

弱さを持つコミュニケーションロボットによる 学習援助の誘因のための要因分析

白石誠*1 松居辰則*2

*1 早稲田大学大学院人間科学研究科, *2 早稲田大学人間科学学術院

Factor Analysis for Inducing Learning Assistance with a Weakness Communication Robot

Makoto SHIRAISHI*1, Tatsunori MATSUI*2

*1 Graduate School of Human Sciences, Waseda University

*2 Faculty of Human Sciences, Waseda University

This study focuses on robots with weaknesses and aims to learning by teaching the process of helping robots during cooperative learning. In order to clarify what kind of weakness makes people want to help the robot, we first conducted a survey of impressions of aided persons toward assisted persons in general learning situations. Next, we conducted the same survey using a robot as the assisted person. In this paper, we compare the two surveys, analyze the factors of the robot's weakness in learning situations, and examine its behavior model.

キーワード：弱いロボット、学習援助、HRI、援助要因

1. はじめに

近年、e-learning と呼ばれる学習形態の普及により、場所に縛られない学習が可能になってきており、特に自宅学習での機会が増えている。一方で小学校及び中学校学習指導要領解説総則編では主体的で対話的学びについて3つの視点に立った授業改善を行うことが示されている(1)。その視点の1つとして「子どもたちの協働・教職員や地域の人との対話、先哲の考え方を手がかりに考えること等を通じ、自己の考え方を広げ深める対話的学びが実現できているかという点」(中央教育審議会答申, 2016)が挙げられる(1)。e-learningの普及により友人との学習といった社会的活動を伴う学習の機会の減少が起こることによって、対話的な学びの減少が問題に挙げられる。こうした背景から本研究ではコミュニケーションロボットを友人の代わ

りの学習のパートナーとして活用することを試みる。教育現場で活用する学習支援メディアとしてロボットを導入する事例が増えており、様々な有効性が確認されている。柏原(2019)はロボットの活用が学びとしての主体的学習におけるエンゲージメントを促進すると述べた(2)。また松添ら(2013)によるロボットの賢さの違いに着目し、子どもたちの学習にどのような影響を与えるか調査した研究では、ロボットに対して直接教示を行うことは学習自身の回答に自信を持たせることができると示した(3)。そこで、ロボットへの教示行動が学習者に対して、自信に繋がることに着目し、勉強に対するやる気などの心的な動機づけにつながると仮説を立てた。本研究ではロボットの弱さを活用することで学習者がロボットに対して教示や学習援助の実現することを目的とする。

2. 弱いロボット

本研究では「弱さ」に着目し、ロボットとのインタラクションを考えるものとする。ここでロボットの持つ弱さは、岡田(2016)が提唱する弱いロボットである(4)。岡田(2016)が提唱する弱いロボットとは関係論的で他者からのアシストを上手に引き出した上で、行為を一緒に組織していくロボットである(4)。助けることにより、助けた方も悪い気がしない、そうしたインタラクションを通じてお互いの弱みを補い合い行為を達成することが弱いロボットの大きな特徴といえる。友人との学習活動に注目し、その選考要因としての自律的な動機づけとの関連を検討した岡田ら(2008)の研究によると、学習活動のうち、援助提供を行うことは学習に対する、自律的な動機付け及び充実感と関連することが分かっている(5)。人と人のインタラクションにおいて、援助提供は有効であることが示されているが、友人の代わりにパートナーとしてロボットを活用する本研究においても学習場面でロボットを助けることは自律的な動機付けに繋がるのが期待できる。また、小林ら(2017)が行なった研究では、弱いロボットとの長期的な関わりの中で子供たちはロボットとの会話に同調し、話を聞いてあげるという内容が増加し、また事後アンケートの中で自尊感情の項目が上昇していることがわかっている(6)。弱いロボットの有効性が示される一方で、先行研究では学習場面ではなく日常的なインタラクションであること、弱さの定義が曖昧であることが課題に挙げられる。また、人とロボットの関わり合いのなかで学習する「ヒューマン・ロボット・ラーニング」の領域ではロボットが「よい聞き手」としての振る舞いを求められており(7)、様々なアプローチが行われているが、関連研究の多くではロボットが教示を求める動作においてのアプローチは少ない。これにより、インタラクションが長く続かない、すぐ飽きてしまうなどの問題が挙げられる。そこで、本研究では学習場面において助けたいロボットの振る舞いモデルの作成を目的とし、本稿では助けたいような振る舞いモデルの実現のために、一般的な学習場面における援助者の被援助者に対する印象に関する調査、またロボットとの学習場面を想定した援助者のロボットに対する印象の調査実験の概要について報告をする。

