

# VR空間におけるセルフペース学習の継続支援： 空間内の他者が与える影響の検証

今田昇吾<sup>†1</sup> 林田尚子<sup>†2</sup> 葛岡英明<sup>†3</sup> 鈴木健嗣<sup>†4</sup> 大木美加<sup>†4</sup>

**概要：**オンライン学習の現場では、セルフペース学習を自律的に行うことについて、特に継続の難しさが報告されている。本研究では、オンラインでのセルフペース学習の継続を支援する要素として、同じVR空間内の他者アバタがタスクを継続している様子を見ることの効果に着目し、2条件での比較実験（実験群：他者アバタあり空間と、比較対照群：他者アバタなし空間）を行った。継続の面では、7日間の実験期間のうち、他者アバタあり空間では、他者アバタなし空間の約2倍の時間長のセルフペース学習が行われた。また、学習効果の面でも、ポストテストの正解率において、他者アバタなし空間では平均44%であったのに対して、他者アバタあり空間では平均66%であった。以上のように、同じVR空間内で学習を進める他者アバタを見ることが、セルフペース学習の継続や学習効果の面で、ポジティブな影響を及ぼすことを示した。

## 1. はじめに

Virtual Reality (VR) での学習者支援方法として、没入感を活かして学習者の動機付けを高めることが検討されてきた[1][2]。一方、実際のオンライン学習の現場では、個々に学習サイトにアクセスして、自律的に学習を進めることは、特に継続の面で難しさがあり、Massive Open Online Courses (MOOCs) の低い継続性が報告されている[3]。本研究グループでは、一人では継続の難しいオンラインでのセルフペース学習をVR空間の持つ特徴を活かして支援する研究に取り組んでいる。

現実空間を対象としたWaltonら[4]の実験によれば、タスク継続は、同じ空間内の他者がタスクを継続しているかによって影響を受けている。本論文では、オンラインでのセルフペース学習の継続を支援する要素として、同じVR空間内の他者アバタがタスクを継続している様子を見ることの効果に着目した。英単語記憶タスクを用いて2条件での比較実験（実験群：他者アバタあり空間と、比較対照群：他者アバタなし空間）を行った。継続の面では、2条件間で統計的有意差があり、7日間の実験期間のうち、他者アバタあり空間の学習者は、他者アバタなし空間の学習者の約2倍のトータル時間長のセルフペース学習を行っており、同じVR空間内で学習を進める他者アバタを見ることが、セルフペース学習の継続に対してポジティブな影響を及ぼすことを示した。また、学習効果の面でも、他者アバタあり空間では統計的に有意に良い学習効果を示した。ポストテストの正解率は、他者アバタなし空間では平均44%であったのに対して、他者アバタあり空間では平均66%であった。2章以降では、研究背景、システム実装、実験及びDiscussionを示す。

## 2. 研究背景

### 2.1 オンライン学習と他者の存在

オンライン学習は多くの学習者に学習の機会を与えることができるが、実際に個々に学習サイトにアクセスして、自律的に学習を進めることは、特に継続の面で難しさがあり、MOOCsのコース完了者は13%以下であるという報告がある[3]。

オンライン学習において継続とドロップアウトを分ける要素は学習者要因やコース/プログラム要因から検証されており[5][6]、Leeらは、学習者のSelf-regulationスキルが大きく影響していると報告している[7]。学習者のSelf-regulationを助けるUser Interface (UI) 等の研究が進んでいる[8]。コース/プログラム要因の中には、学習者間のインタラクションの有無が挙げられている[5]。Self-Determination Theory (SDT) では、自律性、有能感、関係性といった基礎的な心理的欲求を充足することが内発的動機付け（やりたいという人の内面からの動機によるもの）へつながることを説明しており[9]、本研究グループでも、学習者がセルフペース学習を自発的に継続する支援を考える上で、学習者間のインタラクションなどの関係性は重要な研究要素であると考えている。

学習者間のインタラクションは、直接的なコミュニケーションとSense of Community (SoC) の2つの側面から研究が進んでいる。コミュニケーション関連の研究では、直接的な学習者同士のやり取りのない条件の方がコースを継続したことが報告されている[10]。一方で、Broadbentらは、オンライン学習が講師のいない学習環境であることに言及して、他の学習者の投稿を読むといった受動的なコミュニケーションを含めて学習者同士のやり取りが学習の助けに

†1 筑波大学システム情報工学研究科

†2 (株)富士通研究所

†3 東京大学大学院情報理工学系研究科

†4 筑波大学システム情報系

なるのであれば、現実空間よりも大きな影響を及ぼすのではないかと考察している[11]. SoC 関連の研究では、他者につながっている感覚は学習の継続にポジティブな影響を及ぼすと示唆している. 例えば、孤独よりもつながりを感じる学習者の方がオンライン学習に積極的に関わり、学習が継続する可能性が高いこと[12]や、オンライン学習において、コミュニティの意識とエンゲージメント、満足度、および学習成果との間に正の相関があること[13]、オンライン学習環境におけるコミュニティの欠如が学習者の孤立・フラストレーション・退屈・過負荷・高い脱落率をもたらす可能性があることが指摘されている[14][15][16].

