

ヒューマノイド・ロボットを用いた 語用障害をかかえる人との対話を学習するシステム

矢吹溪悟^{†1} 角薫^{†2}

概要: 本研究では、語用障害をかかえる人との適切な対話方法を学習するためのコミュニケーション学習支援システムを開発した。語用障害をかかえる人は、曖昧な発話の言外の意味が汲み取れないため、定型発達者との対人関係に問題をかかえる傾向がある。この問題の解決策として、定型発達者を対象とした、語用障害をかかえる人に伝わりやすい対話方法を学習するコミュニケーション学習支援システムを提案した。この学習支援システムは、事例をもとにヒューマノイド・ロボットを用いることにより、語用障害をかかえる人を再現し、そのヒューマノイド・ロボットとの対話を通して語用障害をかかえる人との対話を体験しながら学習するものである。また、ヒューマノイド・ロボットが定型発達者の発話をどのように解釈したかを提示することで、能動的に伝わりやすい発話を模索しながら学習することができる。ヒューマノイド・ロボットが定型発達者の様々な発話に対して、柔軟な応対や適切なアドバイスを与えるように、定型発達者から事例に対する対話コーパスを収集した。本システムの評価実験として、語用障害をかかえる人とのコミュニケーション経験がない定型発達者を対象に有用性を検証した。

キーワード: コミュニケーション支援, 語用障害, 定型発達者, ヒューマノイド・ロボット, 言外の意味

Communication Learning Support System for Pragmatic Language Disorders using a Humanoid Robot

KEIGO YABUKI^{†1} KAORU SUMI^{†2}

Abstract: In this research, we developed a communication learning support system to learn appropriate dialogue method with people with pragmatic language disorders. People with pragmatic language disorders tend to have problems with interpersonal relationships with typical development because they cannot understand the meaning of the ambiguous utterance. As a solution to this problem, we proposed a communication learning support system that learns the dialogue method which is easy to be conveyed to people with pragmatic language disorders, targeting typical development. Using this humanoid robot based on the case, this learning support system reproduces a person who has a word disorder and experiences a dialogue with a person who has a word disorder through dialogue with the humanoid robot learning. In addition, by presenting how the humanoid robot interpreted the utterance of the typical development, it is possible to learn while seeking actively transmitted utterances. Collected dialogue corpus for case from typical development so that humanoid robot can respond flexibly to various utterances of typical development and give appropriate advice. As an evaluation experiment of this system, usefulness was verified for typical development who have no communication experience with people with pragmatic language disorders.

Keywords: communication support, pragmatic language disorders, typical development, humanoid robot, conversational implicature

1. 序論

語用障害[a]をかかえる人[b]と定型発達者は会話が成立しにくいと、対人関係に問題が生じやすい。この要因の一つとして、語用障害をかかえる人が会話中の言外の意味を汲み取ることが困難[1]という特徴が考えられる。具体的には、曖昧な発話の意味をつかむことができない[1]、話し手の発話意図を認識できない、比喩及び反語の意味が理解できない[2]、過剰なまでに字義通りの意味として理解する[3]、間接発話を間違った捉え方をする[4]、曖昧な発話に対

して明確化要求を表出できない[5]、会話の文脈上の話し手の発話などに関連している情報としていない情報を区別することが難しい[6]などが挙げられる。これらの特徴が対人関係に影響を及ぼす裏付けとして、山本・楠本は、語用障害をかかえる人は曖昧な状況及び文脈の理解が困難なため対人関係に問題が生じる[7]と解説している。また、言外の意味とは、任意の言葉に対する字義通りの意味ではなく、その言葉に含まれる意図やニュアンスのことである。言外の意味を含む会話は、会話状況や文脈によって発話の字義通りの意味に対して別の意味を包含しない示唆する場合が多く、さらに慣用表現、比喩表現、皮肉表現、指示語、代名詞のように単語自体が言外の意味を示唆する表現も存在することから、語用障害をかかえる人と定型発達者の対人関係の問題は、語用障害をかかえる人が言外の意味を汲み取れないことが要因の一つとして考えられる。

しかしながら、この問題は定型発達者の対話方法にも要

[†] 公立はこだて未来大学システム情報科学研究科
Future University Hakodate
1 g2117050@fun.ac.jp
2 kaoru.sumi@acm.org

a) 語用論の障害
b) 自閉症スペクトラム障害または社会的（語用論的）コミュニケーション障害を持つ人のことである。

因がある。田中、藤原によれば、定型発達者が発話において抽象的な表現や指示語、比喩を用いた慣用表現などを用いることなく、具体的かつストレートな表現を用いることで語用障害をかかえる人にも伝わるようになる[8]と解説している。これらのことから、この対人関係の問題は定型発達者側の対話方法にも問題があり、定型発達者側の発話を適切な表現に置き換えることで、語用障害をかかえる人と定型発達者の会話が成立し、対人関係の問題を改善することができる。以上のことから、定型発達者に対して語用障害をかかえる人との対話方法を改善させる研究を行う必要があると考えられる。

本研究では、語用障害をかかえる人の言外の意味を汲み取れない特徴から生じる対人関係の問題を定型発達者側から改善することが目的である。そのために、定型発達者が語用障害をかかえる人に伝わりやすい発話を学習するシステムを開発する。

