

人工知能による自律性支援が児童の学習効果に与える影響

同志社大学大学院心理学研究科 江 聚 名
同志社大学心理学部 田 中 あゆみ

The Effects of Autonomy Support from Artificial Intelligence on Juvenile's Learning Achievement

Graduate School of Psychology, Doshisha University, JIANG, Juming
Faculty of Psychology, Doshisha University, TANAKA, Ayumi

要 約

近年、教育現場における人工知能の応用が注目されており、どのような人工知能がより効果的に学習支援を行うことができるのかについての検討が急務であるといえる。教育心理学において、自律性支援は生徒の学習に対する動機づけや学業成績の向上に繋がるのが数々の研究によって証明されてきた。人工知能を用いて学習支援を行う場合でも、このような仕組みを取り入れる必要があると考えられるが、これまでの研究では検討されていない。本研究は自律性支援を行う人工知能が生徒の学習効果にどのような影響を与えるのかを探索的に検討することを目的とした。

本研究では小学生7名を対象として、人工知能による自律性支援が内発的動機づけ、不安及び心理的欲求充足に及ぼす影響を人間による自律性支援の効果と比較した。また、児童が実験中の身体と生理的反応を測定した。

【キー・ワード】 自律性支援, 人工知能, 英会話

Abstract

In the past decade, the application of Artificial Intelligence (AI) in the education domain has drawn considerable attention, knowing what kind of AI can support students' learning more efficiently is necessary. In the field of educational psychology, the positive effects of autonomy support on students' learning motivation and academic achievement have been proved by numerous studies. When we apply AI in supporting students' learning, the mechanism of autonomy support should also be considered as a part of its' structure. However, no previous study has focused on this issue by far. In the present research, we aimed to exploratory examine the effects of autonomy support from AI on juvenile's learning achievement.

In the present study, 7 elementary school students have participated and how autonomy support from AI on their intrinsic motivation, anxiety and psychological needs satisfaction were

examined. We also compared the effects of autonomy support from AI with the effects of autonomy support from real-life human being.

【Key words】 Autonomy Support, Artificial Intelligence, English Conversation

問題と目的

これからの社会を支える次の世代に求められるのは、確かな学力、豊かな心と健やかな体であり、これを実現するには自律的な学習意欲を育む教育環境を構築することが必要である（中央教育審議会, 2017）。自律的な学習意欲を育む代表的な方法として、教師や親による自律性支援が挙げられる。自律性支援とは、選択の自由や論理的な根拠を与え、ネガティブな感情にも共感するといった行動である（Deci & Ryan, 2000）。自律性支援は、自ら行動を選択し、実行したいという自律性に対する欲求だけではなく、ある行動をうまくできるようになりたいという有能感に対する欲求、他の人と親密に関わりたいという関係性に対する欲求も充足する（Niemiec, Ryan & Deci, 2009）。その結果として、自律的な学習意欲が向上するとされる（Black & Deci, 2000）。

自律性支援を行うには、生徒それぞれのニーズや需要に対応することが重要であるため、教師にとって膨大な時間と労力の投入が必要となる。しかし、日本の教員の平均労働時間は経済協力開発機構 34 カ国の中で最も長く、学級規模に関しては過疎地を入れても 2 番目に大きい（OECD, 2019）。この現状では、教師自身のウェルビーイングにネガティブな影響をもたらすだけではなく、生徒に自律性支援を行うことがさらに困難であることが問題である。そのため、教師をサポートできる資源の導入が急務である。

近年では、人工知能（Artificial Intelligence, AI）による学習支援に注目が集まっている。例えば、東京都、京都府の中学・高校では英語学習 AI ロボット「Musio」が導入され（山田, 2019）、さらに京都府宇治市では 2019 年度から、全市立小学校に人型ロボット「Pepper」を導入するという動向が見られる（産経新聞, 2019）。もし AI が人間のように自律性支援をすることができれば、教師の負担を軽減できると考えられるが、AI による自律性支援は生徒の学習意欲を向上できるかどうか不明である。そこで本研究では、自律性支援を行う人工知能が児童生徒の学習効果にどのような影響を与えるのかを、英語学習を題材に探索的に検討するために、人工知能による自律性支援が内発的動機づけ、不安及び心理的欲求充足に及ぼす影響を人間による自律性支援の効果と比較した。また、児童が実験中の身体と生理的反応を測定した。