本研究では、オンラインのセルフペース学習の継続支援の要素として、直接的に行うコミュニケーションというよりも、他の学習者とのつながりに着目している.

## 2.2 空間内の他者の行動の影響

現実空間の中における他者が自分と同様のタスクを継続しているということは、当人が当該タスクを継続するかどうかにもポジティブな影響を与える[4]. 従来難しいと言われている幼児のビデオ画面を通じた英語学習においても、先生でも、スキルのある学習者でもない、ただ他の学習者と一緒に学習することで、音素獲得の効果が高いことが示されている[17]. Schultz ら[18]の研究では、リサイクル活動の参加頻度に与える他者の影響として「周りの人々がその行動を実行している」ことを知ることで、実験介入終了後もリサイクル活動が継続したことが報告されている. 上述のように、明示的に同じ空間の中にいる他者が自分と同様のタスクを継続している様子を見ることや、タスクを継続していることを知っていることは、学習効果や継続行動に対してポジティブな影響を及ぼす可能性がある.

本研究では、同空間内に同様の学習タスクを遂行しようと行動している他者がいることが、継続効果・学習効果両方に良い影響を及ぼすのではないかと考えている.

## 2.3 VR 空間でのセルフペース学習の継続支援

VR 空間で学習支援を行う利点として、1 つはその没入感の高さを利用した学習者の動機付け、1 つは現実空間の利用制約がない為通常のクラスにとらわれずフレキシブルに学習時間を設定できることがいわれている[19]. VR の画像や音声の提示方法が生み出す没入感が他の従来型の提示方法と比較し有利であることは、ソーシャルスキル獲得や地域情報学習に取り組む研究において示されている[1][2]. また、個人かグループかによらず Web 学習システムよりも、国会見学 VR システムの利用時間が長いことが報告されており[20]、VR そのものによっても学習者がシステムを利用する動機付けが行われると考えられる.

本研究では、一人では継続の難しいオンラインでのセルフペース学習を VR 空間の持つ特徴を活かして支援する方法として、同空間に同様の学習タスクを遂行しようと行動している他者がいる空間を構築する. これまで VR 空間内

に他者を配置した研究として、Non-Player Character (NPC) が出題する課題に対して学習者が回答することで学習者が NPC に対して社会的な関わりを感じる結果をえた Culbertson ら[21]の研究がある. 実験の結果、NPC とのロールプレイングによって学習者が動機付けられることは明らかになったが、高い継続効果は見られなかった. VR クラスタームに学習者のコメントを表示した研究では、コメントの提示と学習効果にはトレードオフがあると報告されている[22]. また、太極拳トレーニングの例では、講師と自分の動きを並べてみていると、トレーニング後に客観的に評定したスキル自体があがっていても、自己による評定があがっていないという報告がある[23].

上述のような先行研究から、他者とコミュニケーション可能な空間や、他者の学習行動をすべて見ることができる空間が、必ずしも高い継続性を生み出す学習空間になるわけではないと予想される.

本章では、オンラインのセルフペース学習の継続支援の要素について、次の三点を整理した. 第一に他の学習者とのつながりをもたらすことの重要性、第二に同じ空間の中に同様の学習タスクを遂行しようと行動している他者を示すことの効果、第三に他者とコミュニケーション可能な空間や他者の学習行動をすべて見ることができる空間が必ずしも学習継続支援にならない可能性、である. これらの考察に基づき、本研究グループでは、空間内の他の学習者の様子をどのように与える事が、オンラインのセルフペース学習の継続支援となるかについて、複数の VR 空間をデザインし検証を進めている. 本論文では、以下を Research Question とした.

**Research Question :** 同じ VR 空間内の他者アバタが学習を継続している様子を見ること自体 (つぶやきもなく、自分のスキルと比較できず、学習しているということだけがわかること) は、学習の継続や学習効果にどのような影響を与えるのか?

## 3. システム実装

### 3.1 システムの概要

図 1 に実験で用いた VR 空間を示す. 実験では学習者が自宅等の学習しやすい場所からアクセスしやすい事を優先して、Web ブラウザからアクセスできる VR 空間を構築した. 図 1 の(a)には、VR 空間の全体像を俯瞰で示した. 学習者が Web ブラウザを起動し、ログインすると図 1 の(a)に示した半球状の VR 空間の中央に配置される. 白く点状にしている看板型の学習コンテンツ (看板) は環状に 3 列、1 列に 20 個の計 60 個を配置した. 学習者は、キーボードやマウスを操作する事で VR 空間内を移動し、看板を回りながら学習を進める. 図 1 の(b)と図 1 の(c)は、それぞれ、比較対照群と実験群の VR 空間を示した. 図 1 の(b)に示したように、比較対照群の学習者は、他者アバタが空間内に