なお、本研究で扱う曖昧な表現は指示語とする。また、障害の度合いは重度の語用障害をかかえる人を想定する。理由として、重度レベルの人と適切なコミュニケーションを取れるようになることで、結果的に中程度や軽度の人に対しても伝わりやすい表現になるからである。

2. 関連研究

2.1 語用障害をかかえる人への言外の意味の理解の支援

Gray は、語用障害をかかえる子供と専門家や親との2, 3人の会話に用いる効果的な道具として、コミック会話を提案している[9]。これは、線画を用いて会話を視覚化することによって、会話の情報の素早いやり取りを理解することが容易になり、コミュニケーションに補足的な支援をすることができる。この手法は、目前で行われている会話を理解することに有効な手法と言える。しかしながら、この手法を用いたことにより般化が認められたという客観的なデータは存在しない。語用障害をかかえる人は、教育の場面で学習したことを生活の場面で応用することが困難である。語用障害をかかえる人が般化を行うためには、膨大な時間をかけて状況に依存しない適切な学習を行う必要がある[10]。ことから、問題の本質的な解決にはつながらないという問題点がある。

吉井らは、自閉症スペクトラム障害児1名に対して、二つの物体に対して「それとって」というような曖昧な指示に対して、自発的に明確化要求が行えるよう支援を試みた[11]。結果的に、自発的な明確化要求の表出を行えるようになり、支援終了後、対象とした自閉症児の家庭環境において般化が確認された。なお、指導期間は28ヶ月であった。

この研究は、最終的に般化が確認されたため、語用障害をかかえる人に対して有効な支援事例であると言える。しかしながら、言語理解は「赤い、ペンを、とってきて」というような3つの句で構成された文の理解が可能など、対

象とされた児童の特徴に左右されやすい。また、最終的に改善ができたのが一部の指示語のみであり、般化が確認されるまでに28ヶ月間の時間を要しているため、語用障害をかかえる人に負担が大きすぎるという問題点がある。

2.2 定型発達者への支援研究

矢吹、角は、定型発達者を対象とした、語用障害をかかえる人との言外の意味を含む会話を支援するシリアスゲームを開発した[12][13][14][15][16]。シリアスゲームとは、Prenskyによればエンターテインメント性のみならず、教育や医療などの社会問題の解決を目的とするゲームジャンルのことである[17]。検証として、大学及び短大生56人を対象に評価実験を実施した結果、語用障害をかかえる人と普段関わりが無い定型発達者において、事前テストと事後テストの平均点が約20点上昇し、全問正解者の割合が約45%から約90%に上昇した。このことから、自閉症に関する専門的な知識が乏しい定型発達者に対して、明確な学習効果が認められた。この研究は、知識習得に重点を置いているため、語用障害をかかえる人に対する適切な対話方法を知識的に理解することは十分に可能であるが、実際の語用障害をかかえる人との会話への応用まで学習できないという問題がある。

また、支援者教育の研究事例として、ABA（応用行動分析）を応用し、KinectとNAOを用いた支援者教育システムがある[18]。この事例では、PECS（絵カード交換式コミュニケーションシステム）を用いて、語用障害をかかえる人に対して自発的なコミュニケーションを表出させる支援者のシミュレーションが行える。ただし、この研究では、言外の意味の理解の困難さから話し方を改善させるような実質的なトレーニングはないという問題がある。なお、この研究はヒューマノイド・ロボットを用いて定型発達者に支援を行っているため、定型発達者への支援にヒューマノイド・ロボットの有用性が示唆された。

3. コミュニケーション学習支援システム

3.1 学習システム概要

本研究で提案するシステムは、ヒューマノイド・ロボットとの音声対話を用いて、事例を基に語用障害をかかえる人との会話を疑似体験しながら、ユーザが能動的に語用障害をかかえる人に伝わりやすい発話を模索しながら学習できるトレーニングシステムであった。

3.2 開発環境・使用技術

使用技術として、ヒューマノイド・ロボットのPepperを用いた。開発環境として、OSはWindows 10で、Pepperの開発にChoregraphe 2.5.5を用いた。

