

# EdTech の現状と展望

——VR, AR, AI 技術の英語教育への応用——

齋藤 裕紀恵

## Current Status and Prospects of EdTech : Application VR, AR, and AI Technologies to English Education

Yukie SAITO

### Abstract

Recently, the importance of integrating EdTech in education to promote effective learning has been emphasized. The pandemic of Covid-19 has forced many educational institutions to rely on technology to continue to offer education. Reflecting sudden changes in education because of Covid-19, the Ministry of Education, Culture, Sports, Science, and Technology (MEXT, 2020) announced a report, "Student-centered higher education ecosystem through Digitalization". The report states the need for a shift to learner-centered university education through the use of digital technology. A recent report in EDUCAUSE (2020) also cites applications of AI/machine learning to education and XR technologies, including AR and VR, as emerging technologies that could have a significant impact on future teaching and learning in higher education institutions. This paper discusses VR, AR, and AI applications to education and English language education, examples of VR, AR, and AI services, and the potential and challenges of using VR, AR, and AI technologies for education and English language education. Finally, ethical issues related to AI in education will be discussed as a pressing issue with the increasing use of AI in education.

### Key Words

EdTech, VR (Virtual Reality), AR (Augmented Reality), AI (Artificial Intelligence), AIED (Artificial Intelligence in Education)

### 目 次

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1 はじめに</li> <li>2 VR, AR の教育への可能性           <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1 VR の定義と利点</li> <li>2.2 VR に関連する研究例</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>2.3 VR の英語教育サービス例</li> <li>2.4 VR を使った英語教育の可能性</li> <li>2.5 AR の定義と利点</li> <li>2.6 AR に関連する研究例</li> <li>2.7 AR の英語教育サービス例</li> <li>2.8 AR を使った教育の可能性</li> <li>3 AIED と AIED の分類と例           <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 AI の英語教育サービス例</li> <li>3.2 AI の教育利用の倫理的課題</li> </ul> </li> <li>4 おわりに</li> <li>参考文献</li> </ul> |
|---|--|

## 1 はじめに

Covid-19 禍の影響で、世界では多くの教育機関が閉鎖され、教育の提供を続けるためには EdTech の導入が欠かせない状況になっている。大学教育現場でも同期型、非同期型にせよ急なオンライン対応を求められたが、同時に 21 世紀型の新しい授業の形を模索する機会にもなっている。EdTech 導入の必要性については新型コロナウイルス感染症による学校の休校が続く中で、経済産業省 (2020) は EdTech を活用して子供たちの学びを止めないようにする「#学びを止めない未来の教室」という対策を始めた。同ホームページ上では利用できる EdTech サービスや実際の EdTech 活用事例が紹介されている。同時に休校が始まった当初、この対策に賛同した EdTech 関連企業が、各社サービスを無料で提供する動きも見られた。文部科学省 (2020) も「大学教育のデジタルイノベーション・イニシアティブ (Scheem-D) ~ With コロナ / After コロナ時代の大学教育の創造～」のレポートで、大学教育のデジタルイノベーションの必要性を強調している。文部科学省は大学教育のデジタルイノベーションの目的を次のように掲げている。

デジタル技術を上手に活用して、圧倒的に高い学修到達度の達成や、自発的な学び・気づきの効果的な誘導、現場実習・実験に近い体験の機会確保など「授業の価値を最大化」すること

またレポートではデジタル技術の進展により可能性が広がる例として、Massive Open Online Course (MOOC) と AI を活用して高い学修到達度を達成できる授業、Virtual Reality (以下、VR)、Augmented Reality (以下、AR) を用いた実習により現場実習・実験に近い経験を行える授業、個別最適化の学びの実現を挙げている。

EDUCAUSE (2020) の最新のレポートでも AI / Machine Learning の教育への応用や AR と VR

を含む X Reality (以下、XR) の技術が、将来の高等教育機関の教育と学習に大きな影響を与え得る新興技術として挙げられている。本論文では VR、AR と AI の教育、英語教育への応用、VR、AR と AI の各サービス例、VR、AR と AI が今後の教育、英語教育に与える可能性と課題について述べる。