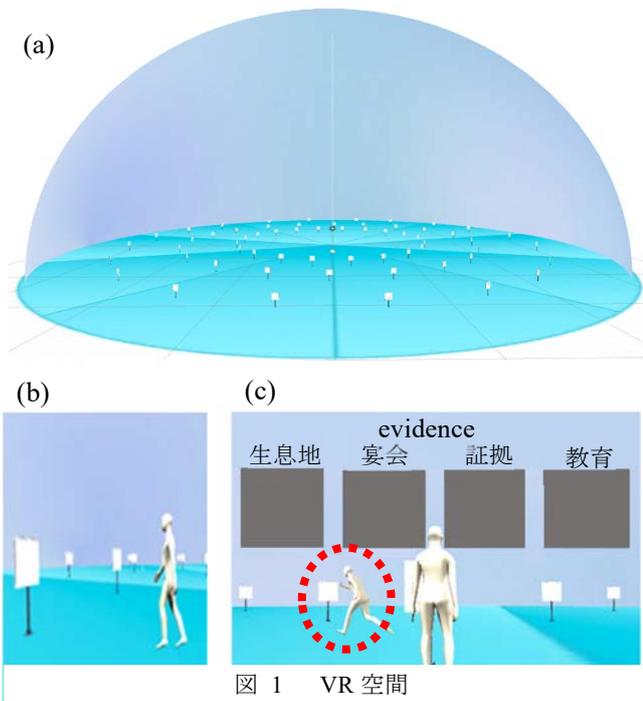


図 1 VR 空間

いない状態で学習を進めた。それに対して、実験群の学習者は、他者アバターが空間内にいる状態で学習を進めた。実験群の学習者は、学習コンテンツを利用している間も、図 1 の(c)の点線枠内に示したように、他者アバターが移動したり、看板に近寄ったりしている様子を見ることができた。

各学習コンテンツの利用は、学習者が看板に近寄ることから開始する。図 1 の(c)中で表示されている学習コンテンツは、“evidence”という英単語について出題が行われ、回答選択肢が示された状態である。図中では回答選択肢は灰色の四角角として表示しており、実験時は各選択肢にあわせたイラストが表示された。また、図 1 の(c)は、学習者の視点から見た画面でもある。学習者の視点は、このように本人のアバターの身体全形が背後から見える位置とした。アバターの容貌については、他者アバターから類推される属性と、各学習者の属性の類似・非類似による影響を排除する為、性別や容姿等学習者個人を反映する特徴を一切持っていないニュートラルな容貌とし、全実験参加者が同じアバターを用いた。

### 3.2 VR 空間内の他者のデザイン

#### 3.2.1 デザイン 1: 空間内で学習を継続する他者

実験では学習者によって学習を行いやすい時間帯に自由にログインしてもらった。その際に、他者アバターあり空間としてデザインされている実験群の見る VR 空間に、他者が誰もログインしていない、という状況を回避する為に、他者アバターの一部は NPC によって提示した。NPC の学習の様子は、機械的な動きに見えないように、人間による操作の様子を模倣した。具体的には、動きを確率的に変化させるパラメータを用いて、次のように実装した。ログインした直後には一時停止する。看板へ移動を開始しても一時停

止する場合がある。看板へ向かっていても行先を変更することがある。バラつきのある滞在時間にする。また、学習者が学習コンテンツを見ている間に、学習者が邪魔にならない程度の回数で学習者の視界を横切るように、一度に提示する NPC は 5~10 体とした。アバターの移動は一定のアニメーションによって提示し、人間に操作されているアバターと NPC との見分けがつかないように、移動スピードは一定とした。また、NPC の動きの同期によるデータ通信を避ける為に、各学習者がみている NPC の動きは同期を行わないものとした。

#### 3.2.2 デザイン 2: 本人の学習の進捗と、他者の学習の進捗

学習者本人の学習の進捗は、看板の色を変化させて提示した。図 2 に学習者本人に提示される看板の色の変化を示した。英単語記憶タスクを行う上で、記憶の定着をはかる為にも、同じ看板を再訪して複数回同じ看板で学習することが望ましい為、学習完了済と未学習の 2 種類に色分けするのではなく、次の 3 種類の色分けとした。白色が未学習の看板、黒色が学習後から 1 日以内の看板、灰色が学習後から 1 日以上経過した看板。

実験群の見る VR 空間での他者の学習の進捗は、本人の感じる有能感を低下させる等、学習者本人と他者とを比較ができる状態にすることで学習の継続に関わる心理的状态に悪影響がでる可能性があると考えた為、学習者の正解の様子のみを簡易に提示するものとした。図 3 に実験群の学習者視点の画面を示した。点線枠内に示すように、学習者から見た他者アバターは、どんな英単語に回答しているかわからず、他者が正解した場合にのみ、他者アバターの頭上に丸印が表示された。NPC の場合も人の学習者をエミュレートして、頭上の丸印が提示された。