方法

参加者

京都府内の個別指導・学習塾に通う小学生 7 名（女子 4 名、平均年齢 10.71 歳）を対象とした。対象児のすべては、アルファベットと数字の 1 から 20 をすべて英語で言う英語力を有する。実験実施に関しては同志社大学心理学部倫理審査委員会の承認を受けた。実験は対象児、保護者及び塾の担当

者に対して説明を行い、保護者から参加への書面による同意を得て行われた。

実験デザイン

本研究では、AI による自律性支援の効果を人間による自律性支援の効果と比較するため、英語と日本語が流暢な留学生 1 名によって英会話を行う人間パートナー条件も設けた。パートナーと会話の順番に関してはカウンターバランスを行った。

毎日英会話プログラム

本研究では Amazon 社のモニター付きスマートスピーカー Amazon Echo Spot に搭載している対話型人工知能「アレクサ」を用いて、対象児に英語学習を行わせた。本研究に際して、自律性支援ができるプログラム「毎日英会話」を Amazon Developer によって独自に開発した。対象児がアレクサに対してより親近感を感じさせるため、プログラムではアレクサに女性のイラストを加えた。アレクサのイラストは微笑、笑い、悲しみ、疑問、怒りといった 6 種類のバリエーションがあり、会話の内容に応じて変化するように設定した。

手続き

AI パートナー条件では、まず、対象児の英会話に対する内発的動機づけ及び不安を質問紙で測定し、安静時の心拍数を測定した。対象児にスマートスピーカーの操作を慣れさせるために、実験者が基本的な使い方を説明したうえで、対象児に 5 分間自由にスマートスピーカーとインタラクションを行わせた。そして、AI アレクサと 10 分間の英語学習を行った。最初に、AI と対象児が日本語でお互いに自己紹介を行った。次に、AI が英会話のトピック（動物か果物）を対象児に選択してもらい、選んだトピックに関する英単語を画面で提示した。AI が英単語を読み上げた後に対象児に 2 回復唱してもらい、そして次の単語を提示した。正しく復唱できない場合、AI が英単語の発音を繰り返して、対象児にもう一度復唱してもらった。各カテゴリーの単語は 5 個ずつあった。最後に、練習した単語を用いて英語でやりとりを行った（例：“What pet do you want?”, “I want a dog”）。

人間パートナー条件では、実験者とは別の協力者がパソコンを用いてネット電話を通じて会話を行った。英語学習の手続きは AI パートナー条件と同一であったが、英会話のトピックを野菜と乗り物にした。また、AI パートナー条件と同様に英単語の視覚情報を示すために、英単語及びそれに対応するイラストを紙に印刷し、対象児に提示した。なお、英語学習の間に、対象児の視線及び心拍数の変動を測定した。学習終了後、英会話に対する内発的動機づけ、不安及び心理的欲求充足を測定した。

自律性支援の操作

自律性支援の操作として、第一に、対象児と AI もしくは人間のパートナーと日本語でお互いに自己紹介を行った。第二に、対象児が緊張しているかどうかを尋ね、緊張している場合、「AI パートナー条件：普段 AI と会話する機会がなかなかないので、緊張しますよね/人間パートナー条件：知らない先生といきなり英語の勉強をするのは緊張しますよね」とネガティブな感情を認めるようにした。

第三に、英会話のトピックを対象児に選択してもらった。第四に、学習終了後対象児に対して努力称賛を行った（「今日は英単語も英会話もできて、大変よく頑張りました」）。

質問紙

すべての質問紙は 1（非常に当てはまる）から 7（全く当てはまらない）までの 7 件法で回答を求めた。

英会話に対する内発的動機づけ：内発的動機づけ自己評価の指標として、Intrinsic Motivation Inventory (Ryan, 1982) の下位尺度 3 項目を使用した（例：私は英会話が楽しいと思います）。

