

学習者の復習においてロボットとの共同学習が及ぼす効果

Effects of Collaborative Learning with Robots in Learner's Review

ジメネス フェリックス *1

Felix Jimenez

加納 政芳 *2

Masayoshi Kanoh

早瀬 光浩 *3

Mitsuhiro Hayase

田中 貴紘 *4

Takahiro Tanaka

金森 等 *5

Hitoshi Kanamori

*1名古屋大学大学院 工学研究科

Graduate School of Engineering, Nagoya University

*2中京大学 工学部

School of Engineering, Chukyo University

*3豊橋創造大学 経営学部

Faculty of Business Administration, Toyohashi Sozo University

*4*5名古屋大学 未来社会創造機構

Institutes of Innovation for Future Society, Nagoya University

Recently, more educational-support robots, which support learning, are paid attention to. One previous study investigated the effect of the robots which teaches the learning content to learners. Another previous study developed the robots which alternately solves the questions with learners. Most previous study focused on the effects of the robots for learners who learns unknown learning contents. Thus, we did not know the learning effect of the robots for learners reviews the learning content that learners learned once. This paper researches the effects of the robots in the collaborative learning with learners who reviews the learning content. The learners solves the questions that were presented by the learning system in the collaborative learning with the robots.

1. はじめに

近年、ロボットの新たな活躍の場として、教育現場が注目されている [三宅 11]. 教育支援ロボットの研究では、教師の役割を想定した教師型ロボットと、学習者と共に学ぶパートナー型ロボットの2つに分かれる. 教師型ロボットの研究事例として、Hanら [Han 08] は、IROBOIという腹部がモニターとなるロボットを用いて、ロボットが子どもに英語を教示する学習実験を行った. その結果、既存の e-learning や教科書を用いた学習手法に比べ、ロボットを用いた手法では、子どもの英語学習に対する集中度や学習効果を高めることができることが示唆された. またパートナー型ロボットの研究事例として、小泉ら [小泉 11] は、Lego ブロックによる車ロボットの組み立てや、その動きを制御するプログラミングを、子どもたちが話し合いながら学ぶ状況に、ロボットを「見守り役」として導入した. ロボットは、単に子どもたちの行動を管理するのではなく、管理しつつ子どもたちの努力を誉めるなど、社会的にポジティブな関係を持つとする見守り役である. その結果、子どもたちが積極的にロボットに関わるようになり、子どもたちの協調学習も活発化する傾向が見出され、学習意欲の向上が示唆された.

従来研究の多くは、未知の学習内容を学習する学習者に対して、教育支援ロボットが与える学習効果を検証している. しかしながら、一度学習した内容を復習する学習者に対して、教育支援ロボットが与える学習効果を検証した事例はない. 学習した内容をより記憶に定着させるには、復習も重要な要因の一つであり、大学生が個別に学内の講義を復習できる個別復習システムに関する研究報告 [土肥 00] もある. 著者らは、復習においてもロボットと共に復習することで、学習内容をより記憶に定着させることを促せるのではないかと考えている.

そこで本稿では、学習者がロボットと共に一度学習した内容を復習した場合に、ロボットが学習者に与える効果を検証する. 学習者は、学習システムから提示される問題を解きながらロボットと共に復習する. 学習者は一度学習内容を復習するた



図 1: Ifbot の外観

め、ロボットには問題の解き方のヒントのみを提供する動作を実装する. 実験では、常にヒントを提供するロボットと学習者が共に復習する群、要求時にヒントを提供するロボットと学習者が共に復習する群、常にヒントを提供する学習システムを用いて復習する群、要求時にヒントを提供する学習システムを用いて復習する群、そして、ヒントを一切提供しない学習システムを用いて復習する群の5つで比較実験を実施する. これにより、復習においてロボットおよびヒントの有効性を検証する.

2. ロボットの概要

ロボットには、教育支援ロボットの研究分野 [ジメネス 17] にも使用され、多様な表情を表出できる会話型コミュニケーションロボット “Ifbot” (図 1) を用いる. 本稿では、学習者が学習システムで提示される問題を解きながら復習する実験を実施する. そこで Ifbot 内部に学習システムを実装することで、学習システムと連動させることが可能となる.