3. 本研究の概要

先行研究では教示を促す行為において「誤答」以外のア

プローチで取り組んでいる研究が少ないことが課題に挙げられる。そこで本研究では弱いロボットに着目し、人の持つ援助行動といった性質を利用し、学習のデザインの実現を目指す。本研究の大きな目的は以下の2点である。

1. 助けたいような弱いロボットの振る舞いモデルの作成
2. 弱いロボットへの学習援助が学習に対するやる気など心的な動機づけにつながるか検討する

本研究ではまず、目的1の達成のため、一般的な学習場面における援助者の被援助者に対する印象に関する調査実験を行った。また本稿では目的1の達成のための次の調査実験の概要についても報告する。2つ目の調査実験では調査実験1の想定場面の登場人物である被援助者を人からロボットに変えた。目的1のための調査実験は以下の2つである。

- I. 一般的な学習場面における援助者の被援助者に対する印象調査
- II. 一般生活にロボットが導入された環境における学習場面の学習援助者のロボットに対する印象調査

2つの調査実験を比較検討することで、学習場面におけるロボットの弱さについて明らかにする。

次に調査実験2を行う上でロボットの役割について説明する。本研究の弱いロボットの役割は、学習者の友人のような学習のパートナーである。具体的には学習者と同じ課題を解く中で、教示されたり、学習に関する手助けを得ることで課題を進めていく。松添らの研究によると、問題を間違い続ける、すなわち誤答動作をし続けるロボットよりも、一度教えたら学習をするロボットの方が学習者の自発的な教示行動の誘引に効果的であることが示唆された(3)。本研究においてもロボット自身が学習する中で知識を得て成長していくものとする。このようなインタラクションの中で、援助を誘引する弱さとは何か明らかにしていく。

4. 実験1

本実験は、弱いロボットの振る舞いモデルの実現のため、最初の段階として、学習場面における被援助者のどのような印象が援助行動を引き出すか(誘発するか)検証することを目的に実施した。そこでオンラインアンケート(CrowdWorks)を用いて、質問紙調査を行なった。

4.1 実験1参加者

本実験はオンラインで実施した。被験者には一般的な学習場面におけるエピソードに対して、援助経験、援助理由、被援助者に対する印象について回答してもらった。実験の所要時間は40分程であり、参加者100名(男性61名、女性39名)であり、平均40.62(標準偏差9.15)歳であった。3名ほどデータが不十分であったため、分析の段階では除外し、97名(男性58名、女性39名)で分析を行った。

4.2 実験1タスク

実験のタスクとして質問紙を用いた。本実験では学習場面における援助行動に着目し、実験を行う。援助行動の要因は大きく状況要因、個人要因、文化要因の3つに分けられる。本実験では学習場面において援助者が被援助者に抱

表1: 実験1で使用した援助エピソード

番号	エピソード
1	解答欄を間違えて答えている子に注意してあげる
2	問題を誤って答えている子に対して、正しい答えを教える
3	締切間際のレポートが終わっていない子を手伝ってあげる
4	消しゴムを忘れてしまった子に貸してあげる
5	病気で休んでいる人のために授業のノートを取ってあげる
6	英語で何が書いてあるか分からない子に対して、丁寧に説明してあげる
7	英単語を思い出せない子と一緒に考えてあげる
8	テストの点数が低く、落ち込んでいる子と一緒に勉強をしてあげる
9	じっと問題を考えている子にヒントを与えてあげる
10	授業の内容について質問され、答えてあげる
11	数学が苦手なこの宿題を一緒に解いてやる
12	赤点を撮り続けている子に次のテストの範囲を教える
13	どの授業を取るか迷っている子におすすめの授業を教える
14	宿題の進め方を悩んでいる子にアドバイスをしてあげる
15	テスト前、復習をしている子に簡単な問題を出してあげる