## 2 VR、AR の教育への可能性

これまで情報にアクセスして、情報を集約していた「情報の時代」から、モバイル機器、ゲーム、SNS の広がりにより、新しい視点を共有して経験する、「経験の時代」になっている (Hu-Au & Lee, 2017)。近年、教育における VR と AR の使用が増加しているが、「経験の時代」に疑似体験をすることができる VR、AR の教育的利用の可能性は高い。

Scrivner 等 (2019) は近年、VR と AR の教育的利用の増加について、次の要因を挙げている。まず最近のモバイル技術の進歩により、従来のヘッドマウントディスプレイ (Head Mounted Display) と比較して、携帯型のモバイルディスプレイで拡張アプリや仮想アプリにアクセスすることが可能になった点にある。次に現代のスマートフォンは、Google Cardboard のような低価格のヘッドセットと容易に組み合わせて使うことができる。さらに、若年層を中心にモバイル端末の普及が進んでいる。最後に、これらの技術は、ポケモン Go の人気が示すようにモバイル機器を使ったエンターテインメントとして日常生活に浸透している。

VR と AR の教育的利用の広まりが見える中、VR と AR の教育的効果についても研究が進められている。Dede 等 (2017) は VR、AR、Mixed Reality (以下、MR) がモチベーションと学習効果をいかに高めることができるかについて、行動的イマージョン、象徴的・物語的イマージョン、感覚的イマージョン、社会的イマージョンの視点からまとめている。

◎行動的イマージョン：VR, AR, MRの体験参加者に、斬新で興味をそそる結果をもたらす行動を始める力を与えること。例としては赤ちゃんが歩くことを学ぶ際の集中力は並外れたものがあるが、自分の環境を形作るための自分に備わった新しい能力を発見することによって、モチベーションが上がり、集中力をあげることができる。

◎象徴的・物語的イマージョン：経験の内容に近い意味的連想をするきっかけを与えること。例として、真夜中に見知らぬ家でホラー小説を読むと、物理的状況は変わらない安全な状況にも関わらず、恐怖感が高まる。知的、感情的、規範的な原型を呼び起こすことで、連想的精神モデルを複雑に重ね合わせることで、経験を深めていく

◎感覚的イマージョン：学生がヘッドマウントディスプレイのような没入型ディスプレイを使った時に経験する。ディスプレイにより仮想世界のパノラマを自分の世界として見ることが可能になり、学生は自分がそこにいると想像することができる。このタイプのイマージョンは、車の運転練習や他の手続き型学習アプリケーションに広く使用されている。

◎社会的イマージョン：仮想現実と混合現実を共有することで、参加者間の豊かな社会的相互作用により、没入感を高めることができる。新しい世界では、参加者は環境を活用して意思決定を行い、物事を成し遂げる際の推論過程に加わるが、仮想環境は参加者をその環境に引き込み、その環境の一部であると感じさせることができる。

Dede等(2017)は上記のように、VRやARがイマージョンの視点から、どのように学習に影響があるかをまとめているが、Scrivner等(2019)はVRやARは学習者のエンゲージメント同様に、視覚的・聴覚的な没入感が成功の鍵となる外国語指導に大きな可能性を秘めていると述べている。一般的な学習だけでなく、英語学習への応用も期待されているVRとARについて、以下にまずはVRの定義と利点、VR関連の研究例、実際のサービスについてまとめる。続いてARの定義と利点、AR関連の研究例、実際のサービスにつ

いてまとめる。

## 2.1. VRの定義と利点

VRに関してはコンピュータが生成した3次元の物体や環境のシミュレーション(Dionisio et al, 2013)、地形的、動作的、物理的にそこにいるかのような錯覚を感じさせ、現実の経験を疑似体験することを目的としたシステム(Smart et al, 2007)、身体の動きからの視覚的フィードバックを伴う没入型、現実的な3次元環境(Aarseth, 2001)のように定義されている。

VRを使用すると、双方向なシミュレーションにより、参加者は現実世界に近い環境に入ることができ、仮想空間に完全に浸っているような感覚を得ることができる(Scrivner et al, 2019)。現在、Covid-19禍で海外渡航が難しくなっているが、VRを使ってあたかも海外にいるような感覚を味わうことができるサービス等も始まっている。旅行だけでなく、没入感のある体験を提供できるため、ショッピング、エンターテインメント、トレーニング、教育など多くの分野での応用が期待されている(Hu-Au & Lee, 2017)。