連絡先: ジメネス フェリックス, 名古屋大学大学院工学研究科,
felix@cse.nagoya-u.ac.jp

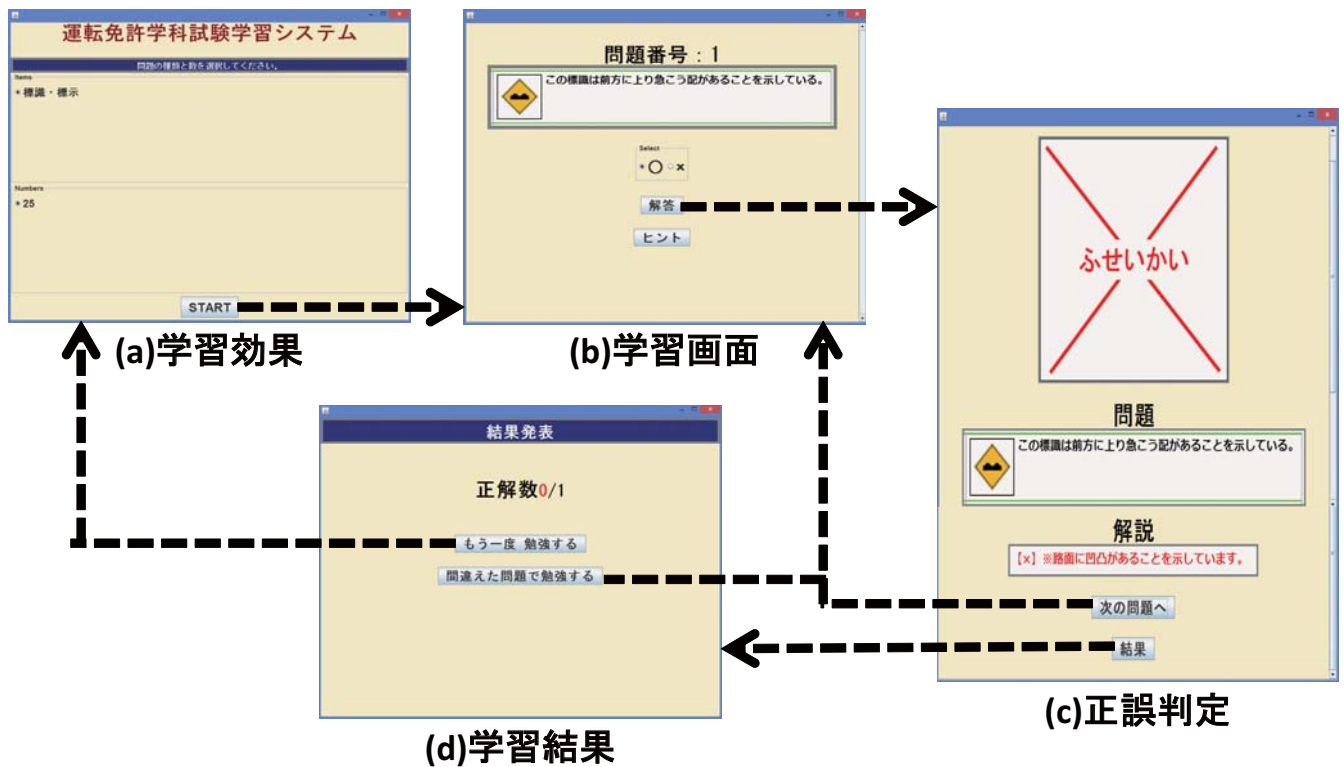


図 2: 学習システム

ロボットには下記の二つの動作を実装し、実験の群に応じて動作を実行するように設定する。また本実験では、運転免許学科試験における標識・標示問題 [運転免許模擬問題集] を教材として使用する。そのため、ロボットが提供するヒント内容は、「この標識には、P という文字が書かれているね。どういう意味だと思う」などと、標識・標示に描かれている絵や字を説明する内容である。

(1) 常時ヒント提供動作

ロボットは、学習システムにおいて問題が提示された時、口部分を閉する表情を表出しながら、「この標識には、〇〇が書かれているね。」などと発話し、学習者へヒントを提供する。

(2) 要求時ヒント提供動作

ロボットは、学習者が学習システムにあるヒントボタンを押下した際に、口部分を閉する表情を表出しながら、「この標識には、〇〇が書かれているね。」などと発話し、学習者へヒントを提供する。

