

# 認知的徒弟制理論による教育支援ロボットが及ぼす効果

## Effect of Educational-Support Robot Based on Cognitive Apprenticeship Theory

宮内 建弥\*<sup>1</sup>  
Kenya Miyauchi

ジメネスフェリックス\*<sup>1</sup>  
Felix Jimenez

吉川 大弘\*<sup>1</sup>  
Tomohiro Yoshikawa

古橋 武\*<sup>1</sup>  
Takeshi Furuhashi

\*<sup>1</sup>名古屋大学大学院工学研究科  
Graduate School of Engineering Nagoya University

Recently, educational-support robots, which support learning attract many people's attentions. In previous research the robot teaches how to solve some questions only. However, it is difficult for learners to improve their applied skill and inquiring mind, because it cannot prompt learners to deliberate. Thus, this study develops a robot which support based on cognitive apprenticeship. The previous study reported that teaching based on cognitive apprenticeship can prompt learners to deliberate in pedagogy. Therefore, learner who was taught based on cognitive apprenticeship can be improved the applied skills and inquiring mind. In this paper, we investigate learning effect and impression effect of learners for the robot which support based on cognitive apprenticeship.

### 1. はじめに

近年、教育現場においてサポートを行う、教育支援ロボットに対する注目度が高まっている [1][2]. 教育支援ロボットには、教師のように学習者へ教示を行う「教師型ロボット」 [3] が存在する. 従来研究において、ロボットは学習者に対して問題の解き方や学習方法を教示のみを行う [4]. しかしながら、学習者がロボットから教示を受けるだけでは、学習者は問題に対して熟考することが難しい. そのため、学習者は問題に対する応用力や、学習に対する探求心の向上を促せない可能性がある. 教育学の分野において、認知的徒弟制理論に基づき、教師が学習者に対して教示を行うことで、学習者の応用力や探求心の向上を促せると報告されている [5][6]. 認知的徒弟制理論は、6段階の支援方法により構成され、学習者の学習状況に合わせて、支援方法を変える教育理論である. 教師型ロボットにおいても、認知的徒弟制理論に基づき、学習支援を行うことで、学習者の応用力や探求心の向上を促すことができると考える. そこで、本研究では、学習者が問題を解きながら学習する状況下において、認知的徒弟制理論に基づいて学習支援を行う教師型ロボットを開発する. 本稿では、認知的徒弟制理論に基づいて、ロボットが学習支援を行うことで、学習者に及ぼす学習効果および印象について検討する.



図 1: Sota

### 2. 認知的徒弟制理論

認知的徒弟制理論は、下記の6段階で構成されている.

- (1) Modeling : 指導者は、学習者に問題の解き方を教示する.
- (2) Coaching : 指導者は、教示した問題の解き方を学習者が実践できるようなヒントを提供する.
- (3) Scaffolding and Fading : 指導者は、学習者が自身の能力だけで問題を解くように促す. また、指導者は、学習者が困っている場合には、Coachingと同じヒントを提供する.
- (4) Articulation : 指導者は、学習者に問題を解くまでの思考過程を説明するように促す.
- (5) Reflection : 指導者は、他の解き方を教示し、学習者に、自身の問題を解くまでの思考過程を検討するように促す.

(6) Exploration : 指導者は、学習者に新たな学習内容へ挑戦することを促す.

これら6段階の支援を切り替えることで、問題に対する応用力が身に付くことができると示唆されている. また同時に、自分の力で問題を解くことの楽しさを実感することで、探求心の向上につながる可能性があるとし唆されている.

### 3. ロボットの学習支援モデル

本ロボットが行う学習支援方法は、認知的徒弟制理論の(1)から(3)段階目の学習支援である. 具体的には、1問目の問題については、ロボットはModelingによる学習支援を行う. この段階では、ロボットは、学習者に問題の解き方を教示する. 類似問題の2問目については、ロボットはCoachingによる学習支援を行う. この段階では、Modelingの段階で教示した問題の解き方を学習者が実践できるようなアドバイスを提供する. 3問目以降では、ロボットは、Scaffolding and Fadingによる学習支援を行う. この段階では、ロボットは基本的に学習者を見守り、学習者がヒントを要求した場合のみ、問題の解き方に関するヒントを提供する. 段階の切り替えについては、問題を正解したら次の段階に移り、間違えた場合は前の段階に戻るという形で切り替えを行う.