従来の講義中心の教育方法では、学生のエンゲージメントの低下(Delialioğlu, 2012)や、教科書で学んだ内容と実社会での本格的な実践との間の断絶(Hu-Au & Lee, 2017)をもたらすと指摘されているが、VRを使った授業はこれまでの教育における問題点を克服する可能性もある。例えばVR技術を利用することによって、21世紀に必要な創造性、共感性、批判的思考、技術リテラシーなどのスキルを習得する機会も提供できる可能性がある(Hu-Au & Lee, 2017)。

VRでは比較的安価な方法で任意の場所、時間、人を「訪問する」ことができるが、このような機会により、学習者は歴史的背景、科学的環境、個人的に意味のある瞬間を体験することができる(Hu-Au & Lee, 2017)。例えば現在、VRを使って世界遺産を「訪問する」ことができるが、世界遺産を実際に訪れているような仮想空間にいる

ことで、その世界遺産の歴史的背景を体感できる。また物理的に手の届かない場所にある物体や出来事を直接感じることができ、潜在的な危険を回避した安全な環境でのトレーニングをサポートし、学習者の関与とモチベーションを高めながら、学習スタイルの幅を広げることが可能である (Freina & OTT, 2015)。実際に VR を使い理科の実験を体験することができるプラットフォームも提供されている。学生に高齢者であるという VR 体験をさせたところ、高齢者への共感性が大幅に向上した (Bailenson et al, 2008) という報告にもあるように、VR の使用は体験をしながら学ぶという構成主義アプローチも可能である。

VR は教育への応用が幅広く進んでいるが、言語学習にも効果があると言われている。VR は、科学的な概念の統合的な理解だけでなく、長期的な記憶の保持にも影響を与えることが示されているが、没入型の仮想体験は、関与と記憶が成功の鍵を握る言語教育に大きな可能性を秘めている (Scrivner et al. 2019)。言語学習における VR 利用は内発的動機付け、異文化意識の向上、感情フィルターの高減につながり得る (Schwiwenhorst, 2020)。Lin and Lan は (2015) は、2004 年から 2013 年までの間に、コンピュータ支援言語学習ジャーナル (Language Learning & Technology, CALIC Journal, Computer Assisted Language Learning, ReCALL) 上位 4 誌に掲載された文献の内容分析を行い、仮想学習環境 (Virtual Learning Environments = VLEs) における言語学習の研究動向を調査した。関連する研究では仮想学習環境では学習者の自律性と自己効力感を高め、学習不安を軽減し、創造性を育むことが一貫して明らかになっている。Lin and Lan (2015) の研究では、外国語学習に関する研究が最も多かった。理由として、仮想学習環境は学習言語を練習し、使用するのに適した環境にすぐにアクセスできない外国語学習者に、学習言語の母語話者と交流する没入型の本格的な環境を提供できることを挙げている。

## 2.2. VR に関連する研究例

言語学習への VR 利用の効果については、様々な研究がこれまで行われている。Hu-Au and Lee (2017) は学習者に Google Cardboard を使って、VR 環境でスペイン語を学んでもらい、のちにアンケートを行い、VR が学習者に与える影響について調査した。アンケート結果によると 42 人中 36 人 (86%) の学生が VR 利用を楽しんだと回答、42 人中 26 人 (62%) がスペイン文化を深く学ぶのに役立ったと回答、42 人中 30 人 (71%) が海外旅行に興味を持つようになったと感じた。しかし回答者の 8.8% が VR 授業後、「めまいがする」「頭痛がする」などの経験をしている。VR を言語学習に利用することによって、その言語が話されている文化の理解や興味を深めることができる可能性があるが、一方で VR 利用による体調への影響があることも考慮する必要がある。