英会話に対する不安：対象児の英会話に対する不安を測定するため、英語スピーキング抵抗感尺度（磯田, 2008）から 2 項目を抜粋して使用した（例：私は、英語を話すとき、緊張しました）。

心理的欲求充足：心理的欲求充足自己評価の指標として、心理的欲求支援尺度（村井, 2010）を参考に作成した。本尺度は自律性欲求充足尺度 2 項目（例：英会話で、話す内容を自分で選べると感じた）、有能感充足尺度 2 項目（例：英会話は、やればできると感じていた）、関係性充足尺度 2 項目（英会話をする相手と、仲良くしていると感じていた）によって構成される。

会話中の心拍数の変動

対象児の実験中における心拍数の変動をスマートウォッチ Apple Watch Series 4 (MTX22J/A) に搭載しているアプリケーション Heart Graph によって測定した。5 秒ごとに更新される BPM (Beats Per Minutes) を指標として用いた。

会話中の視線

対象児の実験中の視線を DJI 社のビデオカメラ OSMO POCKET (OSMPKT) によって撮影した。5 秒間隔でスマートスピーカーもしくはパソコンの画面から視線をそらしているかどうかをカウントした。

結 果

表 1 に各条件の英会話に対する内発的動機づけ、不安、心理的欲求充足、会話中心拍数、視線を逸らす回数の平均値と標準偏差が示された。また、実験前に測定した英会話に対する内発的動機づけや不安、安静時の心拍数の平均値と標準偏差も示された。

表 1 各条件の英会話に対する内発的動機づけ, 不安, 心理的欲求充足, 会話中心拍数, 視線を逸らす回数の平均値と標準偏差 (N = 7)

項目名	実験前	AI パートナー条件	人間パートナー条件
英会話に対する 内発的動機づけ	4.95 (0.89)	5.48 (1.26)	5.19 (0.77)
英会話に対する不安	4.64 (2.39)	5.07 (2.81)	4.07 (2.64)
心理的欲求充足		5.45 (1.34)	5.33 (1.30)
自律性欲求充足		5.57 (0.98)	5.36 (1.21)
有能感欲求充足		5.57 (1.81)	5.36 (1.60)
関係性欲求充足		5.21 (1.50)	5.29 (1.32)
安静時心拍数	78.86 (7.22)	80.55 (5.76)	80.73 (6.42)
視線を逸らす回数		4.00 (4.24)	8.29 (7.09)

注. 尺度得点可能範囲は 1-7pts. 心拍数の単位は bpm, 視線を逸らす回数の単位は回。

AI と人間による自律性支援効果の比較

まず, AI と人間による自律性支援が児童の英会話に対する内発的動機づけ, 不安, 心理的欲求充足に与える影響を比較した。本研究は被験者内のデザインとなるため, 対象児による変動を考慮した階層ベイズモデルを用いて分析を行った。また, 一つの尺度には複数の項目が含まれるため, 項目の変量効果も考慮することとした。分析に際して, 人間パートナー条件を 0, AI パートナー条件を 1 にコーディングした。その結果, 英会話に対する内発的動機づけ, 不安, 心理的欲求充足に対して, 自律性支援をする相手による固定効果推定値の 95%信用区間内に 0 が含まれたため, 自律性支援をする相手の主効果が見られなかった。

次に, AI と人間による自律性支援が児童の英会話中の心拍数及び視線を逸らす回数に与える影響を比較するため, 同じく階層ベイズを用いて分析を行った。その結果, 視線を逸らす回数に対して, 自律性支援をする相手の主効果が見られた ($b = -.073 [-1.23, -0.28]$)。つまり, 自律性支援の相手が AI の場合, 対象児の会話中視線を逸らす回数が少なかった。