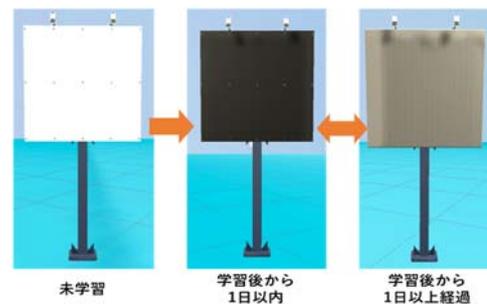


図 2 学習者本人の学習の進捗の提示

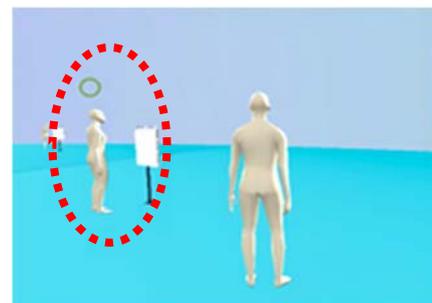


図 3 他者の学習の進捗の提示

## 4. 実験

### 4.1 実験参加者

実験参加者は、大学生および大学院生 24 名（男性 12 名，女性 12 名）で，19～28 歳（平均 22 歳）であった。参加者募集時に，次の条件を課した。英語学習に意欲があり，TOEIC Listening & Reading Test の点数が 700 点以下であり，普段自由に使える PC を所持している。

### 4.2 実験条件

実験条件は次の 2 つとした。実験群：他者アバタあり空間と，比較対照群：他者アバタなし空間。

実験は，被験者間配置とし，各群へ男女を均等に 6 名ずつ配置した。

### 4.3 実験手続き及び実験タスク

実験日程は，事前説明日，実験期間，事後説明日で構成した。

事前説明日は実験室において，プレテストとシステム操作説明を行った。プレテストでは英単語テストを行った。出題される英単語は 150 単語で，VR 空間中で学習するものと同じものを用いた。回答は，選択形式ではなく，出題された英単語の和訳を記述するものとした。

実験期間は，7 日間とした。できるだけ 7 日間連続での利用を依頼したが，毎日ログインできるとは限らない為，指定した 10 日間の期日内に，のべ 7 日間ログインすることでも良いものとした。実験参加者は，各自の PC から Web サイトへアクセスし，自宅や学校など自由な場所で VR 空間へログインできた。実験に参加していることは，友人等に話さないで欲しいことを伝え，実験群と比較対照群があることが，意図せずに実験参加者に伝わってしまうことを回避した。また，実験群の学習者には，VR 空間内に NPC が含まれる可能性があることは知らせなかった。

事後説明日は実験室において，プレテストと同じ内容のポストテストを実施し，実験の事後説明，アンケート及びインタビューを行った。

実験に用いた英単語は，プレテスト，VR 空間内の学習コンテンツ，ポストテストともに，共通の 150 単語を用いた。実験参加者の英語スキルにあわせて，難易度が高すぎず低すぎず学習に適切なレベルとなるようなテキスト[24]から英単語を選出した。また，最も高いスキルの参加者でも学習効果が測定できるように学習を行う以前の正解率が 50%を超えないようなレベル設定とした。

学習コンテンツは，各看板へ 5 つの英単語がセットされており，各英単語につき，イラスト付きの 4 択の回答選択肢が与えられる。VR 空間内に配置した看板は 60 個，各看板にセットした英単語は固定の 5 つとした。VR 空間内に配置された英単語ののべ数 300 単語は，選出した 150 単語に重複を許したもので，各看板における出題順や回答選択肢はランダムに切り替えるものとした。

学習は，各看板へ近づくことで 1 つ目の英単語の出題が開始するが，看板へセットされた 5 つの英単語の回答を完了せずに途中で立ち去ることも許容した。

実験期間に学習するコンテンツの上限は設定しなかった。ただし，各日の下限を設け，看板としては 5 つ，英単語としては計 25 個以上の学習を行うことを求めた。

### 4.4 評価方法

Research Question に基づき，比較対照群に対して，実験群の学習の継続や学習効果を調べる為，以下の項目について評価を行った。

学習の継続については，以下 2 つの指標を用いた。学習時間：VR 空間内を移動している時間を排除する為，看板で学習を行っている時間を積算した。のべ学習量：実験期間中に学習した看板ののべ数とした。

学習効果については，以下 2 つの指標を用いた。正解率：各学習者のプレテストとポストテストの出題英単語中の正解単語数の比率（正解単語数 / 150 \* 100）。正解のび率：各学習者のポストテストのスコアがプレテストのスコアと比較して，伸びた比率（（ポストテスト正解単語数-プレテスト正解単語数）/ 150 \* 100）。

また，その他に表 1 の設問でアンケートを行った。回答選択肢は，1 を“全くそう思わない”，6 を“かなりそう思う”とする，6 段階のリッカート尺度であった。

表 1 アンケート設問

Q1	この学習システムを継続して利用したい
Q2	この学習システムで学習することは楽しい
Q3	この学習システムは集中して学習することができる
Q4	この学習システムは孤独感を感じる
Q5	この学習システムの操作性は良い
Q6	この学習システムはリラックスして学習できる
Q7	問題（英単語）のレベルは適切だと感じる

### 4.5 結果

統計分析は IBM SPSS Version 21 を用いて行い，有意確率（両側）が 0.05 を下回る場合に，統計的有意差ありとした。正規性のないデータはノンパラメトリック検定を行い，データ分布を箱ひげ図により示した。エフェクトサイズは，分散分析では  $\eta^2$  を，それ以外では  $r$  を用いて示した。

