

協働学習時におけるエージェントの共感的な身体動作の影響

角谷ひなた^{1*} 柳 朋輝¹ 米澤 朋子¹

¹ 関西大学

¹ Kansai University

Abstract: 本研究では、協働学習時ユーザの理解度に合わせた擬人化エージェントの不安や共感を表すふるまいを身体動作で表現できるか検証し、どのような効果が得られるか検討する。具体的なふるまいとして、体の向き、うなずき、視線や姿勢の落ちつき度合いを変えるよう設定した。検証の結果、ユーザの発話に合わせてうなずきや体の向きの変化は親しみや共感性を向上させ、ユーザに安心感をもたらし、視線や体動に落ちつきがない表現により、わからない状態を表し、かつ、不安度を示せることが示唆された。

1 はじめに

2017年に改定された学習指導要領では、個別最適な学びや、協働的な学習が重視されている。個別最適な学びとは、子供一人一人の特性や学習進度に合わせ、指導方法や、教材学習時間の提供、設定を柔軟に行う”指導の個別化”と、生徒の興味、関心、キャリア形成の方向性等に応じ、学習内容を変化させる”学習の個性化”を重要視する学びであり、児童生徒が自己調整しながら学習を進め、自主的かつ自発的に学習していくことができる環境づくりが求められている [1]。

しかし、実際の学校教育現場では教員の人的リソースの限界により、生徒1人1人の状況に合わせた対応が難しく、学習内容についていけない生徒が放置されることも多い。さらに、個別最適な学びが進むと、孤立化した学びにならないかと危惧されている [2]。この課題に対し、エージェントを活用し、個々の学びの状況に合わせた個別最適かつ、孤立しない協働的な学習の実現したいと考えた。その中で重要になってくるのは共感と考えられる。共感とは、相手が自分のことを理解しているという印象を与え、安心して学習に取り組むことができると言われている [3]。そのため、共感性を提示することで、学習理解の促進に効果があると考えた。本研究では、学習モチベーションの向上に焦点を当て、ユーザの理解度や感情状態に合わせ、擬人化学習エージェントが「共に悩む」、「苦しむ」など共感的ふるまいをしながら、協働的に学習を行うことで、個々の「わからない」にも寄り添う協働対話のシステムを提案する。

本稿では、上記の目指すシステムの事前検証として、エージェントのふるまいに焦点を当て、協働学習時ユー

ザの理解度に合わせた擬人化エージェントの不安や共感を表すふるまいを身体動作で表現できるか検証し、どのような効果が得られるか検討する。

2 関連研究

2.1 共感的姿勢

うなずきのタイミングによって共感性が変化することを述べられている [4]。話始めにうなずきを挿入すると共感性や尊重性が感じられにくくなるとの結果が得られており、うなずきをいつ示すかが共感性に大きく関係すると考えられる。また、対話の中で相談内容よりも、うなずきのタイミングが考慮されていた結果となっている。本研究では、エージェントに適応した場合でもうなずきで共感を示し、安心感を持たせることができるか考えた。

2.2 不安感の表出

先行研究により、ロボット側の「不完全さ」は、聞き手の積極的な参加を引き出し、結果として豊かなコミュニケーションを生み出すことがあると述べられている [5]。また、それをサポートする側も、「手伝うのも、まんざら悪い気はしない」というように、どこかうれしそうであると述べ、「不利益」という側面はユーザのアクションを引き起こすことがわかる。

Pedagogical Conversational Agent への説明活動量が増えると学習者の確信度評価が上昇するという結果 [6] から、ユーザからの学習の説明を引き出すことでユーザの学習理解度を深められると考えた。本研究においても、ユーザの理解に関する発言を引き出すためにはエージェント自身の不完全性が重要であると考え、エー

*連絡先：関西大学総合情報
〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町2-1-1
E-mail: k991209@kansai-u.ac.jp

ジェントの理解レベルや苦しみを表すような『できない』の表現を検討する。少し知能が低いエージェントの性格設計を行うことで、ユーザからの説明行動を増やしたり、他者の手助けを上手に引き出しながら、「できない」ことでユーザのわからないにも寄り添うシステムを目指す。

そこで本稿は、エージェントが分からない状態を表現するにはどのようなふるまいが重要かを検証する。行動心理学では、手で顔や腕などに触れる仕草、目線の動きや落ち着きは自信のなさや不安を表出すると言われている [7] [8] [9]。そこで、腕を組むなどの考える姿勢 [7] をなどを参考にしながらエージェントの身体動作で「できない」という学習理解度や、不安感を表現できるか検証した。