Gupta (2015) の研究では、VR 言語学習環境をスウェーデン語の単語学習に導入し、従来型のフラッシュカードを用いて単語を学ぶ 18 名のグループと、VR を使って単語を学ぶ 18 名のグループを比較している。トレーニング直後に行った単語テストの点と、トレーニングの 1 週間後に行った同じテストの点を比較すると、従来型の学習で学んだ参加者の平均点の方が、VR を使って学んだ参加者の平均点よりも高かった。しかし、最初のテストで参加者が正答となった単語を、1 週間後に実施されたテストで覚えていた割合は、VR を使って学んだ学習者の方が従来型の方法で学んだ学習者より高かった。また、アンケート結果によると、楽しさと効果については VR 利用者の方が、従来型の学習者より高い評価をつけていた。一方、従来型の単語学習をした参加者からは、「身近で効果的な方法だが、あまり面白くない」という意見が多かった。Hu-Au and Lee (2017) の研究同様に、この研究で使用されたヘッドマウントディスプレイの Oculus Rift を使用する際にめまいを感じたと多くの参加者が回答している。

上記、いずれの研究でも言語学習習得の効果については明確に示されていないが、VR 使用が文

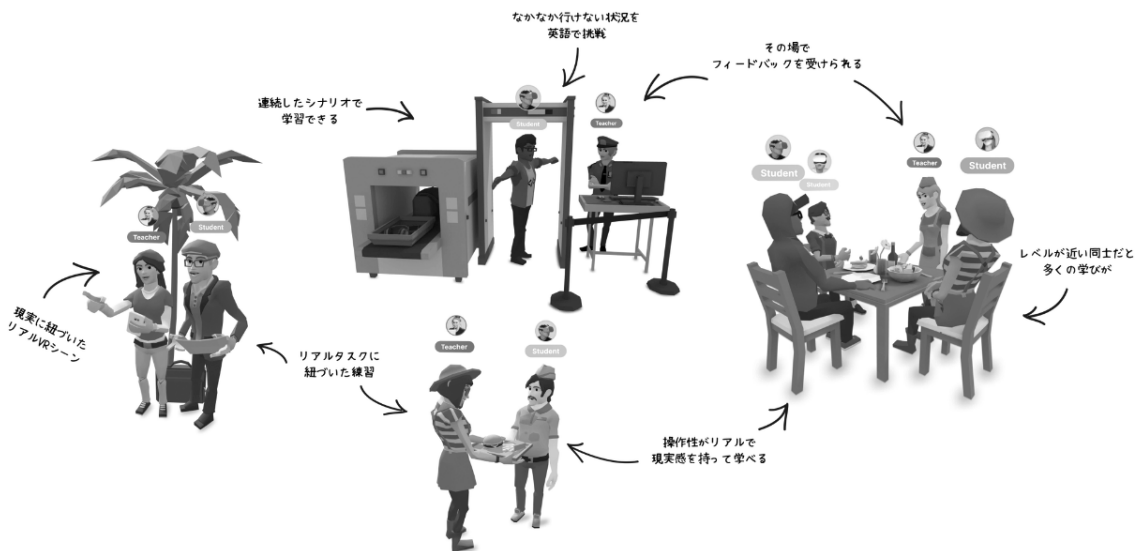
化の理解や興味を促すこと、また学習者が楽しみながら言語学習を進めることができるなどの効果が示されている。Gupta (2015) の研究で、多くの VR 体験者が VR による単語学習に効果があると回答しているように、学習者自らが進めている学習方法に効果があると考えるのは、言語学習の成功の要因の一つであろう。しかしながら両研究では VR 授業を体験した学習者からめまいなどの症状があったとの報告があり、今後、英語教育に VR の導入を進めるためにも、VR 技術の発展、特にヘッドマウントディスプレイの改善が必要となるだろう。

### 2.3. VR を使った英語教育サービス例

現在、Virtual Speech など VR を利用した言語学習サービスも広がっている。その中の 1 つとして 2017 年にカリフォルニア州で設立された Ed-Tech ベンチャー企業である Immerse 社が提供する immerse という語学学習プラットフォームがある。VR の特徴として immerse (没頭) できることであるが、会社名とサービス名は VR の特徴に由来している。学習者は Oculus Go を利用することで、仮想空間で英語母語話者のアメリカ人講師とアバターを通じてリアルタイムでレッスン