3.3 学習システムの構成と流れ

システムで用いられた事例は、語用障害をかかえる人が定型発達者から本を借りている状態で、その本を返却しに来たとき、定型発達者が本の感想を聞くために「この本ど

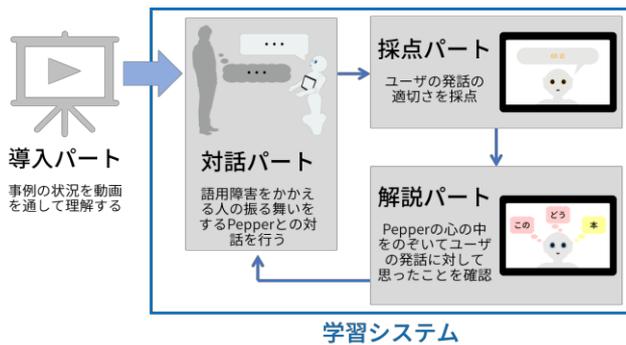


図 1 学習システムの全体構成および流れ

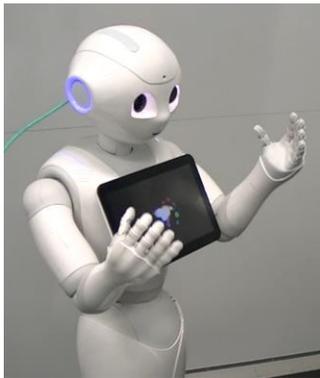


図 2 理解した動き



図 3 困惑した動き

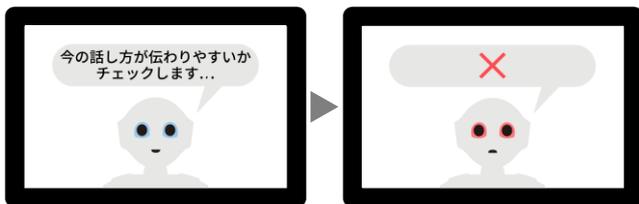


図 2 「この本どうだった」と発話した場合の採点パート

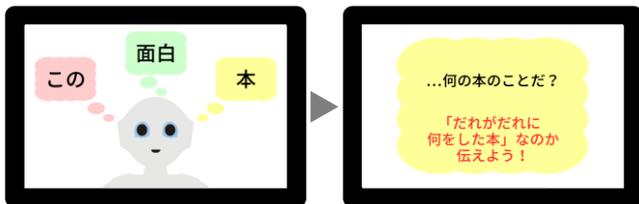


図 3 「この本どうだった」と発話した場合の解説パート

うだった？」と発話した事例を用いた。これは、指示語のコ系列およびド系列を用いた事例として起用した。なお、ソ系列およびア系列は距離感が違うもののコ系列置き換えでも意味合いが変わらないことから、コ系列に統合する形をとった。

学習システムの全体構成および流れを図1に示した。まず、学習システムに入る前に導入パートを行った、このパートでは、事例の説明および注意点をユーザに説明した。主な注意点としては、大きな声でハキハキと間を開けずに話しかけることであった。導入パート終了後、学習システムに入った。学習システムでは、三つのパートから成り立

っていた。まず、対話パートでは語用障害をかかえる人の振る舞いを行う Pepper に、ユーザが考える語用障害をかかえる人に伝わりやすい発話を行い、その発話に対して Pepper が対応を行った。その際、伝わりやすい話し方ならば図2のような理解しているような動きを、伝わりにくい話し方ならば図3のような困惑しているような動きを行った。次に、採点パートでは、ディスプレイにて、ユーザの発話を「○」「△」「×」の三段階評価で採点を行った。それぞれ、「○」は伝わりやすい発話（例：「私があなたに貸した本面白かった？」）、「△」は伝わりやすい表現と曖昧な表現が混在している発話（例：「私があなたに貸した本どうだった？」）、「×」は全部またはほとんどが曖昧な表現で構成された発話（例：「この本どうだった？」）を示した。なお、図4は、「この本どうだった」と発話した場合の採点パートの表示例であった。最後に、解説パートでは、ディスプレイにて、採点結果の理由も兼ねて、Pepperの心の中をのぞくという形から、語用障害をかかえる人がユーザの発話をどのように理解したのか提示した。このとき、吹き出しの色を「緑」「黄色」「赤」の三色で分類した。それぞれ、「緑」は伝わりやすい表現、「△」は伝わりやすい表現と曖昧な表現が混在しているフレーズ、「×」は曖昧な表現を示した。なお、図5は、「この本どうだった」と発話した場合の解説パートの表示例であった。これら三つのパートを繰り返しながら学習させた。

3.4 学習システムの特徴

本システムは大きく二つの特徴がある。

一つ目は、ヒューマノイド・ロボットの Pepper を用いている点であった。理由として、音声対話が容易であるため、コミュニケーションを主体とする本システムに最適であり、さらにディスプレイから視覚的な補助を行うことができるため、図解を用いた解説が容易であることがあげられた。また、人に近い形状や体格を有することから、実際の語用障害をかかえる人との会話に応用させやすくする狙いがあった。これは、VR などと違い身体に特別に装着するものがなく、パソコンやスマートフォンなどよりもユーザが自然なコミュニケーションの中で学習できる利点があった。なお、体格の詳細は、腕を下した状態で全高 1208.5mm、全幅 477.2mm、奥行 424mm[19]であった。

二つ目は、システムで用いた事例に対し、定型発達者が表出する可能性のある発話を網羅した対話コーパスを作成したことであった。これは、より多くの発話に対して、対話パートでの的確な応対や、採点パートや解説パートでの的確な支援を行うために収集した。収集対象は、公立はこだて未来大学の定型発達者 13 名で、このうち語用障害をかかえる人とのコミュニケーション経験がある人は 12 名であった。性別は全員男性で、平均年齢は 22 歳であった。収集方法は、学習システムの対話パートをベースに、Pepper に話しかける形で表出した発話を集計した。