また, 対象児会話中の心拍数や視線を逸らす回数と英会話に対する内発的動機づけ, 不安, 心理的欲求充足の関係性を検討するため, 表 2 と表 3 には, 各条件における会話中心拍数, 視線を逸らす回数と英会話に対する内発的動機づけ, 不安, 心理的欲求充足のピアソン相関係数及び信頼区間をベイズ推定によって算出し示した。表 2 に示されたように, AI パートナー条件において, 対象児の会話中視線を逸らす回数と自律性欲求充足や関係性欲求充足と負の相関が見られた。

表 2 AI パートナー条件における会話中心拍数、視線を逸らす回数と英会話に対する内発的動機づけ、不安、心理的欲求充足の相関係数の平均値及び 95%信用区間 (N = 7)

項目名	心拍数			視線を逸らす回数		
	相関係数 (平均値)	信用区間 95%下限	信用区間 95%上限	相関係数 (最頻値)	信用区間 95%下限	信用区間 95%上限
英会話に対する 内発的動機づけ	.32	-.26	.84	-.34	-.85	.25
英会話に対する不安	-.15	-.72	.46	.51	-.02	.93
心理的欲求充足	.15	-.46	.72	-.59	-.95	-.11
自律性欲求充足	-.02	-.62	.58	-.78	-.98	-.46
有能感欲求充足	.23	-.37	.79	-.41	-.89	.16
関係性欲求充足	.14	-.47	.72	-.59	-.95	-.10
心拍数				.17	-.44	.74
視線を逸らす回数	.17	-.44	.74			

表 3 人間パートナー条件における会話中心拍数、視線を逸らす回数と英会話に対する内発的動機づけ、不安、心理的欲求充足の相関係数及び 95%信用区間 (N = 7)

項目名	心拍数			視線を逸らす回数		
	相関係数 (平均値)	信用区間 95%下限	信用区間 95%上限	相関係数 (最頻値)	信用区間 95%下限	信用区間 95%上限
英会話に対する 内発的動機づけ	.39	-.19	.88	-.09	-.67	.52
英会話に対する不安	-.23	-.79	.37	.43	-.13	.90
心理的欲求充足	.18	-.42	.76	-.39	-.88	.18
自律性欲求充足	.24	-.36	.79	-.24	-.89	.15
有能感欲求充足	.17	-.44	.74	-.31	-.83	.28
関係性欲求充足	.12	-.49	.70	-.38	-.87	.20
心拍数				.12	-.48	.71
視線を逸らす回数	.12	-.48	.71			

考 察

本研究は自律性支援を行う人工知能が児童生徒の学習効果に与える影響について探索的に検討した。その結果、対象児の英会話に対する内発的動機づけ、不安、心理的欲求充足は話し相手によって違いがあるとは言えなかった。江・田中 (2019)では、学習者に英会話の相手が AI であると教示された場合、英会話に対する内発的動機づけや不安を人間相手と英会話する場合と比較しても、有意な差が見られなかったが、AI と英会話する際の心理的欲求がより充足されていないことが報告されている。本研究では、会話の内容に応じて AI の表情を変化できるように設定し、このような表情変化による共感表出は、自律性支援の認識程度を高め、対象児の心理的欲求をより充足している可能性を示唆した。ただし、本研究は自律性支援をしない条件を設定しなかったため、AI の表情が変化することによって認識した自律性支援が高められたと強く主張することができない。今後の研究では自律性

支援をしない参照条件を追加し、さらなる検討が必要である。

また、本研究では、対象児会話中の心拍数を測定したが、他の変数との相関が見られなかった。人はストレスを受けると交感神経が優位になり、その結果心筋収縮力の増強や心拍数の増加が見られる (Goodlin & Schmidt, 1972)。しかし、動機づけとの関連性を示す先行研究は見当たらない。今回の実験結果からでも、心拍数と動機づけの関連性が見られなかった。さらに、心拍数について AI パートナー条件と人間パートナー条件を比較しても、違いがあると言えなかったことから、会話の対象が AI にせよ、人間にせよ、対象児の覚醒水準が変わらないことが分かった。