く印象を調査するため、状況要因に着目した。また、状況要因は認知的要因と情動的要因に分けられる。認知的要因について学習場面は日常的な小さな親切(思いやり)に当てはまる。そこで「教育学習時における思いやりについて教えてください」と簡単なアンケートを実施し、これと菊地(1988)による思いやり尺度を参考にしながら(8)、援助エピソードを作成した(表1参照)。また他者の存在が援助の責任を分散すること(9)から援助エピソードは1対1の場面を想定している。認知的要因の統制をおこなった上で情動的要因として考えられる被援助者の印象について回答を求めた。回答の方法として、思いやり尺度に基づき、援助経験について5件法(したことがない-もっとやった)で回答を求めた。また援助の理由として自由記述で回答を求めた。被援助者に対する印象としては井上、小林ら(1985)によるパーソナリティ認知の測定に有効な尺度(10)の形容詞対から「明るい-暗い」、「強い-弱い」、「意欲的な-無気力な」などの48項目に加え、「頭の良い-頭の悪い」、「近づきやすい-近づきにくい」の計50項目に対して回答を求めた。

4.3 結果

本実験では被験者100名のうち、97名のデータを活用して分析をおこなった。データの分析方法は探索的因子分析を援助エピソード15個それぞれに対して行った。まずそれぞれの援助エピソードに対して、Kaiser-Meyer-Olkinの標本妥当性の測度(Kaiser 1974)を測定した。測定の結果、すべての援助エピソードに対して、0.87以上の結果が得られ、潜在因子の可能性が示された。以上の結果から因子の抽出として最尤法に統一して因子分析を行った。結果、全15個の援助エピソードに対して、10個の因子として確認することができた。それぞれに因子は、活動性因子(エピソード1, 2, 5, 8, 12, 13, 14、表1参照)、社交性因子(エピソード3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 15、表1参照)、勤勉性因子(エピソード1, 2, 15、表1参照)、信頼性因子(エピソード3, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14、表1参照)、丁寧性因子(エピソード7, 8、表1参照)、親和性因子(エピソード1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15、表1参照)、好意性因子(エピソード11, 13、表1参照)、反応性因子(エピソード5、表1参照)、頑強性因子(エピソード13、表1参照)、性急性因子(エピソード3, 5、表1参照)である。全体としてそれぞれの因子は因子に含まれる項目の因子負荷量の値

が大きく、「内向的な」、「静的な」などの説明能力が高く、因子の説明として低い傾向であった(表2参照)。次に実験で得られた自由記述においてそれぞれのエピソードごとにグループ分けを行なった。各エピソードで得られた自由記述は表3の通りである。多くのエピソードで同情や気遣いなどの記述が見られた。また特定の科目をさすエピソードでは援助者自身の経験や自信による援助の記述が見られた。また持ちつ持たれつや親近感、親密な関係など、被援助者との関係性によって得られた回答があり、被験者が友人との学習場面を想定していたことがわかる。

表2：実験において確認できた因子とその解釈

(注釈1. 高い傾向、2. 低い傾向)

因子名	印象の解釈
活動性因子	1. 活発な
	2. 大人しい
社交性因子	1. ハキハキした
	2. シャイな
勤勉性因子	1. きちんとした
	2. だらしない
信頼性因子	1. 信頼できる
	2. 不安な
丁寧性因子	1. 丁寧な
	2. 適当な
親和性因子	1. 感じの良い
	2. 感じの悪い
好意性因子	1. 好感のある
	2. 苦手な
反応性因子	1. 敏感な
	2. 鈍感な
頑強性因子	1. 屈強な
	2. 気弱な
性急性因子	1. せこせこした
	2. のんびりした

4.4 考察

本実験は学習場面における被援助者の印象調査を目的としている。実験を行った結果、全15エピソードに対して、10個の因子を確認することができた(表2参照)。それぞれの因子は低い傾向であることが分かり、援助者が被援助者に対して、なんらかの弱さを印象として感じているこ

とが示唆された。因子の特徴として、活動性因子は「動的な-静的な」、「活発な-不活発な」などの項目が挙げられ、低い傾向として大人しい印象を与えていたと考えられる。次に社交性因子について「外交的な-内向的な」、「社交的な-非社会的な」などの項目が挙げられ、低い傾向としてシャイな印象を与えていたと考えられる。これらの因子は15個の援助エピソード全てにおいてどちらかの因子が確認でき、被援助者の印象に大きな影響を及ぼしていることが示唆された。また多くの援助エピソードの自由記述で