#### 4.5.1 学習の継続

図 4 に学習の継続に関する実験結果を箱ひげ図を用いて示した。各図内の丸印は，外れ値を示す。図 4 の(a)は，学習時間に関する実験結果を示した。他者アバタあり空間では，統計的有意に長い時間の学習が行われた（Mann-Whitney 検定  $p=0.02 < 0.05, Z=-2.37, r=0.48$ ）。表 2 には，学習時間に関する記述統計量を示した。他者アバタなし空間と比較して，他者アバタあり空間では平均値で約 2 倍の時間長の学習を行っている。図 4 の(b)は，のべ学習量に関する実験結果を示した。他者アバタあり空間では，統計的有意に多くの学習が行われた（Mann-Whitney 検定  $p=0.00$ ）。

< 0.05, Z=-2.83, r = 0.58) .

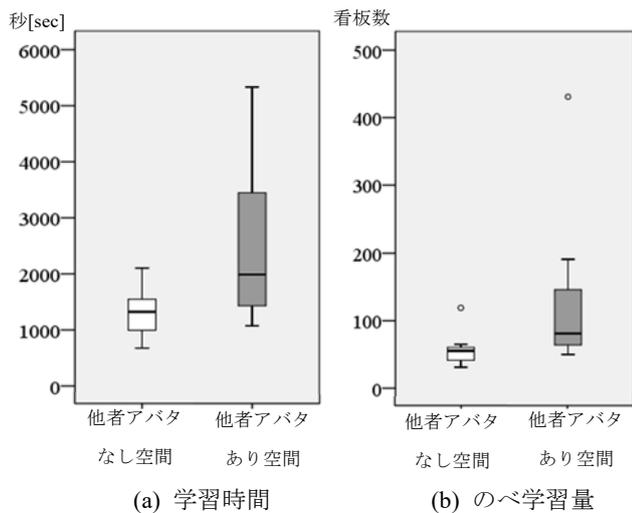


図 4 実験結果: 学習の継続

表 2 学習時間に関する記述統計量

(単位は秒)	平均値	中央値	標準偏差
他者アバタなし空間	1319.58	1322.50	448.23
他者アバタあり空間	2573.75	1986.50	1483.86

#### 4.5.2 学習効果

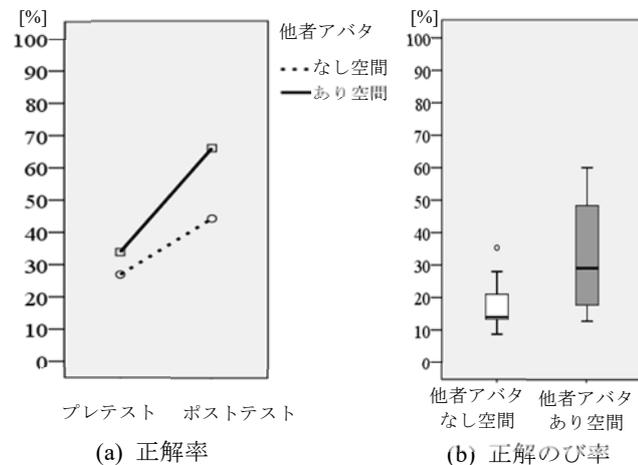


図 5 実験結果: 学習効果

表 3 正解率に関する記述統計量

		平均値	標準偏差	N
プレテスト	他者アバタなし空間	26.94	9.09	12
	他者アバタあり空間	33.89	14.90	12
	総和	30.42	12.58	24
ポストテスト	他者アバタなし空間	44.28	13.64	12
	他者アバタあり空間	66.11	15.62	12
	総和	55.19	18.17	24

図 5 に学習効果に関する実験結果を示した. 表 3 には, 正解率に関する記述統計量を示した. 図 5 の(a)は, 正解率

に関する実験結果を平均値の折れ線グラフを用いて示した. プレテストとポストテストの間で繰り返しのあるデータとして, 二要因分散分析を行った. プレテスト (平均値=30.42, 標準偏差=12.58) とポストテスト (平均値=55.19, 標準偏差=18.17) の間には有意な差があり ( $p=0.00 < 0.05$ ), 実験期間中の学習効果が示された. また, 実験条件間に主効果が認められ, 正解率には他者アバタが空間に提示されることによる統計的有意差が認められた ( $p=0.01 < 0.05, F=8.714, \eta^2=0.28$ ). 図 5 の(b)は, 正解のび率に関する実験結果を箱ひげ図を用いて示した. 図内の丸印は, 外れ値を示す. 他者アバタあり空間では, 統計的有意に正解のび率が高かった (Mann-Whitney 検定  $p=0.01 < 0.05, Z=-2.49, r=0.51$ ).