受講が可能である。学習者は自分が向く方向に合わせて仮想空間のアバターの視線を変えることで、あたかも仮想空間にいるような体験ができる。また学習者は Oculus Go に付帯するコントローラーを用いることで、アバターを操作して、仮想空間上の物を使ったり、持ち上げたりすることができる。現在、欧州評議会が言語教育の参照枠として提供している Common European Framework of Reference for Languages: Learning, Teaching, Assessment (以下、CEFR) の言語レベルで A1-A2 の初心者向けの General English Course, B1-B2 の中級者向けの Public Speech and Presentation Course が提供されている。General English コースでは駅・空港・レストランなどの仮想空間で英会話の練習を、Public Speech and Presentation コースでは実際に目の前に聴衆がいるような仮想空間でプレゼンテーションを練習することが可能である。VR のレッスン内容を CEFR に沿ったものとして作成している。下記の図①は [YS1] immerse の VR 英語レッスン概要を示している。

Immerse 社のサービスが始まってから未だ日が浅いが、今後、英語力の向上、内発的動機付け、異文化意識の向上、感情フィルターの低減な



図①. immerse の VR 英語レッスン概要 (Immerse 社ホームページより)

ど、サービスの利用がどのような効果をもたらすのかについて検証が期待される。

#### 2.4. VRを使った英語教育の可能性

VRを利用すると、海外のあらゆる場所に疑似訪問が可能となり、その場所にいるような没入感を得ることができる。現在、Cengage出版社のLife 4を英語の授業の教材として使用しているが、世界の様々な国や地域が紹介されている。1つの例としては1700年代のニューヨークの様子だ。教科書には写真が紹介されているが、写真だけでなく、実際に1700年代のニューヨークの様子を、VRを使って体感することができれば、より実体験に近い学びを得ることが可能だろう。宇宙飛行士の話題もあるが、VRを使って、宇宙飛行士が見える世界を体感することによって、宇宙飛行士が英語で語っている内容への理解も深まるだろう。また上記で紹介したimmerseのVRレッスンにはStudy Abroadのコースもあるが、海外に留学する疑似体験ができるため、留学前の英語学習としての導入が考えられる。コロナ禍で海外留学の中止や延期が相次いでいるが、海外の大学の授業に参加、海外でホームステイをしている疑似体験を得ることができるようなVR等、今後さらに教育の様々な場面での発展と応用が期待される。

現在、Google Cardboard等、ヘッドマウントディスプレイも安価で入手できるようになっているが、コントローラーを使って、より深い没入感を得るためにはOculusシリーズ等のヘッドマウントディスプレイが必要となる。2020年10月に発売されるOculus Quest 2は4万円を切るが、依然として教室単位の利用となると高価である。またVRを利用した際に学習者がめまいや頭痛を感じる場合があると報告(Hu-Au & Lee, 2017)があり、また学習者がVR体験の際に圧倒される。気が散漫になり学習課題に専念できない(Troyer et al. 2010)などの問題点も指摘されている。VRは教師の立ち合いの元、限定的に利用されるべきだとの意見もある(Freina & OTT, 2015年)。VRを

英語教育に導入するにはマイナスの可能性も考慮に入れ、VR利用が英語教育にいかにか最大限の効果をもたらすのかの検証が今後、必要となってくるだろう。

#### 2.5. ARの定義と利点

次にARの定義と利点、ARの教育、英語教育への応用、実際のサービス、ARを使った英語教育の可能性について述べる。ARの定義の一例としては「物理的な実世界の環境に仮想的なコンピュータ生成情報を付加することで強化／拡張された、リアルタイムの直接的または間接的なビュー」がある(Carmigniani & Furht, 2011)。ARはまたスマートフォンのカメラを使用して文字が外国語にその場で翻訳されるのを見たり、カードのQRコードをスキャンして動物の3D画像を見たりするように、実際の世界で見えるものをデジタル情報に統合したものと表現することができる(Hu-Au & Lee, 2017)。ARシステムで使用される仮想オブジェクトは、テキスト、静止画像、ビデオクリップ、サウンド、3Dモデル、およびアニメーションを含むことができ、使用者が仮想オーバーレイを通して現実世界を知覚することを可能にする(Bower et al. 2014)。

