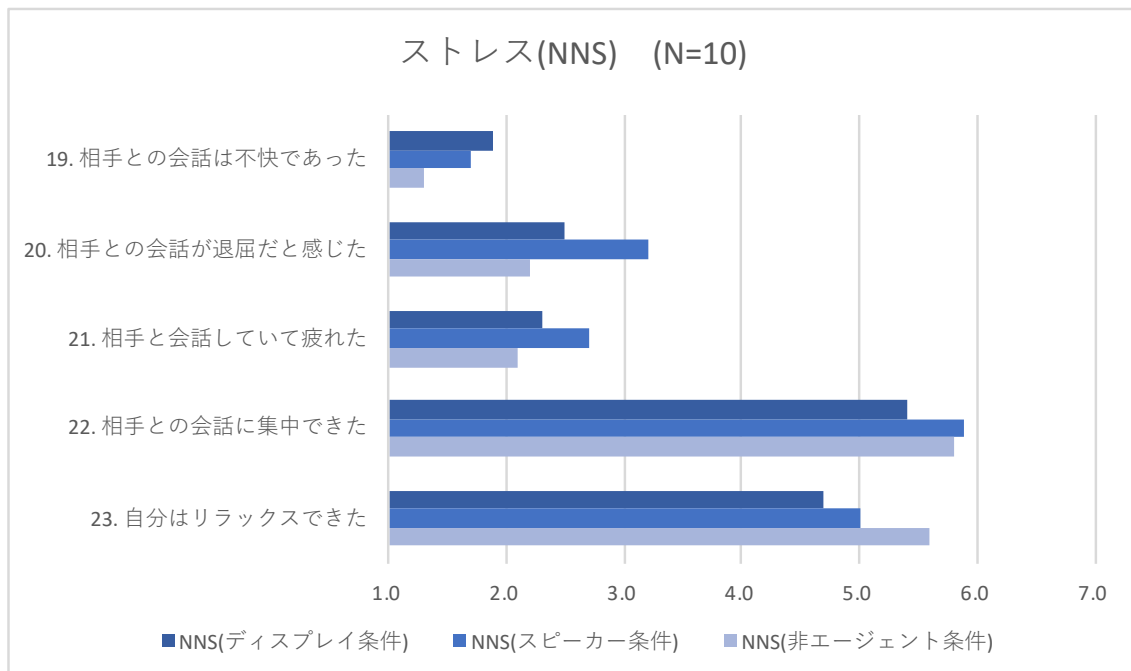


図 17 質問紙結果(ストレス・NNS)

第5章 考察

会話分析において、話者交替回数についてディスプレイ条件、スピーカー条件共に Agent→NS よりも Agent→NNS の回数の方が多いことから、擬人化エージェントか音声エージェントかに関わらずエージェントは NNS に発話権を渡すことができるとわかった。これにより NNS に発話の機会が与えられ、対等な発話機会の回数の獲得に繋がると予想できる。また、エージェントを含む条件では NS の発話時間および発話頻度が減少し NNS の発話時間および発話頻度が増加し、それに伴い発話均衡度が 10%前後上昇している。前述した NNS の発話機会の獲得により、エージェントの介入が NS と NNS の発話回数のバランスを取っていると考えられる。相槌率に関しても、非エージェント条件に比べエージェントを含む条件では低下していることから、エージェントの介入により NNS が聞き手から話し手になる傾向があると考えられる。今後追加で実験を行い、参加者の性格や話題の影響を取り除いた検証を行う必要がある。

質問紙調査の結果から、NNS はディスプレイに表示した人型 3D モデルエージェントよりもスピーカーによる音声のみのエージェントのほうが違和感なく受け入れられると考えられる。また、項目 19「相手との会話は不快であった」においてディスプレイ条件に対する NNS の点数が高いことから、人型 3D モデルエージェントが NNS に対しストレスを与えていることが分かる。これは原ら[19]の眼球ロボットと同様に、人型エージェントの存在感や被視感に起因するものと考えられる。実験に参加した NNS に対する聞き取り調査の中で「(ディスプレイの大きさに関わらず)人型のものが横にあると、自分のことを録画して監視されているように感じる」といった感想が得られたことから、自らに対し視線を向け話しかけてくる第三者の存在が会話への緊張感を高め、間接的に相手との会話への不快感に繋がっていると考えられる。一方で別の参加者からは「人間(=人型エージェント)がいるほうが、誰がいてくれているようで安心する」といった意見があったり、同一の参加者がディスプレイ条件に対し「人型エージェントの方がキャラクターが目に見える分親近感を感じる」という理由で質問紙項目 16「エージェントは身近に感じた」に高評価をつけた一方で「知らない人がいるという緊張感もある」といった理由で質問紙項目 18「エージェントに対して恐れを感じた」に低評価をつけるなどの現象も見られたりした。このことから人型のエージェントは人間らしさを感じ安心感になる一方で緊張感にもなり得ることが分かった。安心感が目に見える形であることに由来する場合、後述するぬいぐるみや小型ロボットへの移植も有効であると考えられるため、安心感を生み出す要因についてデフォルメされた人物や動物の CG キャラクターなどとの比較を通して検証する必要がある。