表3：実験1で得られたエピソードごとの自由記述

番号	自由記述
1	気遣い、同情、気づき、改善、共感(過去の記憶)
2	気遣い、同情、改善、好意、改善、自己満足、持ちつ持たれつの関係
3	同情、援助依頼、気遣い、持ちつ持たれつ、共感(過去の記憶)、自己満足
4	同情、気遣い、持ちつ持たれつ、常識、親近感、共感
5	同情、気遣い、共感、共感(過去の記憶)、親切心、援助拒否、持ちつ持たれつ、親密な関係
6	同情、気遣い、共感、不安、経験・自信、常識、改善、興味を持ってもらい、援助依頼
7	気遣い、楽しい、同情、寄り添う、しない、持ちつ持たれつ、不快感、自信・経験
8	気遣い、同情、寄り添い、改善、援助依頼、協力、持ちつ持たれつ、楽しい、経験・自信
9	気遣い、共感、しない、同情、援助依頼、自己満足、きっかけづくり
10	援助依頼、気遣い、拒否、同情
11	経験・自信、同情、共感、期待、気遣い、自分のため、援助依頼、協働・寄り添う、気遣い
12	期待、親切心、しない、同情、援助依頼、持ちつ持たれつ、共感(過去の経験)
13	気遣い、迷い、共感(過去の経験)、第三者、期待、悩み、援助依頼
14	期待、共有、気遣い、親切心、しない、過去、援助依頼、必要、共感、優越感、同情
15	持ちつ持たれつ、手助け、期待、気遣い、共感(過去の経験)、援助依頼、協働

「可哀想であるから」などの同情、「困っていそうだったから」などの気遣いの記述が見られた。これは援助行動における先行研究と同じ傾向の感情の質であると考えられる(11)(表4参照)。一方で先行研究に見られる不快感や怒り、驚きといった感情の質は自由記述においてはあまり確認されなかった。他に自由記述において数学や英語などのエピソードでは援助者自身の経験や自身などの記述が見られた。援助者自身の科目の得意の度合いによって援助の提供が起ることが示唆され、今後の実証実験における課題において重要な知見であると考えられる。また親和性因子が確認された援助エピソードにおいて、援助者との関係性によって援助をする記述があり、援助行動の1つの要因として関係性が関わってくることを示唆された。因子は低い傾向として出ていたので、親和性が低いと援助に繋がらないと仮説を立てることができる。今後は援助者とロボットの関係性も重要な要因として考慮することが必要である。しかし本実験において被援助者に対して弱さを感じることが示唆された一方で、その弱さが直接援助につながるか検証ができていない。また援助者と被援助者の関係性についても明示していないことが課題に挙げられる。そこで実験2では実験1と同様な調査を行いつつ、ロボットと人の関係性、援助の有無について新たに質問項目を改正することとした。

表4：援助行動時における情動的側面(11)

援助行動の情動的側面	
Coke, J. et sl. (1978)	共感的情動
	個人的不快感
Meyar, J. R. & Mulherin, A (1980)	怒りと気遣い
	共感
小嶋(1983)	他者への否定的感情
	他者への同情
	驚き

5. 実験2

本実験は、弱いロボットの振る舞いモデルの実現のため、次の段階として、想定された学習場面におけるロボットのどのような印象が援助行動を引き出すか(誘発するか)検証することを目的に実施する。

5.1 実験2タスク

実験1では一般的な学習場面において援助者が被援助者に対してどのような印象を抱くか質問紙調査を行った。実験2では実験1のエピソードで登場する被援助者の人をロボットに置き換えて調査実験を行う。そこで人とロボットが学習する想定場面を設定した。実験1において被援助者である人は、援助者の友人やクラスメイトなど一緒に学習を行うパートナーである。実験2における被援助者であるロボットも学習者と一緒に学習するパートナーとして設定した。具体的には同じ課題を行う中で教示されたり、学習に関する手助けを得ることで課題を進めていく。ロボット自身も誤答を提示し続けるのではなく、教示を行われることで学習し成長していくものとする。このような想定場面を提示した上でアンケートの回答を求める想定法で調査実験を行う。ロボットは図1に示したNUWA社のKebbi Airを活用するものとする。ロボットでの想定された場面である場合、実験1のエピソードである「消しゴムを忘れてしまった子に貸してあげる」(表1参照)は適切ではない。そこで実験1の援助エピソードの抽象化を行った上で、エピソードの改正を実施した。本実験ではエピソードを抽象化するにあたって、「なぜ援助が必要なのか」、「どんな援助を行うか」に着目した。エピソードの抽象化は表5の通りである。抽象化した内容を十分に参照を行なった上で、ロボットとの援助エピソードの作成を行なった。実験1同