ARの教育的利用の利点としては視覚、聴覚、運動感覚等、様々な学習スタイルを組み合わせることができる点が挙げられる(Dede, 1996)。ARを使用することにより、モバイル機器上の仮想情報や体験と重ね合わせて(例えば、像を見て、タブレットのカメラビューで人物の歴史を見るなど)見ることができるため、学習にも役立つ(Dede et al. 2017)。2017年にGoogleがリリースしたAR Expeditionsのアプリでは、現在100種類以上の学習教材が提供されているが、危険な場所に行くことなく、危険な物を教室に持ち込まずに抽象的な概念を体験させることが可能だ。

言語学習に関して、Zhang (2020)はフォーマルな学習環境とインフォーマルな学習環境における、教師、デザイナー、AR技術、学習者コミュニティの間の関係を示すThe ecology of AR-

enhanced language learning という新しい包括的なモデルを提案した (図②)。[YS2] ARを使って言語学習の向上を目指すこのモデルは、構成主義的、社会文化理論、連結主義の視点から先行研究を分析して、既存の3つのARデザインモデルを見直して作成された。モデルの左側は、教師とデザイナーがどのように協力して使用者のニーズとAR技術を理解し、学生の没入型学習体験を設定することができるかを示している。モデルの右側は、個々の学習者がAR技術を使用することで、どのようにコミュニケーションを取り、協力し合うことができるかを示している。学習者は教師とデザイナーにフィードバックを提供し、そのフィードバックに基づいて、教師とデザイナーは学習活動をさらに修正する。下記のARデザインモデルで教師の関与が示されているように、Kijun等(2020)も将来の学習のためのAR技術の設計と実施には、これまで十分に関与してこなかった教育者の関与が必要であると述べている。

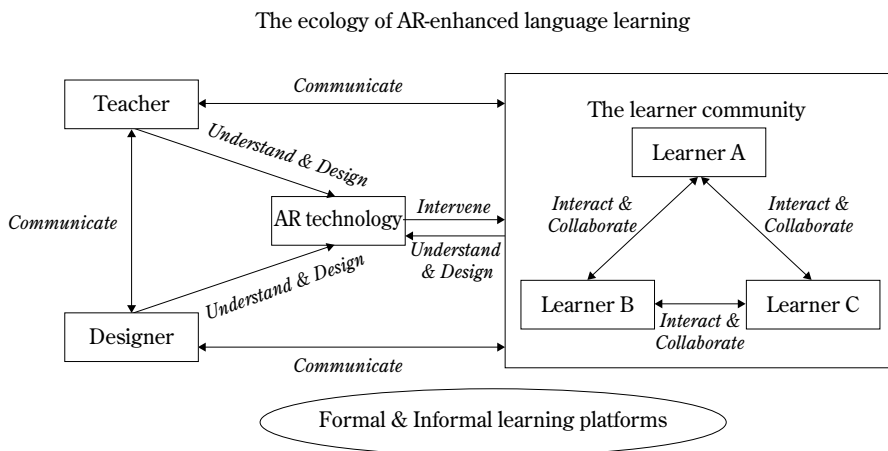
2.6. ARに関連する研究例

Garzón and Acevedo (2019)によるメタ分析では、2010年から2018年までの64件の量的研究を分析し、ARが学習に与える影響を調査した。結果によると、ARは特に芸術・人文科学の分野において、学生の学習向上に中程度の効果があっ

た。さらに、彼らの調査では、この分野の論文の82%が言語学習に焦点を当てていた。Garzón and Acevedo (2019)の研究結果にあるように、ARはすでに言語学習での応用が進んでいるが、以下にARの英語学習への効果、ARのスペイン語学習への効果について調査した研究を紹介する。

Chen (2020)の研究ではGrade 6の子供を対象に、ARビデオを用いた英語学習法を行う実験群(49名)と従来型のビデオを用いた英語学習法を行う対照群(48名)に分けて、ARを用いたビデオ学習法の英語学習への効果、生徒の内発的動機に与える影響について調査を行った。実験群では、タブレットで昆虫標本をスキャンし、ARビデオを視聴し、ARビデオに出てくる昆虫に関する質問を受けた。事前テストと事後テストの結果によると、従来型のビデオを用いた英語学習法で学んだ生徒と比較して、ARを用いたビデオ学習法で学んだ生徒の英語学習到達度の方が高かった。また、アンケート調査の結果からは、ARを用いたビデオ英語学習法は従来型のビデオを用いた英語学習法と比較して、生徒の英語学習に対する内発的モチベーションを大幅に高めることができ、満足度が有意に高いことが示されている。