3 ピア学習エージェントのふるまいに関する実験

本研究では、学習時の不安感や共感を表現し、ユーザの「わからない」に寄り添うエージェントのふるまいを決定するため、実験を3種実施した。

実験には、20-23歳(平均年齢:21.4歳, 標準偏差:0.97)の日本語を母国語として基本的なPC操作が可能な男性13名, 女性11名の計24名が参加した。

3.1 実験刺激

同級生の友達という関係を持つエージェントと、共に中学3年生の数学で習う三平方の定理を活用する課題を解く学習場面を設定し、それぞれふるまいを変化させた。実験刺激として、これを再現する10秒程度の動画を実験条件ごとに作成した。

3.2 実験手順

本実験は対面で実施し、その後 GoogleForms の Web サイトを用いて実験刺激映像とそれに対する評価項目を提示した。実験参加者はそれぞれ、ノート PC を使用した。実験参加者は実験前に実験内容に同意した者のみであった。手順は、まず初めに実験設定に関する説明を行った後、条件ごとに実験刺激を提示し質問項目に回答させた。

3.3 実験1

3.3.1 実験概要

共感的ふるまいにより、安心感を持たせることができるのか調査するため、エージェントのうなずきや体

の向きで表現する共感的ふるまいが学習者に与える影響検証を行った。

上記の手順に加え、動画視聴中、実験参加者に実際に会話をしている実感をしてもらうため、画面上にエージェントから「わかる?」という文字の問いかけが提示されると「わからない」と声に出し答えてもらった。

3.3.2 実験仮説

作業に応じた体の向きの変化やうなずきが、話を聞いている感覚を高め共感を示し、ユーザに安心感をもたらす、という仮説を設定した。

3.3.3 実験条件

要因 A: 体の向き (A/A1: A1: 同一方向で振り向きあり, A2: 向かい合わせ, A3: 同一方向で振り向きなし), 要因 B: うなずきのタイミング (B/B1: ランダム, B2: ユーザの発言後, B3: 無) の計 2 要因 9 条件の被験者内実験計画を実施した。

3.3.4 実験刺激

エージェントのうなずきが共感性に影響すると考え [10]、最も考慮されていたタイミング [4] に着目した。うなずきのタイミングを、B1 では、動画内でランダムにエージェントが平均4回うなずき、B2 では、ユーザの発言後2回うなずくよう設定した。また、体の向きは存在感に影響する [11] ことから、A1 ではこちらに振り向いて話しかける状況を、A2 ではユーザとエージェントが向き合って学習している状況、A3 では横に並んで学習している状況を体の向きで再現し、話を聞いている姿勢を表現し動画を作成した。

3.3.5 評価方法

以下に実験における評価項目を示す。存在感の印象を測る Q1, Q2, 安心感の印象を測る Q3, 共感性の印象を測る Q4 の全4項目の質問を行った。この質問項目に対しては Visual Analog Scale (VAS) 法を用い、0-99点 (0: 全くそう思わない, 99: とてもそう思う) で評価を求めた。

Q1 エージェントと共に学習しているように感じた

Q2 エージェントに親しみを感じた

Q3 安心感をもった

Q4 エージェントは共感的であった

表 1: 実験 1 共感表現 分散分析結果

	A			B			AB	
	F	p	多重比較	F	p	多重比較	F	p
Q1	6.571	.003*	A1>{A2,A3}	16.188	<.001*		1.905	.116
Q2	10.319	<.001*	A1>{A2,A3}	20.003	<.001*	{B1,B2}>B3	1.578	.208
Q3	7.059	.006*	A1>{A2,A3}	20.623	<.001*	{B1,B2}>B3	2.291	.066
Q4	5.51	.007*		35.852	<.001*	B2>B1>B3	1.126	.349

Note.* $p<.05$.