表5：実験1の援助エピソードの抽象化

番号	援助要因	援助提供
1	不注意	注意する
2	誤答	訂正する
3	時間がない	一緒に行く
4	道具の不足	補填
5	病気	代わりにやる
6	分からない	説明する
7	思い出せない	一緒に考える
8	落ち込む	一緒に行く
9	じっとして	ヒント
10	協力依頼	答える
11	苦手	一緒に行く
12	苦手	手助け
13	迷って	教える
14	悩んで	アドバイス
15	頑張ってる	手助け

様に想定場面では1対1の状況を想定し、認知的要因の統制を行なった上で情動的要因として考えられる被援助者のロボットに対する印象の回答を求める。回答の方法として、思いやり尺度を参考に、援助の有無について5件法(助けられないいつも助ける)で回答を求める。また実験1と同様に援助の理由と小林ら(1985)によるパーソナリティ認知の測定に有効な尺度(10)の形容詞対の48項目に2項目を追加した合計50項目に対して回答を求める。

6. 今後の展望

本実験では人と人の一般的な学習場面における被援助者の印象について調査し、10つの因子を確認することができた。全体として因子の説明は低い傾向が見られ(表2参照)、援助者は被援助者に対して、「大人しい」、「シャイな」など何か弱さを連想する印象を感じる事が示唆された。また印象から感じる感情の質について、自由記述から先行研究と同じ傾向を確認することができた。しかし本実験の課題として、弱さを感じる事が援助につながるか検証できていないこと、被援助者との関係性を明示していないことが挙げられる。本研究は「人はロボットに弱さを感じ、助けられるか」を1つの目的としている。そこで次の実験として、実験1の課題を考慮しつつ、ロボットを被援助者として提示することで印象の変化が起こるか比較検討することとした。具体的には、被援助者をロボットの画像を提示しながら、明示すること。ロボットとの学習する想定場面を設定すること。想定場面に応じたエピソードの改訂を行なった。以上の点を加え同様の調査実験を行う。2つの調査実験を比較検討することで共通した弱さ、ロボット特有の弱さを明らかにし、振る舞いモデル検討する。ロボットはNUWA社のKebbi Airを活用する(図1)。Kebbiは動作と表情を変化させることのできるロボットであり、本研究ではその両方を活用して、振る舞いを実現するものとする。また実験1では感情の質と因子の関係性について検証できていない。ロボットの振る舞いについて印象評価を行なっていく上で、検証していくべきと考える。以上の検証を通した上で最終的な実証実験において弱いロボットとの学習が学習者の勉強に対する内発的な動機付けにつながるか検証を行なっていきたいと考える。



図1：本研究で活用するロボット

参考文献

- (1) 文部科学省国立教育政策研究所; 主体的・対話的で深い学び, <https://www.nier.go.jp/pdf/seika>, 2020.
- (2) 柏原昭博; エンゲージメントを引き出す学習支援ロボット, *コンピュータ & エデュケーション*, Vol. 46, pp. 30-37, 2019.
- (3) 松添静子, 田中文英; 教育支援ロボットの賢さの違いが子どもの英単語学習に及ぼす影響, *人工知能学会論文誌*, Vol. 28, No. 2, pp. 170-178, 2013.
- (4) 岡田美智男; 人とかかわりを指向するく弱いロボットとその展開, *日本ロボット学会誌*, Vol. 34, No. 5, pp. 299-303, 2016.
- (5) 岡田涼; 友人との学習活動における自律的な動機づけの役割に関する研究, *教育心理学研究*, Vol. 56, No. 1, pp. 14-22, 2008.
- (6) 小林溪太; et al; コミュニケーションロボットを活用した児童の自尊感情向上の研究-弱いロボットの中長期的な相互作用による検証, *コンピュータ & エデュケーション*, Vol. 43, pp. 49-54, 2017.
- (7) 三宅なほみ, 石黒浩; 人とロボットの協創へ向けて, *日本ロボット学会誌*, Vol. 29, No. 10, pp. 868-870, 2011.
- (8) 菊池 章夫. *思いやりを科学する*, 川島書店, 1988.
- (9) Darley, J. M. , Latane, B. ; Bystander intervention in emergencies; Diffusion of responsibility. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 8, pp. 377-383, 1968.
- (10) 堀 洋道, 吉田 富二雄. *心理測定尺度集 II*, サイエンス社, 2001.
- (11) 中村陽吉, 高木修. *他者を助ける行動の心理学*, 光生館, 1987.