表 1 事前および事後テストの問題と正解

Table 1 pre/post test questions and answers

出題場所	事前テスト1問目・事後テスト3問目	事前テスト3問目・事後テスト1問目
難易度	難しい	難しい
問題	<p>めぐみは、ゆうきの家に遊びに行きました。そして、めぐみはゆうきが飼っているペットをなでてあげました。このとき、ゆうきはめぐみにペットがかわいいか聞きました。「めぐみがなでてるそのペットかわいい？」</p> <p>「めぐみがなでてるそのペットかわいい？」</p> <p>この部分を「めぐみ」にも伝わりやすい話し方を以下の選択肢から選んでください</p> <p>ア. 「その私が飼ってるペットかわいい？」 イ. 「めぐみがなでてるペットかわいい？」 ウ. 「私が飼ってるそのペットかわいい？」 エ. 「そのめぐみがなでてるペットかわいい？」 オ. このままで問題ない</p>	<p>ゆうきは、カフェでパフェをたのみました。そして、めぐみはゆうきのパフェ少しもらいました。このとき、ゆうきはめぐみにパフェがおいしかったか聞きました。「私がたのんだパフェおいしいかな？」</p> <p>「私がたのんだパフェおいしいかな？」</p> <p>この部分を「めぐみ」にも伝わりやすい話し方を以下の選択肢から選んでください</p> <p>ア. 「この私がたのんだパフェとかおいしいかな？」 イ. 「この私がたのんだパフェおいしいかな？」 ウ. 「私がたのんだパフェとかおいしいかな？」 エ. 「私がたのんだこのパフェおいしいかな？」 オ. このままで問題ない</p>
正解	イ. 「めぐみがなでてるペットかわいい？」	オ. このままで問題ない

出題場所	事前テスト2問目	事後テスト2問目
難易度	易しい	易しい
問題	<p>ゆうきは、習い事の帰り道に、塾から帰る途中のめぐみに会いました。このとき、ゆうきはめぐみに塾の勉強が難しかったか聞きました。「塾ってどうなの？」</p> <p>「塾ってどうなの？」</p> <p>この部分を「めぐみ」にも伝わりやすい話し方を以下の選択肢から選んでください</p> <p>ア. 「めぐみが通ってる塾の勉強って難しいの？」 イ. 「塾の勉強って難しいの？」 ウ. 「めぐみが通ってる塾の勉強ってどうなの？」 エ. 「どうなの？」 オ. このままで問題ない</p>	<p>めぐみは、自転車が壊れてしまったので、自転車屋さんに行きました。そして、めぐみはそのことをゆうきに話しました。このとき、ゆうきはめぐみに自転車が直りそうか聞きました。「直りそう？」</p> <p>「直りそう？」</p> <p>この部分を「めぐみ」にも伝わりやすい話し方を以下の選択肢から選んでください</p> <p>ア. 「めぐみの自転車ってどうだった？」 イ. 「自転車って直りそう？」 ウ. 「めぐみの自転車って直りそう？」 エ. 「どうだった？」 オ. このままで問題ない</p>
正解	ア. 「めぐみが通ってる塾の勉強って難しいの？」	ウ. 「めぐみの自転車って直りそう？」

収集結果は、重複をのぞいて 70 個の発話を収集することができた。これには、指示語の事例をもとに収集したにもかかわらず、慣用表現や指示語以外の文脈把握を示唆する表現も表出し、対話コーパスを収集しない限り、これらの対話に対する支援を行うことができなかった。このため、対話コーパスの収集意義に繋がった。さらに、この 70 種類の発話をもとに、文節語句を入れ替え発話の種類を補完した。ここでの種類とは、重度の語用障害をかかえる人が定

型発達者の発話に対して、ほぼ同じようなをするもの。最終的に 2877 種類の対話コーパスを作成した。

なお、対話コーパスは、Choregraphe 2.5.5 の機能の QiChat Script と呼ばれる Pepper との会話を定義するスクリプトを用いて運用した。

4. 実験

実験目的は、本コミュニケーション学習支援システムが、

表2 SD法の尺度の一覧とアンケート用紙上の位置

Table 2 List of the scale of SD method and position on questionnaire sheet

SD法の尺度	
アンケート用紙上で左側	アンケート用紙上で右側
良い	悪い
重い	軽い
嫌いな	好きな
温かい	冷たい
楽しい	つまらない
硬い	柔らかい
難しい	易しい
積極的な	消極的な
親しみやすい	よそよそしい
暗い	明るい

重度の語用障害をかかえる人に伝わりやすい発話を学習するシステムとして、有用性があるか検証することであった。検証方法として、本システムを用いる実験群（以降、A群と呼称する）と、臨床心理士が推薦したテキストベースの書籍[29]の抜粋資料を読む対照群（以降、B群と呼称する）の2つに群分けを行い、事前事後テストを用いて学習効果を、SD法を用いて全体の印象をそれぞれ比較実験した。なお、テキストベースの書籍の抜粋箇所は「第5章 こどもへの指示は簡潔&具体的に（80～81ページ）」で、このページでは、「ちゃんとしなさい」と漠然とした指示をだした事例を用いて、その事例に対して、「具体的に指示する」という解決策を、4コマ漫画を通して説明した資料であった。

実験対象は、函館市立赤川小学校に在籍する、6年生の定型発達児16名であった。性別は、男子7名、女子9名であった。また、群分けは、A群に9名、B群に7名とした。各群の性別のうちわけは、A群が男子4名女子5名で、B群が男子3名女子4名であった。