3.3.6 実験結果

実験により得られた各質問項目の回答値に対して、有意水準 $\alpha=0.05$ で二元配置分散分析を実施した。表 1 に分散分析結果、図 3.3.6 に平均値と標準偏差をそれぞれ示す。Q1 について、要因 A、要因 B 共に有意差が得られた。多重比較の結果、要因 A は $A1 > \{A2, A3\}$ が確認された。要因 B については、 $B1 > B3$ が確認された。Q2 について、要因 A、要因 B 共に有意差が得られた。多重比較の結果、要因 A は $A1 > \{A2, A3\}$ が確認された。要因 B については、 $\{B1, B2\} > B3$ が確認された。Q3 について、要因 A、要因 B 共に有意差が得られた。多重比較の結果、要因 A は $A1 > \{A2, A3\}$ が確認された。要因 B については、 $\{B1, B2\} > B3$ が確認された。Q4 について、要因 A、要因 B 共に有意差が得られた。多重比較を行った結果、要因 A は $A1 > A3$ が確認された。要因 B については、 $B2 > B1 > B3$ が確認された。

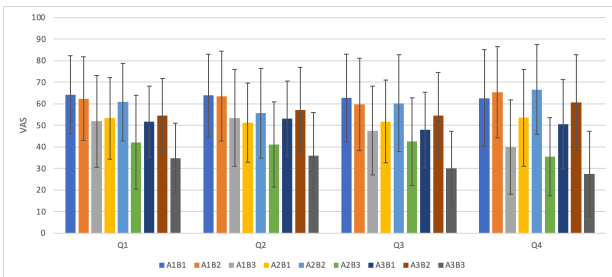


図 1: 実験 1 各条件の平均値と標準偏差

3.4 実験 2

3.4.1 実験概要

不安や理解度を表現し、学習者の「わからない」状況に寄り添うため、エージェントの不安感を出さるふるまいの表現方法の検討を行う。本稿では、考えている姿勢と無意識の身体動作に着目し、それぞれ検証した。

3.4.2 実験仮説

身体動作によって、わからない状態や、不安な状態を表現できる、という仮説を設定した。

3.4.3 実験条件

実験 2-1 では、考えている姿勢 [7] [8] に焦点を当て、要因 A：腕組み (A/A1：組む, A2：組まない), 要因 B：顔に触れる (B/B1：触れる, B2：触れない) の計 2 要因 4 条件の被験者内実験計画とし、実験 2-2 では、要因 A：目線 (A/A1：安定, A2：不安定), 要因 B：体動 (B/B1：落ち着いた, B2：落ち着きのない) の計 2 要因 4 条件の被験者内実験計画により評価した。

3.4.4 実験刺激

腕組みや顔に触れるしぐさと、目線の動きや体動の落ち着きに着目し、それぞれふるまいを設定した。腕組みと顔に触れる仕草はそれぞれ前半と後半に分け 5 秒間ずつ姿勢を保つよう設定した。目線は、凝視率により自信のなさを表すことから [9], エージェントの右側に提示する問題の凝視率を変化 ($A1: 80\%$, $A2: 20\%$) させた。

3.4.5 評価方法

以下に実験における評価項目を示す。存在感の印象を測る Q1, Q2, 安心感の印象を測る Q3, 共感性の印象を測る Q4, 理解度の印象を測る Q5, 不安感の印象を測る Q6 の全 6 項目の質問を行った。この質問項目に対しては Visual Analog Scale (VAS) 法を用い、0-99 点 (0: 全くそう思わない, 99: とてもそう思う) で評価を求めた。

- Q1 エージェントと共に学習しているように感じた
- Q2 エージェントに親しみを感じた
- Q3 安心感をもった
- Q4 エージェントに共感した
- Q5 エージェントは問題を理解しているように感じた
- Q6 エージェントは不安そうに見えた

3.4.6 実験結果

実験により得られたそれぞれのアンケート結果に対して、有意水準 $\alpha=0.05$ で分散分析を実施した。

実験 2-1 表 2 に分散分析結果、図 3.4.6 に平均値と標準偏差をそれぞれ示す。Q1 について、要因 A、要因 B 共に有意差が得られた。多重比較を行った結果、要因 A は $A1 > A2$ が確認された。要因 B については、 $B1 > B2$ が確認された。また、交互作用も確認された。A1 水準において $B1 > B2$ 、A2 水準において $A1 > A2$ 、B1 水準において $A1 > A2$ 、B2 水準において $A1 > A2$ となった。Q2 について、要因 A、要因 B 共に有意差が得られた。多重比較を行った結果、要因 A は $A1 > A2$ が確認された。要因 B については、 $B1 > B2$ が確認された。Q3 について、要因 A、要因 B 共に有意差が得られた。多重比較を行った結果、要因 A は $A1 > A2$ が確認された。要因 B については、 $B1 > B2$ が確認された。Q4 について、要因 A、要因 B 共に有意差が得られた。多重比較を行った結果、要因 A は $A1 > A2$ が確認された。要因 B については、 $B1 > B2$ が確認された。Q5 について、要因 A、要因 B 共に有意差が得られた。多重比較を行った結果、要因 A は $A1 > A2$ が確認された。要因 B については、 $B1 > B2$ が確認された。Q6 について、要因 A、要因 B のいずれにおいても有意差は得られず、交互作用も確認されなかった。