#### 4.5.3 アンケート

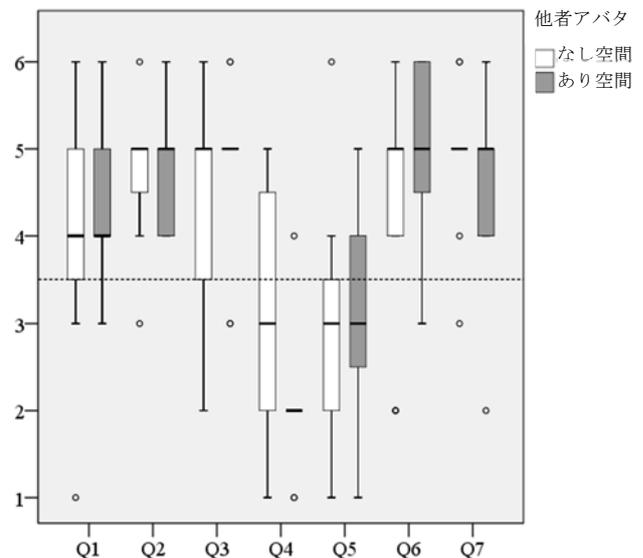


図 6 アンケート回答結果

図 6 にアンケート回答結果を箱ひげ図を用いて示した. 図内の丸印は, 外れ値を示す. 実験条件間で, 統計的有意差のあったものは Q4 のみであった (Mann-Whitney 検定  $p=0.01 < 0.05, Z=-2.51, r=0.51$ ).

### 5. Discussion

本研究では, 同じ VR 空間内の他者アバタが学習を継続している様子を見ること自体が学習の継続や学習効果にどのような影響を与えるのかを検証した.

継続の面では, 2 つの実験条件間で統計的有意差があり, 7 日間の実験期間のうち, 他者アバタあり空間の学習者は, 他者アバタなし空間の学習者の約 2 倍の時間長の学習を行っており, 同じ VR 空間内で学習を進める他者アバタを見ることは, セルフペース学習の継続に対してポジティブな影響を及ぼしている. また, 学習効果の面でも, 他者アバタあり空間では統計的に有意に良い学習効果を示した. ポストテストの正解率は, 他者アバタなし空間では平均 44% であったのに対して, 他者アバタあり空間では平均 66% であった.

本研究グループでは、VR 空間内にセルフペース学習の継続性を向上させる空間を構成する事で、現実の学習クラスとはまた異なる利点を生み出す事が出来るのではないかと考えている。これまでの VR 研究に知られるような没入感の高さやクラス設定のフレキシブルさ[19]はもちろんの事、例えば現実に縛られずに加工可能な3次元空間である事を活かした身体スキルのトレーニングといった、現実空間では難しいスキル獲得の為のセルフペース学習空間を構築できる可能性もあると考えている。本論文では、タスクの複雑さや空間内での他者とのやり取りによる実験結果への影響を排除し、英単語記憶というシンプルな学習タスクでの実験結果を示した。本実験結果のみから説明できる他者アバターあり空間の効果は、本統制環境下に限定されたものである為、システムの強みを活かした、よりインタラクティブなクラス学習や、3次元空間の特徴を活かした学習内容に取り組むケースの検証等を通じて、他者アバターあり空間の及ぼす影響範囲の検証を併せて進めている。

以下では、自由記述のアンケートやインタビューの中から、学習の継続や学習効果にポジティブな影響を与えたと推測される、本実験の他者アバターあり空間の観察的特徴 2 点をまとめ、また、本実験で用いた他者アバターあり空間の各デザインがどのような影響を与えたのかについて議論する。

## 5.1 学習の継続や学習効果にポジティブな影響を与える要素

### 5.1.1 観察的特徴 1：学習ペースの増加する空間

他者アバターあり空間での学習者の以下のそれぞれの回答から、他者アバターあり空間では、他者がいない空間では生まれぬ学習ペースの増加があったのではないかと考えられる。それぞれの回答では、ログイン回数が増え、異なる時間帯での学習が増え、学習遂行数が増え、学習への動機付けが増え、各学習への集中が増える可能性が高まる機会について言及されている。

“いつもログインしても、他の学習者が複数学習していたので、自分も何度もログインしようという気持ちになった。他の人の存在が自分の学習モチベーションのアップにつながったと思う”

“早朝に学習した際、何人ほどが自分よりも早く起きて勉強しているのか”

“走っている他のアバターや丸表示している他のアバターがいたら、自分もここまできたらもうちょっとやろう的な意気込みでやっていた”

“同じ時間に誰かも学習しているという意識が、学習のモチベーションにつながった”

“あまり他者を意識していなかったが、近くに誰かいるときはできるだけ正解したいと考えていた”

ただし、今回の実験では規定として7日間の実験参加を求めている為、自発的なログイン回数が本当に増えるのか

どうかは不明であり、今後検証が必要な点である。

### 5.1.2 観察的特徴 2：心理的にポジティブでいられる空間

他者アバターあり空間での学習者の以下の回答から、他者がいない空間にはない形で、心理的にポジティブでいられる機会があった事が観察できる。それぞれの回答では、他者がいること自体や、他者が同様に学習していることや、他者と自分との相対的な位置の変化が、孤独感の減少や安心や面白いといった心理的にポジティブな状態につながる機会であった事が言及されている。

“自分が回答している看板で他者が来たとき孤独感が減ってちょっとうれしかったです”