実験材料として、両群の実験刺激の学習効果を測定するため、事前テストおよび事後テストを作成した。表1は事前および事後テストの問題と解答であった。なお、事前テストおよび事後テストに共通して、これらの問題の前に、「重度の語用障害をかかえる『めぐみ』と定型発達者の『ゆうき』の会話である」趣旨を明記した。このように、会話状況を文章にて記述したあと、波線の発話に対して「めぐみ」にも伝わりやすい話し方を5つの選択肢から選ばせる、選択問題に統一した。また、選択肢の中に「このままで問題ない」を入れることで、波線が必ずしも間違いでない状態を作ることで、ヒントを極力抑える工夫を施した。問題で用いた事例は、コミュニケーション学習支援システムで用いた事例の類似例を、重度の語用障害をかかえる人の特徴を

考慮しながら考案した。また難易度の定義として、選択肢間に違いが少ない問題を「難しい」とし、逆に違いが比較的明瞭な問題を「易しい」とした。そして、「難しい」問題は2問あり、事前事後テストの両方で順序を変えて出題し、「易しい」問題は事前事後テスト間で異なる問題を1題ずつ出題した。制限時間は、事前事後テストともに90秒であった。結果の処理方法としては、全問題1問10点とし、事前事後テストともに30点満点で集計した。

また、実験材料として、両群の実験刺激の全体の印象を測定するため、SD法によるアンケートを作成した。表2はSD法の尺度の一覧とアンケート用紙上の位置であった。また、各尺度におけるプラスの印象の項目を、網掛けを用いて記載した。各尺度に対する選択肢は、「非常に」「かなり」「やや」「どちらでもない」「やや」「かなり」「非常に」の7段階評価を用いた。結果の処理方法としては、「どちらでもない」を0点とし、左側の「非常に」「かなり」「やや」をそれぞれ-3点、-2点、-1点で集計し、右側の「やや」「かなり」「非常に」をそれぞれ1点、2点、3点で集計した。点数付けの理由として、平均値が負の数であればアンケート用紙上で左側の項目が評価され、正の数であればアンケート用紙上で右側の項目が評価されたことがわかりやすくなるため、このような点数付けとした。

その他の実験材料として、コミュニケーション学習支援システム・Pepper・（「本」として）黒いB5サイズのメモ帳、テキストベースの資料、Pepperを操作するためのパソコン・ディスプレイ・キーボード・マウス・LANケーブル、実験風景の撮影用にビデオカメラと三脚、事前事後テストの時間の計測としてストップウォッチを用いた。

実験手続きの骨子として、まず実験説明（2分）を行い、次に事前テスト（2分（説明30秒+テスト90秒））を行った。そして、実験刺激（5分程度）を用いてもらった。その後、事後テスト（2分（説明30秒+テスト90秒））とアンケートのSD法（3分程度（説明30秒+アンケート2～3分））を行った。実験手続きの詳細は、最初の実験説明にて、重度の語用障害をかかえる人の特徴について簡単に言及した。その後、事前テストの問題数と制限時間について説明後、事前テスト実施した。次に、各群にそれぞれの実験刺激を用いさせた。A群では、システムで用いる事例の説明を行ったあと、「Pepperのことを『ペッパーくん』と呼称すること」、「黒いB5サイズのメモ帳を「貸した本」だと思って、本を持ちながら会話すること」、「本のことは『本』と呼称すること」、「大きな声でハッキリと発話すること」、「なるべく間を開けないように1文で話しかけること」の5つの教示を行った。その後、5分程度でシステムを用いた。一方でB群では、「一度精読し、読み終わった段階で資料を閉じる」ように教示した。その後、5分程度で資料を読んでもらった。その後、事後テストについて事前テストと同様の説明を行った後、事後テストを実施した。

表3 事前事後テストの記述統計

Table 3 Descriptive statistics of pre/post test

テスト名	A 群 (実験群)		B 群 (対象群)	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
事前テスト	5.56	7.26	5.71	7.87
事後テスト	17.78	8.33	7.14	7.56

表4 事前事後テストの分散分析の結果

Table 4 Result of ANOVA of the pre/post test

	df	MS	F 値	p 値	偏 η
被験者間要因					
群	1.00	216.07	4.51	0.52	0.24
誤差	14.00	47.96			
被験者内要因					
事前事後	1.00	366.87	5.03	0.42	0.26
交互作用	1.00	229.37	3.15	0.98	0.18
誤差	14.00	72.90			

表5 SD法の各尺度に対する記述統計

Table 5 Descriptive statistics for each measure of SD method

SD法の尺度 (右側)	A 群 (実験群)		B 群 (対象群)	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
悪い	-2.11	0.60	-2.00	0.82
軽い	0.56	2.24	1.00	2.45
好きな	1.67	1.12	1.14	1.95
冷たい	-0.44	2.30	-1.00	2.00
つまらない	-2.78	0.44	-2.00	0.82
柔らかい	-0.44	2.13	0.00	2.24
易しい	1.22	1.79	0.00	2.83
消極的な	-0.11	2.09	-1.71	1.70
よそよそしい	-2.00	1.32	-0.71	2.29
明るい	2.56	0.53	2.43	0.53