3. 実験

3.1 方法

本実験では、学習者を 5 つの群 (ロボット共同群 (ヒント常時, ヒント要求時), 単独学習群 (ヒント常時, ヒント要求時, ヒントなし)) に振り分けて、学習効果を比較する実験を実施する。ロボット共同群 (ヒント常時) では、学習者は常時ヒント提供動作のみ実行するロボットと共に学習する。ロボット共同群 (ヒント要求時) では、学習者は要求時ヒント提供動作のみ実行するロボットと共に学習する。単独学習群 (ヒント常時) では、ロボットのように常時ヒント提供動作が設定された学習

システムを用いて学習者が単独で学習する。単独学習群 (ヒント要求時) では、ロボットのように要求時ヒント提供動作が設定された学習システムを用いて学習者が単独で学習する。単独学習群 (ヒントなし) では、ヒントを一切提供しない学習システムを用いて、学習者が単独で学習する。

本実験では、復習における教育支援ロボットが与える学習効果を調査するために、運転免許学科試験模擬問題集における標識・標示問題 [運転免許模擬問題集] を教材として使用した。そして、実験に参加する学習者は、普通運転免許証を所持してから、1 年～7 年経過した大学生・大学院生 50 名 (男性 25 名, 女性 25 名) である。これらにより、本実験では学習者に対して一度学習した内容を復習するという環境を整えた。

50 名の学習者を、「ロボット共同群 (ヒント常時)」10 名 (男子 5 名, 女子 5 名), 「ロボット共同群 (ヒント要求時)」10 名 (男子 5 名, 女子 5 名), 「単独学習群 (ヒント常時)」10 名 (男子 5 名, 女子 5 名), 「単独学習群 (ヒント要求時)」10 名 (男子 5 名, 女子 5 名), 「単独学習群 (ヒントなし)」10 名 (男子 5 名, 女子 5 名) にそれぞれ振り分けた。各群の学習者には、学習システムで提示される問題 25 問を 2 回解くように指示した。

本実験では、減少点を算出することで、学習者が復習した内容をどれくらい記憶しているかを評価する。減少点を y , 事前テストを x , 事後テスト 1 を z_1 , 事後テスト 2 を z_2 とすると、減少点は下記の計算式で算出される。

$$y = (z_2 - x) - (z_1 - x)$$

事前テストは実験日の 1 週間前に、事後テスト 1 は実験日の 1 週間後に、事後テスト 2 は実験日の 2 週間後に実施する。事前、事後テスト 1, 2 に出題される問題は学習システムと同様の問題であり、25 問で構成される。