“ログインした時に、自分以外のアバターがいないことがなくて安心した”

“いつも誰かほかの人がいて、動いていておもしろかった。近寄ってきたり、追いかけてきたりして、おもしろかった”

## 5.2 他者アバターあり空間のデザインが及ぼす影響

### 5.2.1 アバターのニュートラルな容貌の影響

今回の実験で用いたアバターは、3.1で示したように、性別や容姿等学習者個人を反映する特徴を一切持っていないニュートラルな容貌を用い、アバターの容貌から属性が類推される可能性を排除した。アンケートやインタビューで他の学習者に言及する際、自分と他者との類似性や非類似性を示唆する言葉はなく、“他の学習者”、“他の人”、“他の使用者”、“他者”、“誰か”、“自分以外”、“人”といった表現であり、意図通りのデザインであったと考えている。

また、他の学習者について、“被験者人数”、“人数”、“何人”といった、参加者の規模やその増減に関する言及が行われており、他の学習者を群として意識していた可能性があり、もし、他の学習者を個別の学習者と意識し学習者同士のコミュニケーションや関係性の影響を強める必要がある場合には、ニュートラルな容貌ではあっても、アバター個体を識別可能な容貌とする事も検討する必要があると考える。

### 5.2.2 他者や他者の位置変化の影響

今回の実験では 3.2.1 で示したように、他者アバターあり空間に他者が誰もログインしていない、という状況を回避する為に、他者アバターの一部は NPC による提示を行った。インタビューで尋ねたところ、NPC だと気づいた者はいなかった為、NPC が含まれた事の実験結果への影響は少なかったと考える。

参加者のアンケート記述の中で他者アバターの何等かの違和感に言及している内容としては“時間帯”、“看板の前にいる時間の長さ”の2種類があった。特に後者に関しては以下のアンケートで言及されたような、他の学習者と自分との比較が行われる機会を生んでいた。

“他の使用者が自分より後に同じ看板でクイズを始めたのに、自分よりも早く解き終えて別の看板に移動した

ときは焦りを感じた”

5.1.2 で示したように、他者がいること、他者が同様に学習していること、そして他者と自分との相対的な位置の変化はポジティブな心理的影響を与える可能性がある。一方で、このように空間内に他者の学習の様子を反映する際にはネガティブな影響を与える可能性がある為、学習者の自己評価を過度に棄損しないよう注意が必要であると考えられる。

### 5.2.3 他者の正解提示の影響

今回の実験では他者の学習の進捗について、3.2.2 で示したように学習者の正解の様子のみを簡易に提示し、他者との比較によって学習の継続に関わる心理的状态に悪影響が出ることを回避するようデザインした。以下のようなアンケート記述があり、意図通りの提示であったと考える。

“不正解のときにマークが出ないのは良いと思った (不正解が出るのは恥ずかしい)”

またこの正解の提示は、5.1.1 で示した“近くに誰かいるときはできるだけ正解したい”といった、学習への集中が増える機会を増やすことにもつながっていた。他者の学習結果や進捗を提示するにあたっては、学習者のやる気を削がない事と、集中が増える事を両立するデザインにより、学習効果や継続性へ良い影響を与えられる可能性がある。

### 5.2.4 インタラクションの低さの影響

今回の実験ではアバタ間のインタラクションがなく、Research question に示したように、他者が同じ空間中で学習しているという事が学習の継続や学習効果にどのような影響を与えているかを検証した。アンケート中には、以下のような関係性の不足に言及した内容があった。

“せつかく他の学習者の様子も見えない状態であるのに、関わりがなく寂しいと思った”

今回の実験で用いた VR 空間は、学習者の内発的動機付けという面で完全な要件を満たす学習空間とはいえないと考えている。その為、実験期間を延長した場合にも同様の継続や学習効果へのポジティブな影響が得られるかどうか等、更なる検証が必要と考えている。

## 6. おわりに

本論文では、オンラインでのセルフペース学習の継続を支援する要素として、同じ VR 空間内の他者アバタが学習タスクを継続している様子を見ることの効果に着目した。

英単語記憶タスクを用いて 2 条件での比較実験(実験群: 他者アバタあり空間と、比較対照群: 他者アバタなし空間)を行った。継続の面では、2 条件間で統計的有意差があり、7 日間の実験期間のうち、他者アバタあり空間の学習者は、他者アバタなし空間の学習者の約 2 倍のトータル時間長のセルフペース学習を行っており、同じ VR 空間内で学習を進める他者アバタを見ることが、セルフペース学習の継続に対してポジティブな影響を及ぼすことを示した。また、学習効果の面でも、他者アバタあり空間では統計的に有意

に良い学習効果を示した。ポストテストの正解率は、他者アバタなし空間では平均 44%であったのに対して、他者アバタあり空間では平均 66%であった。

上述のように継続や学習効果の面でポジティブな結果を示した一方で、学習者の内発的動機付けという面で完全な要件を満たす学習空間とはいえない為、実験期間を延長した場合に、学習者が自発的に参加を継続する効果が得られるかどうかは不明である。今後、長期的な継続を支援する方法など、さらなる検討が必要であると考えている。