連絡先: 名古屋大学大学院工学研究科, 〒464-0814 愛知県名古屋千種区不老町, miyauchi@cplx.cse.nagoya-u.ac.jp

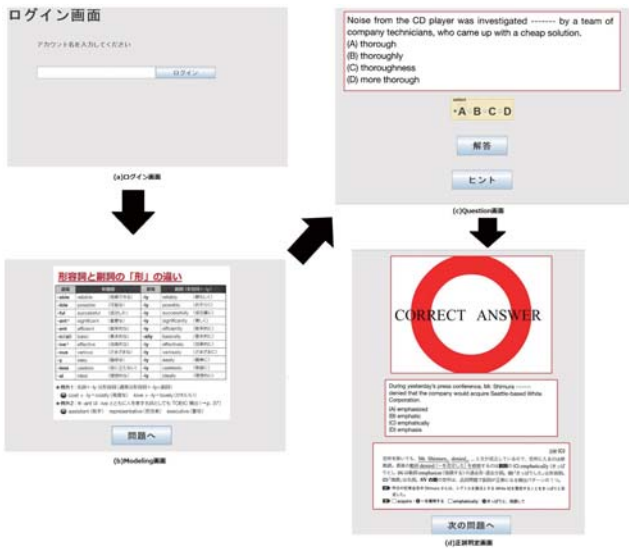


図 2: 画面インターフェース



図 3: 画面インターフェース 2

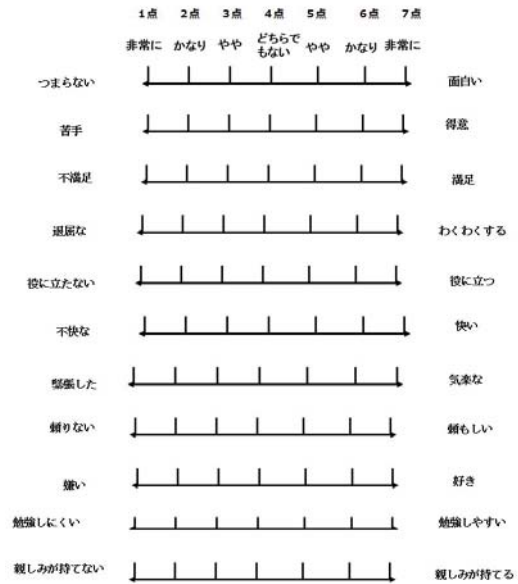


図 4: アンケート項目

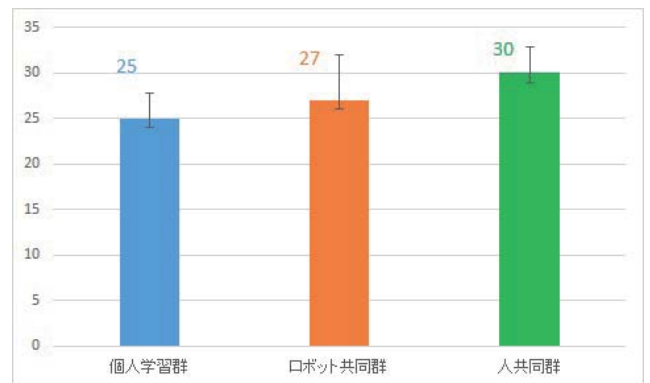


図 5: 向上点の平均

## 4. 実験

### 4.1 方法

実験には、ロボット Sota(図 1) と画面インターフェース(図 2)を用いた。Sota は、発話や身体動作が可能であり、首の自由度が 3、両腕の自由度が 4、胴体の自由度が 1 であり、合計 8 の自由度を持つ。これにより、多様な身体動作が可能なロボットである。画面インターフェースは、開始のボタンを押すと 1 段階目の Modeling にあたる内容を表示し、その後、問題が表示され、正解・不正解によって Coaching や Scaffolding and Fading にあたる内容を表示する。この画面インターフェースに合わせてロボットを遠隔操作し、学習支援を行う。実験には、ロボットと共に学習を行う群「ロボット共同群」、画面インターフェースを用いて、個人で学習を行う群「個人学習群」、ロボットと同じ学習支援を行う人間と共に学習を行う群「人共同群」の比較実験を実施する。