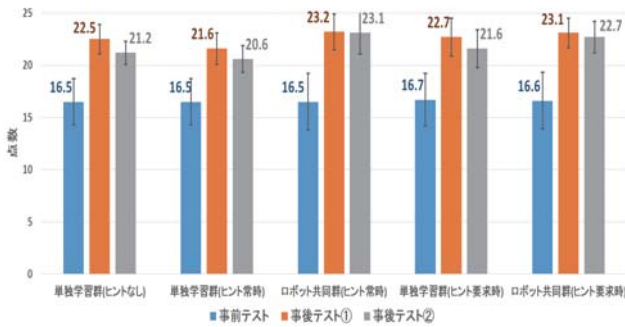


図 3: 各群の事前, 事後テスト 1, 2 の平均点

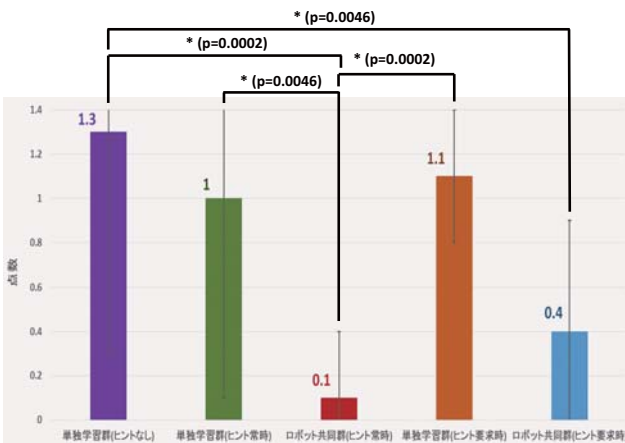


図 4: 各群の減少点の平均

3.2 学習システム

本実験で使用する学習システムについて説明する。本システムの操作手順について説明する。まず、ログインすると、学習項目と問題数を選択する画面が現れる(図 2(a))。今回の学習システムでは、学習項目は「標識・標示」のみで構成される。学習項目の下の問題数において、「25」を選択する。学習項目と問題数を選択して「START」をクリックすると、図 2(b)のような学習画面が現れ、学習を始めることができる。学習者は問題を解き、選択肢から解答を選択した後、「解答」をクリックする。また、「ヒント」を押下すると、問題の解き方のヒントを音声にて提供される。このヒントボタンは、ロボット共同群(ヒント要求時)と単独学習群(ヒント要求時)の学習システムのみに表示される。ロボット共同群(ヒント要求時)と単独学習群(ヒント要求時)の学習者には、ヒントが必要な場合はヒントボタンを押下するようにと指示した。解答後、図 2(c)のように、正解または不正解が表示される。このとき、表示された問題とその解説も併せて表示される。「次の問題へ」をクリックすると次の問題の画面に遷移する。「結果」をクリックする、または全問題を解答し終わると、図 2(d)のように正解数が表示される。図 2(d)で「間違えた問題で勉強する」を選択すると、間違えた問題で学習を行うことができる。また、「もう一度勉強する」を選択すると、学習項目の選択ページ(図 2(a))に戻る。

3.3 結果

図 3 に各群の事前, 事後テスト 1, 2 の平均点を, 図 4 に各群の減少点の平均を示す。図 3, 4 において, 左から単独学習群(ヒントなし), 単独学習群(ヒント常時), ロボット共同群(ヒント常時), 単独学習群(ヒント要求時), ロボット共同群(ヒント要求時)である。図 3 から, 各群の事前テストの平均には大きな点数の差はないことがわかる。そのため, 学習前の各群における学習内容に関する知識は等質であったと考える。図 4 から, 減少点はロボット共同群(ヒント常時)が最も低く, 次いでロボット共同群(ヒント要求時), 単独学習群(ヒント常時), 単独学習群(ヒント要求時), 単独学習群(ヒントなし)の順であることがわかる。各群間において実験後から学習内容をどれくらい記憶しているかを統計的に評価するため, 各群の減少点に対して分散分析による検定を実施した。その結果, 各群間において減少点に有意差が認められた (F 値 = 5.186, 自由度 (4, 45), p 値 = 0.0016 *)。そして, 下位検定であるヘイター・フィッシャーの改良法を実施したところ, 図 4 に示すようにロボット共同群(ヒント常時)と単独学習群(ヒントなし), ヒント常時, ヒント要求時, ロボット共同群(ヒント要求時)と単独学習群(ヒントなし)において有意差が認められた。これらのことから, ロボット共同群(ヒント常時)の学習者は, 単独学習群(ヒントなし, ヒント常時, ヒント要求時)の学習者に比べて, 復習した内容を記憶していることが示唆できる。

4. 考察

学習者が問題を解きながら復習するという学習環境において, 常にヒントを提供するロボットとの共同学習は, 三種類の学習システム(常にヒントを提供する場合, 学習者の要求時にヒントを提供する場合, ヒントを一切提供しない場合)による単独学習に比べて, 復習した内容を記憶していることが示唆できる。しかしながら, 常にヒントを提供するロボットとの共同学習と, 学習者の要求に応じてヒントを提供するロボットとの共同学習においては, 復習した内容をより記憶させる効果にして違いはなかった。

常にヒントを提供するロボットとの共同学習が, 三種類の学習システムとの単独学習に比べて学習者の復習に対して効果的に働いたのは, ロボットの人を引き付ける存在感 [石黒 07] が要因であると考えられる。従来研究 [Shiomi 07] では, ロボット科学館における展示品の説明をロボットが行うと, 子どもはロボットの説明を聞き, 展示品に対して興味を持ち始める傾向があることを示している。教育支援ロボットにおいても, 未知の学習内容を学習する状況において, 学習者はロボットから提供される情報を聞き, 学習効果を向上させる傾向があることも示唆されている [?]。本実験においても, 学習者は, 学習システムに比べてロボットから常に提供されるヒントをしっかりと聞き, 復習した内容を記憶したと考える。実際, 常にヒントを提供する学習システムと比べて, 常にヒントを提供するロボットとの共同学習における減少点は低く, 学習者は復習した内容を記憶していることが推察できる(図 4)。