## 謝辞

本研究を行うにあたり、多くのご支援を頂きました筑波大学大学院システム情報系の大槻麻衣助教、川口一画助教、グループウェア研究室・ヒューマンエージェントインタラクション研究部の皆様及び株式会社富士通研究所の村瀬健太郎氏、森岡清訓氏、上村拓也氏に深く感謝いたします。

## 参考文献

- [1] Park, K. et al.. A Virtual Reality Application in Role-plays of Social Skills Training for Schizophrenia: A Randomized, Controlled Trial. *Psychiatry Research*. 2011, vol.189, no. 2, p.166-172.
- [2] Selzer, M. N. et al.. Effects of Virtual Presence and Learning Outcome Using Low-end Virtual Reality Systems. *Displays*. 2019, vol.59, p.9-15.
- [3] Onah, D. F. et al.. Dropout Rates of Massive Open Online Courses: Behavioural Patterns. *Proceedings of EDULEARN14*. 2014, p.5825-5834.
- [4] Walton, G. M. et al.. Mere Belonging: The Power of Social Connections. *Journal of Personality and Social Psychology*. 2012, vol.102, no. 3.
- [5] Lee, Y. and Choi, J.. A Review of Online Course Dropout Research: Implications for Practice and Future Research. *Education Tech Research Dev*. 2011, vol.59, no. 5, p.593-618.
- [6] Halawa, S. et al.. Dropout Prediction in MOOCs Using Learner Activity Features. *Proceedings of the second European MOOC stakeholder summit*. 2014, vol.37, no. 1, p.58-65.
- [7] Lee, Y. et al.. Discriminating Factors between Completers of and Dropouts from Online Learning Courses. *British Journal of Educational Technology*. 2013, vol.44, no. 2, p.328-337.
- [8] Barria-Pineda, J. et al.. Concept-Level Knowledge Visualization For Supporting Self-Regulated Learning. *Proceedings of the 22nd International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI) Companion*. 2017, p.141-144.
- [9] Deci, E. L. and Ryan, R. M.. The ‘What’ and ‘Why’ of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. *Psychological Inquiry*. 2000, vol.11, no. 4, p.227-268.
- [10] Poellhuber, B. et al.. The Effect of Peer Collaboration and Collaborative Learning on Self-Efficacy and Persistence in a Learner-Paced Continuous Intake Model. *Journal of Distance Education*. 2008, vol.22, no. 3, p.41-62.
- [11] Broadbent, J. and Poon, W. L.. Self-regulated Learning Strategies & Academic Achievement in Online Higher Education Learning Environments: A Systematic Review. *The Internet and Higher Education*. 2015, vol.27, p.1-13.
- [12] Young, S. and Bruce, M. A.. Classroom Community and Student Engagement in Online Courses, *Journal of Online Learning and Teaching*. 2011, vol.7, no. 2, p.219-230.
- [13] Liu, X. et al.. Does Sense of Community Matter? An Examination

of Participants' Perceptions of Building Learning Communities in Online Courses. *Quarterly Review of Distance Education*. 2007, vol.8, no. 1, p.9-24.

- [14] Hara, N.. Student Distress in a Web-based Distance Education Course. *Information, Communication & Society*. 2000, vol.3, no. 4, p.557-579.
- [15] Northrup, P. T.. Online Learners' Preferences for Interaction. *Quarterly Review of Distance Education*. 2002, vol.3, no. 2, p.219-26.
- [16] Rovai, A. P. et al.. School Climate: Sense of Classroom and School Communities in Online and On-Campus Higher Education Courses, *Quarterly Review of Distance Education*. 2005, vol.6, no. 4.
- [17] Lytle, S. R. et al.. Two Are Better Than One: Infant Language Learning from Video Improves in the Presence of Peers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2018, vol.115, no. 40, p.9859-9866.
- [18] Schultz, P. W.. Changing Behavior with Normative Feedback Interventions: A Field Experiment on Curbside Recycling. *Basic and Applied Social Psychology*. 1999, vol.21, no. 1, p.25-36.
- [19] Pantelidis, V. S.. Reasons to Use Virtual Reality in Education and Training Courses and a Model to Determine When to Use Virtual Reality. *Themes in Science and Technology Education*. 2009, vol.2, p.59-70.
- [20] Doumanis, I. et al.. The Impact of Multimodal Collaborative Virtual Environments on Learning: A Gamified Online Debate. *Computers & Education*. 2019, vol.130, p.121-138.
- [21] Culbertson, G. et al.. Social Situational Language Learning Through an Online 3D Game. *Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems*. 2016, p.957-968.
- [22] Meng-Yun, L. et al.. Virtual Classmates: Embodying Historical Learners Messages as Learning Companions in a VR Classroom through Comment Mapping. *IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*. 2019.
- [23] Bailenson, J. N. et al.. The Effect of Interactivity on Learning Physical Actions in Virtual Reality. *Media Psychology*. 2008, vol. 11, 3.
- [24] 栗本孝子. TOEIC TEST 瞬感英単語 600 点突破必須の 450 語. 2015.