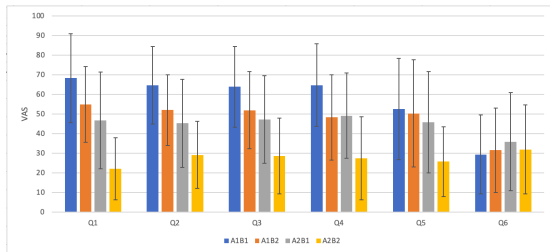


図 2: 実験 2-1 各条件の平均値と標準偏差

表 2: 実験 2-1 不安表現 分散分析結果

	A		B		AB		単純主効果
	F	p	F	p	F	p	
Q1	89.439	<.001*	26.573	<.001*	5.075	.034*	A(b1),A(b2),B(a1),B(a2)
Q2	25.112	<.001*	20.037	<.001*	0.294	.593	
Q3	18.849	<.001*	22.966	<.001*	0.982	.332	
Q4	21.48	<.001*	26.996	<.001*	0.594	.449	
Q5	12.064	.002*	9.294	.006*	4.153	.053	
Q6	0.659	.425	0.078	0.782	0.594	.449	

Note.* $p < .05$.

実験 2-2 表 3 に分散分析結果、図 3.4.6 に平均値と標準偏差をそれぞれ示す。Q1、Q2、Q3、Q4 について、要因 A、要因 B のいずれにおいても有意差は得られず、交互作用も確認されなかった。Q5 について、要因 A に

有意差が得られた。多重比較を行った結果、要因 A は $A1 > A2$ が確認された。また交互作用も確認された。A1 水準において $B1 > B2$ 、B2 水準において $A1 > A2$ が示された。Q6 について、交互作用が確認され、A2 水準において $B2 > B1$ 、B2 水準において $A2 > A1$ が示された。

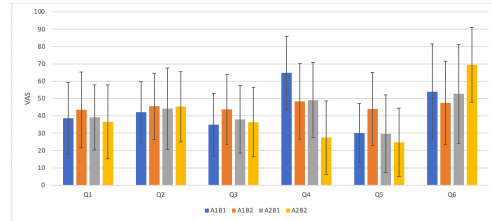


図 3: 実験 2-2 各条件の平均値と標準偏差

表 3: 実験 2-2 不安表現 分散分析結果

	A		B		AB		単純主効果
	F	p	F	p	F	p	
Q1	0.807	0.378	0.147	0.704	1.926	.179	
Q2	0.04	0.842	0.781	0.386	0.212	.649	
Q3	0.482	0.495	1.457	0.06	3.116	.091	
Q4	0.002	0.962	3.768	0.065	0.68	.418	
Q5	6.715	0.016*	2.081	0.163	6.997	.014*	A(b2),B(a1)
Q6	4.13	0.054	2.096	0.161	4.32	.049*	A(b2),B(a2)

Note.* $p < .05$.

4 考察

実験 1 では、作業に応じた体の向きの変化がありうなずきがあると、親しみやすさ、共に学習している感覚、安心感に効果があることが示された。これらのことから、仮説は支持された。多重比較を確認すると、Q1 の結果 ($B1 > B3$) より、ランダムにうなずくことで存在感により効果があることが示唆されている。これは、要因ごとうなずきの回数を統一せず、ランダムの方がうなずく回数が多かったことで、話を聞いてくれているという実感が高まり、存在するものとしての認識が他の要因よりも高くなったと考えられる。また、Q4 の結果 ($B2 > B1 > B3$) より、共感性の印象に対し、エージェントがユーザの発言後にうなずくとより効果が高まった。このような結果の理由として、カウンセラーのうなずきの実験 [4] でもあったように、話を聞き、内容に頷いてくれているという印象が高まり話に共感しているように感じたためと考えられる。これらから、うなずきのタイミングだけでなく回数も共感性に重要な要因であると示唆された。