一方, 常にヒントを提供するロボットとの共同学習と, 学習者の要求に応じてヒントを提供するロボットとの共同学習においては, 学習者の復習に及ぼす学習効果に違いがなかった。ロボット共同群(ヒント要求時)におけるヒント使用回数を分析したところ, 平均 3.5(±1.5)回と極めて低かった。しかしながら, 実験後にロボット共同群(ヒント要求時)の学習者に対して, ヒントボタンをどのような時に使用したかを質問したところ, 「わからない問題のときに使用した」, 「悩んだ問題の

ときだけ使用した」という意見が多かった。また、ロボット共同群(ヒント常時)の学習者に対して、ロボットから提供されるヒントを聞いていたかを質問したところ、「常に聞いていたけど、わからない問題は特に真剣に聞いた」、「聞いていた。特に悩む問題は、真剣に聞いた気がする」という意見があった。これらより、ロボット共同群(ヒント要求時)とロボット共同群(ヒント常時)において、学習者の学習環境とヒントの活用状況が同じであったため、学習者の復習に及ぼす学習効果にも違いがなかったと考える。

5. おわりに

本論文では、学習者がロボットと共に一度学習した内容を復習した場合に、ロボットが学習者に与える効果を検証した。学習者は、学習システムから提示される問題を解きながらロボットと共に復習する。学習者は一度学習内容を復習するため、ロボットには問題の解き方のヒントのみを提供する動作を実装した。実験では、常にヒントを提供するロボットと学習者が共に復習する群(ロボット共同群(ヒント常時)), 学習者の要求時にヒントを提供するロボットと学習者が共に復習する群(ロボット共同群(ヒント要求時)), 常にヒントを提供する学習システムを用いて復習する群(単独学習群(ヒント常時)), 学習者の要求時にヒントを提供する学習システムを用いて復習する群(単独学習群(ヒント要求時)), そして、ヒントを一切提供しない学習システムを用いて復習する群(単独学習群(ヒントなし))の5つで比較実験を実施した。これにより、復習においてロボットおよびヒントの有効性を検証した。

実験結果から、ロボット共同群(ヒント常時)の学習者は、単独学習群(ヒントなし, ヒント常時, ヒント要求時)の学習者に比べて、復習した内容を記憶していることが示唆された。しかしながら、ロボット共同群(ヒント常時)とロボット共同群(ヒント要求時)間では、記憶の定着において有意差が認められなかった。

今後は、画面上のエージェントと比較し、ロボットが学習者の復習において与える学習効果を検証する。また、運転者が自身の運転を振り返るといった復習においても、ロボットが及ぼす学習効果について検証していく。

謝辞

本研究は、名古屋大学エージェントを介した運転支援プロジェクトの補助を得て遂行された。

参考文献

- [土肥 00] 土肥 紳一, 大井 尚一, 個別復習システムを備えたコンピュータ入門教育, 工学教育, vol.48, no.4, pp.2-8 (2000)
- [Han 08] J.Han, M.Jo, V.Jones and J.H.Jo, “Comparative study on the educational use of home robots for children,” Journal of Information Processing Systems, vol.4, no.4, pp.159-168 (2008)
- [石黒 07] 石黒 浩: アンドロイドサイエンス -人間を知るためのロボット研究-, 毎日コミュニケーションズ (2007)
- [ジメネス 17] ジメネスフェリックス, 吉川大弘, 古橋武, 加納政芳, 中村剛士, Learning by Teaching を促すロボットと発達障害の可能性を持つ児童との共同学習による学

習時間増加の可能性, 人工知能学会論文誌, vol.32, no.5, pp.A-H11-1-11 (2017)

[小泉 11] 小泉智史, 神田崇行, 宮下敬宏, ソーシャルロボットを用いた協調学習実験, 日本ロボット学会誌, vol.29, no.10, pp.902-906 (2011)

[三宅 11] 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)

[Shiomi 07] M. Shiomi, T. Kanda, H. Ishiguro, and N. Hagita, “Interactive humanoid robots for a science museum,” IEEE Intelligent Systems, vol.22, no.2, pp.25-32 (2007)

[運転免許模擬問題集] 運転免許学科試験模擬問題集 (2017)
<http://menkyo-web.com/>.