

## NIRS を用いたアバターとの対話における思考促進効果の分析

## Analysis of the Thought-Promoting Effects of Avatar-Based Interaction Using NIRS

青木愛一郎<sup>\*1</sup>, 中林 寛人<sup>\*2</sup>, 塩田 真吾<sup>\*3</sup>, 小林 溪太<sup>\*1</sup>Aiichiro AOKI<sup>\*1</sup>, Shingo SHIOTA<sup>\*3</sup>, Hiroto NAKABAYASHI<sup>\*2</sup>, Keita KOBAYASHI<sup>\*1</sup><sup>\*1</sup> 福井大学 教育学部<sup>\*1</sup> Faculty of Education, University of Fukui<sup>\*2</sup> 早稲田大学 環境・エネルギー研究科<sup>\*2</sup> Graduate School of Environment and Energy Engineering, Waseda University<sup>\*3</sup> 静岡大学 教育学部<sup>\*3</sup> Faculty of Education, Shizuoka University

Email: ka210015@g.u-fukui.ac.jp

あらまし：本研究では、教育場面においてアバターとの対話が学習者の認知的活動に与える影響を、脳血流計を用いて定量的に検証した。大学生2名を対象に、中学校道徳科の模擬授業を実施し、教師・アバター・被験者による三者対話形式で授業を構成した。教師による発問、アバターによる被験者が述べなかった意見の発言、アバターの意見を踏まえた教師からの発問、という三段階のフェーズにおいて脳血流量を計測した結果、アバターの発言直後に一時的な脳活動の低下が見られたのに対し、その前後には上昇が確認された。このように、アバターを用いた対話は脳の賦活が見られたことから、アバターであっても対話の相手として機能する可能性が示唆された。

キーワード：アバター, 脳活動, 近赤外分光法 (NIRS), 小規模校

## 1. はじめに

現在、小規模校における対話的な学びの実践には、特有の課題があるとされており、文部科学省（2009）は、「学級規模が小規模化した場合には、授業の中で児童から多様な発言が引き出しにくく、授業の組み立てが難しくなる」と指摘している<sup>(1)</sup>。このような課題に対して、先行研究では、教師が意図する発話を子供たちの代わりにアバターに代弁させることで、クラス内の意見に多様性をもたせる試みがなされている<sup>(2)</sup>。例えば、アバターが「教室で出にくい意見の提示」や「反論のきっかけづくり」に活用されている。このように、アバターを活用することで、小規模校における対話の幅を広げる工夫が実践されつつある。しかし、アバターが実際に児童・生徒の認知的活動、すなわち思考の促進に本当に効果があるのかについては、十分に解明されていない。

本研究では、教育場面においてアバターの発話が被験者の思考促進に寄与しているかを、脳血流計を用いて定量的に分析することを目的とする。特に、教師の発問に被験者が答える場面、アバターの意見を聞く場面、アバターの意見を踏まえて被験者が考える場面における酸素化ヘモグロビン濃度の変化を比較し、思考の深まりにどのような変化が見られるかを検討した。

## 2. 研究方法

アバターを利用した授業を大学生を対象に実施し、授業中の脳血流量の変化を分析する。

今回の研究では半自動型アバターを使用した(図1)<sup>(3)</sup>。半自動型アバターとは、教師などがアバターに

発話させたい内容をあらかじめ登録しておき、授業中はボタンを押すのみで、アバターが自動でリップシンクをして発話をするという仕組みである<sup>(3)</sup>。

脳血流計は、近赤外分光法 (NIRS) を用いた NeU社製のウェアラブル脳血流計 (HOT-2000) を使用した。NIRS は、前頭前野の酸素化ヘモグロビン濃度の変化をリアルタイムで測定し、思考や判断などの認知活動を可視化できる非侵襲的手法である。軽量かつ装着が容易なため、授業中の自然な状況下でも脳活動の計測が可能である<sup>(4)</sup>。

実験参加者として国立 A 大学 4 年生 2 名 (A・B) を対象とした。授業内容は、中学 1 年生向けに作られた道徳科教材「裏庭の出来事」を大学生向けに再構成した。本教材のテーマは、「誠実な生き方」について考えるものであり、責任ある行動とは何かを自ら考え判断する力を育成することをねらいとしている。

授業は教師・アバター・被験者の三者によるディスカッション形式で実施された(図 2)。授業の構成は、3 つの発問を中心に展開し、各発問については、1 つの発問につき三段階のフェーズで進行した：