実験 2-1 では、腕組みをする条件と顔に触れる条件で、理解度の印象への影響が確認された。しかし、不安感の印象を問う質問項目では両要因による影響は確

認められなかった。よって、今回実験した姿勢では理解度は表現できるが不安感は表現されず、仮説は一部支持される結果となった。原因として、姿勢表現に頻度や回数や速度など連続的な変化がなく前後状況との関係がわからないことや、学習文脈だったため感情的な理解よりも理解の様子に興味集中した可能性が考えられる。

実験 2-2 では、Q5 の結果から、目線の安定度合いが理解度を表現すると考えられる。また、多重比較 (A1>A2) より、安定しているとより理解している印象を与えることが示された。このことから、目線が安定しているとわかっている状態、不安定だとわかっている状態を表現できると考えられる。Q5、Q6 の交互作用の結果より、目線が不安定かつ体動に落ち着きがない場合、不理解度や不安度を示せることが示唆された。これらの結果より、仮説は一部支持された。

5 おわりに

本研究では、個々の「わからない」に寄り添うことを目的とし、共感や不安を表出するエージェントと協働的に対話し課題に取り組むシステム作成を目指した。そこで、エージェントの、共感や不安といった、ユーザの状況に合わせたふるまいがユーザに与える影響を調べるため、ふるまいを変化させたエージェントと問題文で構成された協働学習場面の動画を作成し検証した。その結果、ユーザの状況に合わせたうなずきや体の向きなどのふるまいは親しみや共感性を向上させ、ユーザに安心感をもたらすことが示唆された。不安感についても、目線の不安定さと落ち着き度合いで表現できることが示唆された。エージェントの動きに違和感が感じられるとの指摘もあり、エージェントのふるまいの自然さについても考える必要がある。今後は、今回の実験で設定したふるまいにより、学習モチベーションや学習理解度などにどのような影響があるのか、検証するため問題を実際に問題を解きながらの検証を行う。

謝辞

本研究は、一部科研費 19K12090, 22K19792, 23K11278, 21K11968, 21K03082, および、2022 年度関西大学若手研究者育成経費の研究課題「エージェントを用いた共感的音楽体験共有の価値創造に関する研究」の助成を受け実施しその成果を公表するものである。実験参加者の皆様に感謝する。

参考文献

- [1] 文科省. 個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実に関する. https://www.mext.go.jp/content/210330-mxt_kyoiku01-000013731_09.pdf, 2024/02/17.
- [2] 玉井康之, 川前あゆみ. 「令和の日本型学校教育」の社会背景と教育観の転換—少子化・小規模校化時代の個別最適で協働的な学びの展望—. 教育学の研究と実践, Vol. 18, pp. 2–11, 2023.
- [3] 鈴木郁. 教師の資質向上を目的とした共感研究の必要性. 名古屋大学大学院教育発達科学研究科紀要. 心理発達科学, Vol. 53, pp. 85–96, 2006.
- [4] 玉瀬耕治, 石田恵利子. カウンセラーのうなずきの量に関する実験的研究. 奈良教育大学教育研究所紀要, Vol. 31, pp. 157–169, 1995.
- [5] 岡田美智男. 人とのかかわりを指向する 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.
- [6] 林勇吾. Web 上での教育用会話エージェントとの説明活動における学習者の確信度推定: 個人特性と課題活動量に着目した検討. ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 22, No. 3, pp. 263–270, 2020.
- [7] 須田昂宏. 授業における学習者の表出行動をどのようにして意味づけるか—研究方法に焦点をあてた先行研究のレビューから—. 教育論叢, Vol. 57, pp. 3–12, 2014.
- [8] 寿二三輪, 橘夫根本. 非言語的コミュニケーションに及ぼす特性不安の影響. 千葉大学教育学部研究紀要. 第 1 部, Vol. 42, pp. 21–41, 1994.
- [9] 深山篤, 大野健彦, 武川直樹, 澤木美奈子, 萩田紀博. 擬人化エージェントの視線による印象操作. インタラクション, Vol. 2002, pp. 93–100, 2002.
- [10] Tomio Watanabe, Masashi Okubo, Mutsuhiro Nakashige, and Ryusei Danbara. Interactor: Speech-driven embodied interactive actor. *International Journal of Human-Computer Interaction*, Vol. 17, No. 1, pp. 43–60, 2004.
- [11] 鈴木聡, 森島泰則, 中村美代子, 槻館尚武, 武田英明. 身体化エージェントの身体方向・登場位置がユーザに与える影響. 知能と情報, Vol. 20, No. 4, pp. 513–525, 2008.