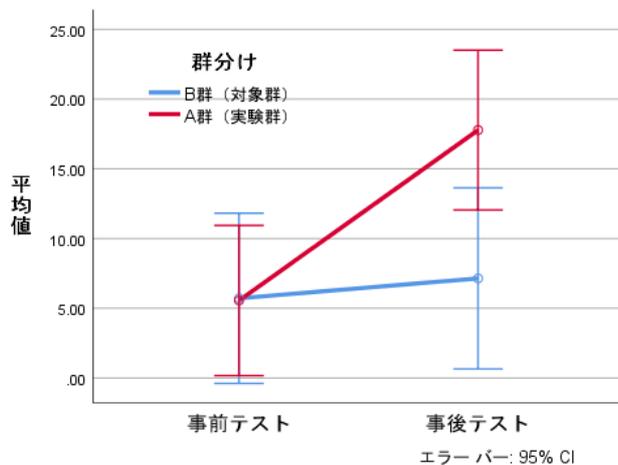


図4 各群・事前事後テストの平均値

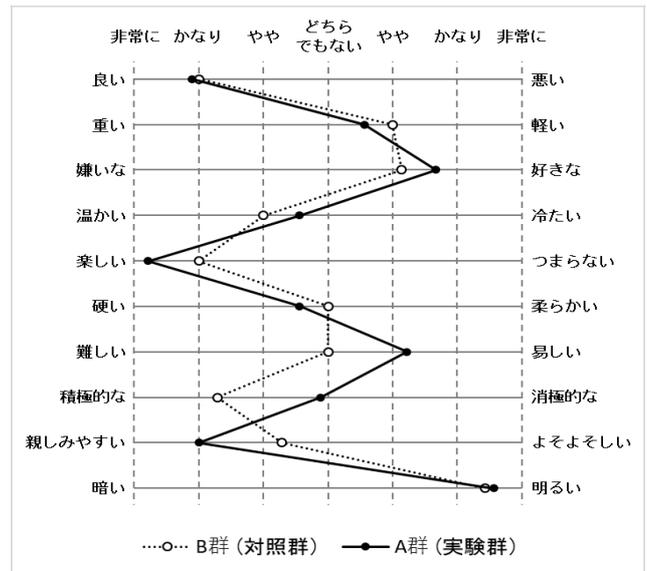


図5 SD法のセマンティック・プロフィール

最後に、SD法のアンケートを実施した。このとき、SD法のやり方として、各実験刺激の印象を2つの形容詞間での位置づけにあるか直感的に丸を付ける趣旨と、注意点として、2つの形容詞間での位置づけがわからないとき以外では、なるべく「どちらでもない」は避けるように教示した。SD法終了後、実験を終了した。

5. 結果

まず、表3に事前事後テストの記述統計として、両群の平均値と標準偏差について記述した。この平均値に対して、被験者間要因を群分け、被験者内要因を事前事後テストとして、2要因混合計画の分散分析を行った。表4に分散分析の結果として、自由度(df)、平均平方(MS)、F値、p値、効果量として偏ηを記述した。表4の網掛けの部分からわかる通り、交互作用が10%水準で有意傾向(F(1, 14)=3.15, p<0.1, 偏η=0.18)であった。交互作用が有意傾向であったため、単純主効果の検定を行ったところ、A群に対する単純主効果が5%水準で有意(F(1, 14)=9.22, p<0.5, 偏η=0.40)であった。さらに、事後テストに対する単純主効果が5%水準で有意(F(1, 14)=6.94, p<0.5, 偏η=0.33)であった。なお、B群の単純主効果(F(1, 14)=0.10, n.s., 偏η=0.01)と事前テストの単純主効果(F(1, 14)=0.00, n.s., 偏η=0.00)に有意差はみられなかった。なお、図6に各群と事前事後テストの平均値の推移と関係性について図示した。

また、表5にSD法の各尺度に対する記述統計として、両群の平均値と標準偏差について記述した。なお、SD法の尺度については右側のみを記載した。表の網掛けは、絶対値が1.5以上の項目を表し、赤太字は他方の群に対して絶対値が0.5以上離れている項目であった。また、図7に両群の平均値について、セマンティック・プロフィールを図示した。表5および図5から、まず、A群のほうがB群

よりも、「好きな」「楽しい」「易しい」「親しみやすい」が大きく評価され、このうち「易しい」以外の3項目についてかなり強い印象を与えた。また、両群とも「良い」「明るい」に対してかなり強い印象を与えた。しかしながら、B群のほうがA群よりも、「温かい」「積極的な」が大きく評価され、このうち「積極的な」についてかなり強い印象を与えた。また、「重い|軽い」と「硬い|柔らかい」の二つの尺度については、両群とも印象が弱く、かつ群間に明瞭な差がなかった。

6. 考察

まず、結果のまとめとして、事前事後テストの分散分析では、交互作用が10%水準で有意傾向であり、A群の単純主効果と事後テストの単純主効果が5%水準で有意であった。また、SD法では、A群は「良い」「好きな」「楽しい」「親しみやすい」「明るい」についてかなり強い印象を与え、特にA群のほうがB群よりも「好きな」「楽しい」「親しみやすい」が評価された。

次に、事前事後テストの結果について、A群の事前テストの平均値が5.56点で、事後テストの平均値が17.78点で、点数が10点以上上昇し、学習効果が見られた。さらに、分散分析の結果、A群の単純主効果が5%水準で有意であった。これは、母集団においても、本学習システムを用いることで、事前事後テストの平均値が10点以上上昇すると考えられる。また、平均値が10点以上上昇したということは、事前事後テスト間で1人当たり少なくとも1問は正解数が増えたことを表していると考えられる。これらのことから、本学習システムは、語用障害をかかえる人にも伝わりやすい話し方を学習するシステムとして、有用性が認められた。