個人学習で用いる画面インターフェース 2(図 3)は、他群で与えられる情報に差がないようにするため、「テクニック」、「アドバイス」、「ヒント」の 3 つのボタンを用意した。テクニックボタンを押すと Modeling にあたる内容を、アドバイスボタンを押すと Coaching にあたる内容を、ヒントボタンを押すと Scaffolding and Fading にあたる内容を表示する。これらのボタンは学習者が任意で押すことが

できる。学習科目は、TOEIC の文法問題を 60 問用意し、理系大学院生 12 名を被験者とした。1 群 4 名とし、それぞれの群で学習してもらった。被験者には、実験に用いる学習問題で構成されている事前テストを実施し、群ごとの学習能力が均一になるように群へ振り分けた。学習時間は約 30 分であり、学習後、被験者にはアンケートを実施した。また、数日空けてから被験者には事後テストを実施した。事後テストは事前テストと同じ問題である。さらに事前・事後テストの問題と異なる類似問題で作成した応用力テストも実施した。

### 4.2 評価基準

本実験では、学習効果の向上として、事後テストの点数から事前テストの点数を引いた向上点を学習効果の評価基準とした。また応用力テストの点数を応用力が身についたかの評価基準とした。そのほかに、各群における学習の印象について、印象の定量的評価方法である SD 法 [7][8] に基づくアンケートで評価した。SD 法によるアンケート(図 4)では、最左側の「非常に」を 1 点として、右側に 1 つ移動するにつれて 1 点ずつ加点し、1~7 の評点で数値化した。アンケートは「面白い/つまらない」、「得意/苦手」、「満足/不満足」などの 11 項目と自由記述を設けた。