対象児は AI と英会話する場合のみ、視線を逸らす回数は自律性欲求充足と関係性欲求充足と負の相関が見られた。さらに、その視線を逸らす回数は人間と英会話するときより少ないことが分かった。視線は我々の興味や関心を反映する (Yarbus, 1967)。そのため、視線を逸らす回数が少ないということは、対象児が AI と英会話をする際により興味を惹かれ、集中していたことを意味すると考えられる。ただし、教育場面において、新たな教材・教具・指導方法などが用いられる場合、学習者に一時的に動機づけが高まる「新奇性効果」があると報告されている (Keller, 1997)。本研究に参加した児童は全員初めてスマートスピーカーを使うため、AI と会話することによって、英会話に対する動機づけが高くなったというより、AI と会話するという新しい体験による新奇性効果の可能性も考えられる。そのため、今後の研究では AI による自律性支援の効果をより長期的に検討する必要がある。

引用文献

- Black, A. E., & Deci, E. L. (2000). The effects of instructors' autonomy support and students' autonomous motivation on learning organic chemistry: A self-determination theory perspective. *Science Education*, 84, 740-756.
- 中央教育審議会. (2017) 幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策などについて (答申).
https://www.hoyokyo.or.jp/http://hoyokyo.or.jp/nursing_hyk/reference/index.html/28-3s2-3.pdf
- Goodlin, R. C., & Schmidt, W. (1972). Human fetal arousal as indicated by heart rate recordings. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 114, 613-621.
- 畑山 望. (2019). 小学校英語の教科化, 教員の約 7 割「自信なし」イオン調べ. リセマム
<https://resemom.jp/article/2019/09/03/52264.html>
- 磯田貴道. (2008). 英語スピーキング抵抗感尺度の作成. 広島外国語教育研究, 11, 41-49.
- Keller, J. M. (1997). Motivational design and multimedia: Beyond the novelty effect. *Strategic Human Resource Development Review*, 1, 188-203.
- 江 聚名・田中 あゆみ. (2019). 人工知能による自律性支援効果の検討. 日本心理学会第 83 回大会, 立命館大学, 2019 年 9 月
- 村井一彦. (2010). コミュニケーション活動に対する動機づけを高める理論と実践—自己決定理論に

- 基づいて一. EIKEN BULLETIN. 22, 84-102.
- Niemiec, C. P., Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2009). The path taken: Consequences of attaining intrinsic and extrinsic aspirations in post-college life. *Journal of research in personality, 43*, 291-306.
- OECD. (2019). TALIS 2018 Results (Volume I): Teachers and School Leaders as Lifelong Learners, TALIS, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/1d0bc92a-e>
- Reeve, J. (2012). A self-determination theory perspective on student engagement. In Christenson, S. L., Reschly, A. L., & Wylie, C. (Eds.) *Handbook of research on student engagement* (pp. 149–172). Springer, Boston, MA.
- Ryan, R. M. (1982). Control and information in the intrapersonal sphere: An extension of cognitive evaluation theory. *Journal of Personality and Social Psychology, 43*, 450-461.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology, 25*, 54-67
- 産経新聞. (2019). 全小学校に人型ロボット「ペッパー」導入 京都・宇治市.
<https://www.sankei.com/life/news/190214/lif1902140013-n1.html>
- 山田 航也. (2019). 慶応義塾中等部が英語学習 AI ロボット「Musio」を導入！英語の授業で主に発音練習に活用, ロボスタ. <https://robotstart.info/2019/09/17/musio-introduction.html>
- Yarbus, A. L. (1967). *Eye Movements and Vision*. Plenum Press, New York, pp.171-196.
- 吉田 怜司・伊藤 哲平・染谷 祐理子・田中智史・池田 悠平・菅谷 みどり. (2018). Emotion Visualizer: 生体情報を用いた感情推定と可視化と応用. 情報処理学会インタラクシオン 2018, 国立情報学研究所, 2018年3月