また、エージェントの媒体のサイズに関して、「(ディスプレイのような)大きいものがここにあると気になる。このくらい(スピーカー)なら気にならない。」というような言及

があり、エージェントの形態だけでなくサイズ感も会話への集中や不快感に繋がっていると考えられ、今後更に検証する必要がある。

全体として、音声のみのエージェントが人型 3D モデルエージェントと同様に NS と NNS の発話回数の調整に寄与している可能性が見られたこと、音声エージェントが人型 3D モデルエージェントよりも NNS の会話参加に役立っていると評価されていること、音声のみの介入でも会話の参加者に受け入れられていることから、音声のみの介入でも第二言語会話の支援に十分な効果を持つことができると考える。

今後の課題として、ディスプレイのサイズによる比較やロボットのような物理的に場を共有する媒体での検証が挙げられる。実験参加者への聞き取り調査の中で「タブレットやスマートフォンのサイズなら、普段友人と SNS でビデオ通話するのと同じようなものだから平気」、「ただのスピーカーじゃなくて、ぬいぐるみのような物の中に(スピーカーが)入っていると親しみやすい」といった意見が出た。より日常的に使いやすい形としてモバイル端末や小型のロボットに実装し、効果を検証する。

第6章 結論

本研究では、第二言語会話における NNS より積極的な会話参入のために NNS の発話機会獲得を支援する音声介入型エージェントシステムの小型化のために、エージェントの形態による特徴を明らかにすることを目的として、擬人化エージェントと音声エージェントによる支援効果の比較と印象の比較を行った。会話音声の分析結果から、人型 3D モデルエージェントの表示か音声のみに関わらず、エージェントは NNS に発話権を譲渡することができ、エージェントの介入により NS と NNS の発話回数のバランスが高まる可能性が示唆された。また、質問紙調査の結果からスピーカーによる音声エージェントは同等の介入効果を持つ人型 3D モデルエージェントに比べ、NNS に対してより自然に発話を促し、NNS にストレスを与えずに発話を支援できることが明らかになった。今後、実用的な小型化手法として、スマートフォンやタブレットのようなモバイル端末での効果の検証を行う。

謝辞

本修士論文は、筆者が筑波大学大学院図書館情報メディア研究科図書館情報メディア専攻博士前期課程にて、井上研究室で行った研究をまとめたものである。本研究に関して終始ご指導ご鞭撻を頂きました指導教員井上智雄教授に心より深く感謝致します。また、本論文をご精読頂き有用なコメントを頂きました副指導教員 上保秀夫准教授に深謝致します。更に、多くのご指摘を下さり最後まで支えていただいた同研究室の先輩・同期・後輩の皆様及び実験参加を快く引き受けてくださり、実験にご協力いただいた方々に心より感謝を申し上げます。ありがとうございました。

参考文献

- [1] 郭子璇, 唐夢苑, 井上智雄. 非母語話者のための母語話者との会話を支援する会話エージェント. 電子情報通信学会技術研究報告. Vol.117, No.509, pp.107-112, 2018.
- [2] ヤコブソン・ローマン, 川本茂雄(監修), 田村すず子・ほか(訳). 一般言語学. みすず書房. p.317, 1973.
- [3] 畠弘巳. 外国人のための日本語会話ストラテジーとその教育. 日本語学. Vol.7, No.3, pp.100-117, 1988.
- [4] Zuengler, J., Encouraging Learners' Conversational Participation: The Effect of Content Knowledge. *Language Learning*. Vol.43, No.3, pp. 403-432, 2006.
- [5] Zhu, W., Interaction and feedback in mixed peer response groups. *Journal of Second Language Writing*. Vol.10, No.4, pp. 251-276, 2001.
- [6] 一二三朋子. 非母語話者との会話における母語話者の言語面と意識面との特徴及び両者の関連. 教育心理学研究. Vol.47, No.4, pp.490-500, 1999.
- [7] 岡本健吾, 吉野 孝. 会話中の名詞の関連情報を用いた対面型異文化間コミュニケーション支援システムの構築と評価, 情報処理学会論文誌, Vol.52, No.3, pp. 1213-1223, 2011.
- [8] 塙 裕美, 宋 暁, 井上智雄. 母語話者の文字入力による非母語話者との会話支援: 母語話者による会話中のテキスト入力が音声会話に与える影響. 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.116, No.31, pp. 139-144, 2016.
- [9] Ye, J. and Inoue, T., A Speech Speed Awareness System for Non-Native Speakers, *In Proceedings of the 19th ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing Companion (CSCW '16 Companion)*, pp. 49-52, 2016.
- [10] 河原達也. 音声対話システムの進化と淘汰: 歴史と最近の技術動向(<特集>音声対話システムの実用化に向けて). 人工知能学会誌. Vol.28, No.1, pp.45-51, 2013.
- [11] 黄宏軒, 乙木翔地, 堀田怜, 川越恭二. 多人数会話において積極的に情報提示ができるガイドエージェントの実現に向けての介入場面の検討. 人工知能学会