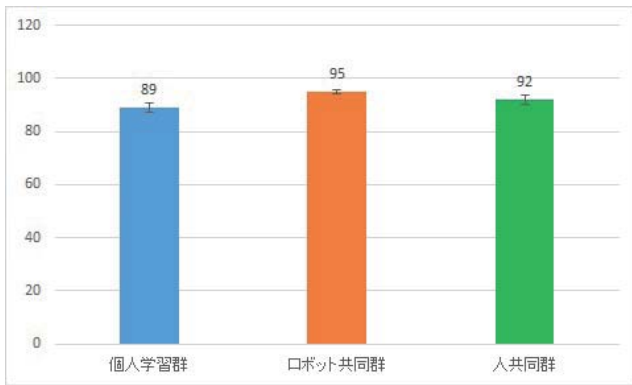


図 6: 応用力テストの点数の平均

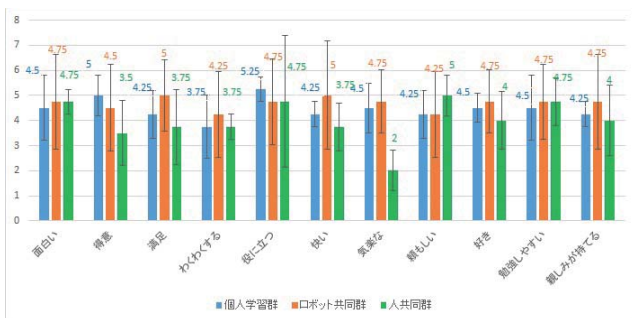


図 7: アンケート結果

#### 4.3 結果

図 5 に各群における向上点の平均点を示す。図 6 に各群における応用力テストの点数の平均点を示す。図 7 には SD 法によるアンケートの各項目における評価値の平均点を示す。図 5 の結果から、向上点において、人共同群が、他群に比べて高いことがわかる。図 6 の結果から、ロボット共同群の応用力テストは他群に比べて高いことがわかった。図 7 からは、「役に立つ」、「得意」の項目は個人学習群が、「頼もしい」の項目は人間共同群が、「満足」、「わくわくする」、「快い」、「気楽な」、「好き」、「親しみが持てる」の項目はロボット共同群が高い結果となった。しかしながら、向上点、応用力テストの点数、SD 法の各項目における評価点において、統計的な有意差は認められなかった。

#### 5. 考察

図 5, 図 6 の結果から、認知的徒弟制理論に基づき、教示を行う学習支援は、認知的徒弟制理論に基づかない学習支援に比べ、学習者の学習効果や応用力を向上させる可能性がある。図 7 の結果から、「満足」、「わくわくする」、「快い」、「気楽な」、「好き」、「親しみが持てる」の項目における評価点は、ロボット共同群が他群に比べ高い。そのため、ロボットとの学習は、同じ学習支援を行う人間との学習や個人学習と比べて、楽しく学習することができる可能性があると考えられる。「頼もしさ」の項目では、人共同群がロボット共同群を上回っており、「気楽な」の項目に関しては、ロボット共同群は人共同群に比べて高い。そのため、同じ学習支援を行う状況では、人間に比べるとロボットの方が、頼もしさには欠けるが、より緊張感を生み出すことなく、リラックスして学習できる可能性があると考えられる。

#### 6. おわりに

本稿では、認知的徒弟制理論に基づき、ロボットが学習支援を行ったことで、学習者に及ぼす学習効果および印象を検討した。学習効果については、認知的徒弟制理論に基づき学習支援を行うことは、学習効果を向上させる可能性があるとし唆した。また印象については、ロボットと同じ学習支援をする人間と比べると、ロボットによる学習支援は、気楽で楽しく学習ができる傾向があることがわかった。今後は、被験者を中学生など年齢の低い被験者を対象にして、認知的徒弟制理論に基づきロボットが学習支援を行うことでの学習者に及ぼす学習効果についてさらに検討をしていく。

#### 7. 謝辞

本研究は、文部科学省科学研究費 (若手研究 (B), No.17K12766) の補助を得て遂行された。

#### 参考文献

- [1] N.Miyake, H.Ishiguro “Toward a Collaboratively Creative Society through Human-Robot Symbiosis” Journal of the Robotics Society of Japan, Vol.29, No.29, pp868-870, 2011
- [2] M, Shiomi, T, Kanda, I. Howly, K. Hayashio and N, Hagita, “Can a social Robot Stimulate Science Curiosity in Classrooms?”, International Journal of Social Robotics, Vol.7, No.5, pp641-652, 2015
- [3] O.H. Kwon, S.Y. Koo, Y.G. Kim and D.S. Kwon “Telepresence robot system for English tutoring”, IEEE Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts, 2010
- [4] H .Eonghye, J. Miheon, J. Vicki and H. Jo “Comparative Study on the Educational Use of Home Robots for Children”, Journal of Information Processing Systems, Vol.4, No.4, December 2008
- [5] A. Collins, J. S. Brown and S. Newman, “Cognitive apprenticeship :teaching the craft of reading, writing and mathematics”, Essays in Honor of Robert Glaser, Ebaum, HiLLsdale NJ, 1989
- [6] S. Lajoie and A. Lesgod “Apprenticeship training in the workplace :computer coached practice environment as a new form of apprenticeship” Machine Mediated Learning, No.3, pp, 7-28, 1989
- [7] Osgood, C. E, Suci, G.J. & Tannenbaum, P.H. “The Measurement of Meaning”, Univ. of Illinois Press. Urbana. 1957
- [8] M. Inoue, T, Kobayashi “The research domain and scale construction of adjective-pairs in a semantic differential method in japan”, Japanese Association of Educational Psychology, Vol.33, pp253-260, 1985