また、A群の事後テストの平均値が17.78点で、B群の事後テストの平均値が7.14点で、10点以上の差がみられた。また、B群の事前事後テスト間における平均値の変化が非常に少なかった。さらに、事後テストの単純主効果が5%水準で有意であった。これは母集団についても、テキストベースの資料と本学習システムの学習効果を比較したとき、事後テストの平均値の差が10点以上有意に高いことを表していると考えられる。このことから、テキストベースの資料と比べて、本学習システムは、語用障害をかかえる人にも伝わりやすい話し方を学習するシステムとして、有効な学習手段であることが認められた。

ただし、実験で用いた事前事後テストは30点満点であり、A群の事後テストの平均値が17.78点のため、1回の学習では10点程度の上昇が限界であると考えられる。しかしながら、学習効果の有用性が認められたことから、本学習システムを繰り返し用いることで、さらに点数を伸ばせるのではないかと考えられる。

次に、SD法の結果について、A群は「良い」「好きな」「楽しい」「親しみやすい」「明るい」についてかなり強い

印象を与えた。これら全ての項目は、SD法の各尺度に対して、プラスの印象を想起できる項目である。「良い」「好きな」「楽しい」については、高い好感度が想起できるため、とても好感が持てる学習システムであったと考えられる。また、「親しみやすい」「明るい」については、とても社交的な印象を与えたことが想起できるため、本システムではPepperとの対話を通して学習する形式を取っているため、Pepperの雰囲気がとても社交的な印象を与えたと考えられる。また、これについて、B群と比較したとき、A群のほうが特に「好きな」「楽しい」「親しみやすい」という観点に対して高い評価を与えた。つまり、テキストベースの教材を用いて学習を行うよりも、本システムを用いて学習したほうが、教材としての好感度やPepperの社交的な印象から学習中のモチベーションが維持される可能性が高いと考えられる。

また、結果的に強い印象には至らなかったものの、A群のほうがB群よりも「易しい」という印象が高いという結果となった。これは、SD法の各尺度に対して、プラスの印象を想起できる項目である。この印象から、学習システムは、少なくともテキストベースよりは、難易度が易しいと感じることができる教材だと考えられる。つまり、テキストベースの教材よりも本学習システムのほうが、語用障害をかかえる人にも伝わりやすい話し方を学習する教材として、学習者の心理的な負担の軽減に関与している可能性が高いと考えられる。ただし、この評価自体は強い印象とは言えないため、今後は学習システムの形態を維持しつつ、学習者の負担をより軽減できる機能を考えることが課題となった。

しかしながら、B群のほうがA群よりも「温かい」「積極的な」という印象が大きく、特に「積極的な」についてはかなり強い印象を与えた。これらは、SD法の各尺度に対して、プラスの印象を想起できる項目である。この印象から、学習システムよりもテキストベースのほうが、能動的な印象を与えたことが想起できる。なお、この二つの尺度に対して、A群の平均値は0に近く、標準偏差が2.00を上回っており、データにばらつきがあることがわかる。このような結果となった要因として、A群の実験過程で一部の被験者の実験中に、Pepperの腕が動かなくなるアクシデントが発生したことが考えられる。腕が動かなくなることで、Pepperのジェスチャーの幅は極端に少なくなるため、これが一部の被験者に対して、「冷たい」「消極的な」という印象に繋がったと考えられる。Pepperはある程度連続で稼働させることで、腕などの関節部分が動かなくなる場合があるため、今後は連続した稼働はなるべく避けつつ、「冷たい」「消極的な」という印象を与えない程度に関節部分に負担をかけないモーションを採用することが望ましいと考えられる。

また、両群とも印象が弱く、かつ群間に明瞭な差がない

尺度である「重い | 軽い」と「硬い | 柔らかい」について、このような結果となった要因は、評価に用いた尺度の妥当性が影響していると考えられる。なお、この二つの尺度は、両群ともに標準偏差が 2.00 を上回っており、データにかなりのばらつきが見られたことを意味している。これは、「重い | 軽い」については、例えば、学習システムならば Pepper の物理的な「重さ」と学習システムのタスクの「軽さ」が、テキストベースでは文章量からのタスクの「重さ」と紙媒体としての物理的な「軽さ」が、それぞれ混同した可能性がある。また、「硬い | 柔らかい」については、例えば、学習システムならば Pepper の物理的な「硬さ」と Pepper の社会的な印象から受ける「軽さ」が、テキストベースでは文章の「硬さ」と紙媒体としての物理的な「柔軟性」が、それぞれ混同した可能性がある。これらのことから、今後は印象評価を行ううえで「物理的な要因」考慮したうえで尺度を決定する必要性があると考えられる。

最後に、結論として、本コミュニケーション学習支援システムは、定型発達者に対し重度の語用障害をかかえる人にも伝わりやすい話し方を学習するシステムとして、既存の学習方法よりも、学習効果が顕著であり、かつ有効な学習手段と言えることがわかった。また、印象の観点から、学習システムとして好感が持ちやすく、Pepper の社会的な印象から学習中のモチベーションが維持され、学習者の心理的負担を軽減する可能性が高いことがわかった。