論文誌. 2016.

- [12] 秋葉 巖, 松山洋一, 小林哲則. 多人数会話ファシリテーションロボットの主導権奪取手続き. 研究報告音声言語情報処理(SLP). Vol.2013, No.SLP-97, pp. 1-8, 2013.
- [13] R. F. Bales, Interaction process analysis, Cambridge, Mass, 1950.
- [14] Benne, K. D. , Sheats, P., Functional roles of group members. Journal of social issues. Vol.4, No.2, pp. 41-49, 1948.
- [15] Reeves, B. , Nass, C. I., The media equation: How people treat computers, television, and new media like real people and places. Cambridge University Press. 1996.
- [16] 今井順一, 前川 光, 芝 智偉. (2L4-OS-27a-3)人間同士のコミュニケーションにおいてエージェントの介在が及ぼす影響, 人工知能学会全国大会論文集, Vol. JSAI2014, 2014.
- [17] 田中貴紘, 藤掛和広, 米川 隆, (P-2)運転支援エージェントの形態の違いがドライバの支援受容性に与える影響の分析, HAI シンポジウム 2017, 2017.
- [18] 内藤久詞, 河村真吾, 竹内勇剛. 実世界指向インタラクションに基づく情報提示手法の提案. 電子情報通信学会論文誌. A, 基礎・境界, Vol.92, No.11, pp. 840-851, 2009.
- [19] 原 智仁, 寺田和憲. 眼球ロボットによる被視感が道徳性向上に与える影響. 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI), Vol.2015-HCI-164, No.1, pp. 1-7, 2015.
- [20] H. サックス, E. A. シェグロフ, G. ジェファソン , 西阪仰(訳), 会話分析基本論集 順番交替と修復の組織, 世界思想社, 2010.
- [21] J. Rubin, A review of second language listening comprehension research. *The modern language journal*, Vol.78, No.2, pp. 199-221, 1994.
- [22] 吉野 堯, 八城 美里, 高瀬 裕 , 中野 有紀子. 会話エージェントによる優位性推定に基づくグループ会話への介入. 人工知能学会全国大会論文集. JSAI2015, 29 回全国大会(2015), pp.1I44, 2015.
- [23] MMDAgent. [オンライン]. Available: <http://www.mmdagent.jp/>. [アクセス日: 27/11/2018].
- [24] Nakano, Yukiko and Fukuhara, Yuki. Estimating conversational dominance in multiparty interaction, *Proceedings of the 14th ACM international conference on Multimodal interaction*, ICMI '12, pp. 77-84, 2012.

- [25] 林 勇吾, 三輪和久. 人間とエージェントが混在する状況におけるコミュニケーションの認知的・感情的心理特性. ヒューマンインタフェース学会論文誌. Vol.10, No.4, pp. 445-455, 2008.
- [26] 林 勇吾, クーパー エリック, クリサノフ ビクター ほか, 対話エージェントとのコミュニケーションにおける心理特性: スキーマと擬人化に関する検討ー. 日本感性工学会論文誌. Vol.11, No.3, pp. 459-467, 2012.
- [27] “ELAN - The Language Archive,” Max Planck Institute for Psycholinguistics , [オンライン]. Available: <https://tla.mpi.nl/tools/tla-tools/elan/>. [アクセス日: 10/1/2019].
- [28] 泉子・K・メイナード, 会話分析, くろしお出版, 1993.
- [29] 吉田奈央, 高梨克也, 伝 康晴. 対話におけるあいづち表現の認定とその問題点について. 言語処理学会第 15 回年次大会発表論文集, pp. 430-433, 2009.