1. 教師から発問され、被験者が自らの意見を述べる。(フェーズ 1)
2. アバターが、被験者が述べなかった意見を発言する。(フェーズ 2)
3. アバターの意見を踏まえ教師が被験者に対して「どう思う？」と聞き、再度思考を促す。(フェーズ 3)

以上の 3 つのフェーズを発問①,②,③の全ての発

問において繰り返す。ただし発問③のみ、アバターの発言とそれに対する被験者への問いを2回行っているため、フェーズ4およびフェーズ5がある。なお、アバターは、被験者が当初述べなかった意見を提示することにより、新たな視点を提供し、それに対する検討を通して被験者自身の意見に対する内省を促す役割を果たしている。例えば、被験者が考えていた「誠実」とは全く異なる視点からアバターが「誠実」について語ることで、被験者は改めて自分の考える誠実について深く考えることができていた。

この構成により、単に初期的な意見を述べるだけでなく、他者（アバター）の意見を受けて再考・内省するという認知的プロセスを伴う発話を促した。同時に、各フェーズにおける前頭前野の酸素化ヘモグロビン濃度の変化を計測することで、思考の深まりの度合いを客観的に検証することを試みた。



図1 半自動型アバターの仕組み



図2 実験の様子

### 3. 結果と考察

脳血流量の分析の結果、すべての発問において、以下のような共通した脳血流量の変化パターンが、2名の被験者に確認された。

まず、発問①、②、③におけるフェーズ1（教師から発問され、被験者が自らの意見を述べる段階）では、前頭前野の酸素化ヘモグロビン濃度が顕著に上昇する傾向が見られた。教師からの発問に対して、脳の賦活が確認できた。

次に、発問①、②、③におけるフェーズ2（アバターが、被験者が述べなかった意見を発言する段階）では、両被験者ともに酸素化ヘモグロビン濃度の低下が確認された。意見を述べる時と比べて、意見を聞くときの方が脳の賦活度合いが低いのではないかと考えられる。

最後に、発問①、②、③におけるフェーズ3（アバターの意見を踏まえ教師が被験者に対して「どう思う？」と聞き、再度思考を促す段階）では、再び脳血流の上昇が見られた。このことにより、アバターに対しても対話の相手として機能する可能性が示唆された。なおフェーズ3での酸素化ヘモグロビン濃度の値は、いずれの場合でもフェーズ1の値を下回る結果となった。

これらの結果から、教師からの発問時の脳の賦活度合いを超えることはないものの、アバターの発話は思考を促進する効果があることが定量的に示された。特に本研究では、アバターが被験者の発言しなかった意見を提示することで、「他の生徒の声の代弁者」として機能した点が重要である。アバターの発言を契機として被験者の前頭前野の脳活動が再び活性化されたことは、アバターが対話の“質”を高める触媒として生徒の議論相手になり得ることを、定量的に示す証拠といえる。これは、小規模校において不足しがちな意見の多様性を補い、対話的な学びを活性化させる可能性を示唆している。したがって、アバターは小規模校における認知的活動の支援手段として有効であると考えられる。

本研究は少人数での予備的検討であるため、今後は被験者数を拡大するとともに、発話内容の質的分析や長期的な学習効果との関連についても検討を進めていく。また、学生を対話の相手とした場合とアバターを対話の相手とした場合の思考の深まりの比較や、教師を対話の相手とした場合の比較など検討していく必要がある。

### 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科学研究費補助金 25K17072 の研究成果の一部です。

### 参考文献

- (1) 文部科学省中央教育審議会”資料2 小・中学校の適正配置に関するこれまでの主な意見等の整理” [https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo3/038/siryu/attach/1286194.htm](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/038/siryu/attach/1286194.htm)
- (2) 小林溪太, 向井敏幸, 安永太地, 塩田真吾, “小規模学級に多様性を与える転校生アバターの開発と授業実践”, 福井大学教育・人文社会系部門紀要, Vol8, pp.155-165 (2024)
- (3) 小林溪太, 柳原麻里, 田中みつぎ, 安永太地, 塩田真吾, “教育用アバターアプリ「バーチャル転校生」の開発”, 日本教育工学会 2023 年秋季全国大会講演論文集, pp.25-26 (2023)
- (4) Neu-Brains 株式会社: “NIRS 計測システム”, Neu-Brains 株式会社, <https://neu-brains.co.jp/solution/nirs/>