ただし、現状のシステムでは、1 回の学習で知識を網羅することは難しく、繰り返し本システムを用いることで知識を網羅的に学習できる可能性があるため、今後はそれらの検証が必要であると考えられる。

7. まとめ

語用障害をかかえる人は言外の意味の理解が困難であることから対人関係に問題をかかえる傾向があり、それは定型発達者が具体的な表現で発話することが解決策であった。そして、定型発達者が語用障害をかかえる人に伝わりやすい発話を能動的に学習することができる、ヒューマノイド・ロボットとの音声対話を利用したコミュニケーション学習支援システムを開発した。また、より多くの定型発達者の発話に対して支援を行うため対話コーパスを作成した。検証の結果、既存の学習方法よりも、学習効果が顕著であり、かつ有効な学習手段と言えることがわかった。また、学習システムとして好感が持ちやすく、Pepper の社会的な印象から学習中のモチベーションが維持され、学習者の心理的負担を軽減する可能性が高いことがわかった。

展望として、現状のシステムでは、1 回の学習で知識を網羅することは難しいが、繰り返し本システムを用いることで知識を網羅的に学習できる可能性があるため、今後は継続的に使用した場合の学習効果について検証する。

謝辞 実験材料を推薦していただいた、社会福祉士および臨床発達心理士の宮城大学感性デザイン学系橋本陽介助教に感謝申し上げます。また、実験および調査にご協力いただいた、公立はこだて未来大学ならびに函館市立赤川小学校の皆さまに感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 内山登紀夫：アスペルガー症候群を知っていますか？、東京都自閉症協会（2002）。
- [2] フリス, U. : 自閉症の謎を解き明かす, 東京書籍（1991）。
- [3] Mitchell, P., Saltmarsh, R. and Russell, H.: Overly literal interpretations of speech in autism: Understanding that messages arise from minds, *J. Child Psychol. Psychiat.*, Vol.38, No.6, pp.685-691 (1997).
- [4] Paul, R., Cohen, D.: Comprehension of indirect requests in adults with autistic disorders and mental retardation, *J. Speech Hear. Res.*, Vol.28, pp.475-479 (1985).
- [5] McTear, M.F., Conti-Ramsden, G.: Pragmatic disability in children, Whurr Publishers (1992).
- [6] Baltaxe, C.A.M.: Pragmatic deficits in the language of autistic adolescents, *J. Pediat. Psychol.*, Vol.2, No.4, pp.176-180 (1977).
- [7] 山本淳一, 楠本千枝子: 閉症スペクトラム障害の発達と支援, *Cognitive Studies*, Vol.14, No.4, pp.621-639 (2007).
- [8] 田中哲, 藤原里美 (監修): 自閉症スペクトラムのある子を理解して育てる本, 学研プラス (2016).
- [9] Gray, C.: Comic Strip Conversation, Future Horizons Inc. (1994).
- [10] 日本自閉症スペクトラム学会(編): 自閉症スペクトラム辞典, 教育出版 (2015).
- [11] 吉井勘人, 仲野真史, 長崎勤: 自閉症児に対する会話の修復機能としての明確化要求の発達支援 - 明確化要求の表出タイプの出現順序, 共同行為ルーティンの役割, 明確化要求の表出と欲求意図理解との機能連関に焦点を当てて -, 特殊教育研究, Vol.53, No.1, pp.1-13 (2015).
- [12] 矢吹溪悟, 角薫: 自閉症者との言外の意味を含む会話を支援するシリアスゲームの研究, 情報処理学会北海道シンポジウム 2016, pp.23-27 (2016).
- [13] 矢吹溪悟, 角薫: 自閉症者との言外の意味を含む会話を支援するシリアスゲームの研究, ことば工学研究会, Vol.53, pp.25-44 (2017).
- [14] 矢吹溪悟, 角薫: 言外の意味 ZERO : 自閉症者との適切な話し方を学習するシリアスゲーム, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2017) シンポジウム, Vol.2017, No.1, pp.570-577 (2017).
- [15] Yabuki K., Sumi K.: A serious game for learning the conversation method with autism for typically developing, E-learning and Games, Edutainment 2018 (2018). (unpublished)
- [16] 言外の意味 ZERO : 定型発達者のための自閉症者との対話方法を学習するシリアスゲーム, エンターテインメントコンピューティング特集号, 情報処理学会, Vol.53, No.11, pp.1-19 (2018).
- [17] Prensky, M.: Digital game-based learning, McGraw-Hill (2001).
- [18] VR Inside : VR やロボットでセラピスト養成を効率化! 自閉症療育セラピスト育成プログラムで技術協力 (オンライン), 入手先 (<https://web.smartnews.com/articles/fluvVSgHJJT>), (参照日: 2018-11-13).
- [19] 村山龍太郎, 谷沢智史, 西村一彦: Pepper プログラミング 基本動作からアプリの企画・演出まで, SB クリエイティブ株式会社 (2015).
- [20] shizu, 平岩幹男 (監): 発達障害の子どもを伸ばす魔法の言葉かけ, 講談社 (2017).