Hu-Au and Lee (2017)の研究ではスマートフォン等の携帯端末に無料でダウンロードできるAurasmaと、ARの作成、作成したARの公開、



図②. The ecology of AR-enhanced language learning (Zhang, 2020)

保存また使用データの統計管理ができる Aurasma Studio を使い、AR を使ったスペイン語学習を導入した。対象となるインディアナ大学のスペイン語初級クラスでは、イラストや写真を多数掲載している教科書、Andal Curso Elemental を使用している。AR を使ったスペイン語学習導入は、次の方法で行われた。(1)教科書の画像をデジタルスキャン、(2)スキャンした画像を写真編集ソフトでトリミングし、Aurasma Studio にアップロード、(3)語彙、文法的な構文、文脈の中での言語の変化を確認できる短い会話のビデオと、新しい語彙を視覚的に音声でも確認することができる語彙紹介のビデオをビデオスケッチへの組み込み、(4)背景画像やスライドを追加、(5)AR コンテンツの後に学生が理解度を確認できるように小テストを設定。上記で設計された AR を利用したスペイン語学習終了後に自己評価が行われたが、AR でスペイン語学習を体験した学生は、AR は語彙力、発音力、リスニング力向上には効果があるが、グループワークや文化理解には効果がないと評価した。

上記の例で挙げたように AR は子供英語教育、また英語だけでなく他言語教育でも応用が進んでいる。次に実際、日本の英語教育の分野で AR を利用したどのようなサービスが提供されているかを紹介する。

## 2.7. AR の英語教育サービス例

まずりすびこは 2020 年 7 月に株式会社アルクがリリースした未就学児向けの英語学習サービスで、iPad 用のアプリのことである。りすびこのサービス名は「リス」ニング、「スピ」ーキング、「こ」どもからつけられている。このアプリにはアルファベット・単語・会話表現・歌・物語・ゲームのコンテンツが含まれているが、AR はぬいぐるみとの英会話練習のために導入されている。りすびこは定額サービスの申し込みをして、アプリをダウンロードすると、ワニのぬいぐるみと AR 対応カード等が自宅に届く。アプリを使って、インプットとしてアルファベット、英単語、

簡単な英語の文を学ぶことができる。インプットとして学んだことをアウトプットする際に AR 技術が応用されている。具体的にはワニのぬいぐるみの首下に AR 対応カードを置いて、iPad をかざすことによって、子供はあたかもぬいぐるみが話しかけているような感覚を得ることができる。例えば How are you? と iPad に映るぬいぐるみが子供に話しかけるが、それに対して子供は I'm fine. と答える等、簡単なやり取りができる。サービスについてもまだ提供が始まったばかりなので、子供が英語学習をする際にどのような効果をもたらすことができるかについては今後の検証を待ちたい。

次に株式会社三省堂が提供している三省堂 AR アプリは、iPhone や iPad、Android 端末を使い、三省堂 AR サイト上でダウンロードすることが可能である。対応する書籍にアプリのカメラをかざすと、音声の再生や関連する Web ページを開くことができる。ここでは主に 2 つのアプリを紹介する。1 つ目は小学生低学年向けの「AR で聞いて、書く! 身につく音感小学生の英語ワーク」シリーズで、書籍+AR アプリで、音と文字を連動させた学習が可能である。AR アプリでは、シリーズのキャラクターが英語で指示をして、イラストをタップすれば英語の発音を聞けるようになっている。もう 1 つは「チャンクで英単語」という中高生向けの単語帳があるが、現段階ではページにカメラをかざして音声を出すことのみが可能である。AR の教科書への応用については今後に期待したい。

ARientation は学習者の関与を高めることを目的とした無料で簡単に使える没入型学習プラットフォームである。技術力の低い学生や教師が、AR を使って強化されたコンテンツや環境を作成し、共有できるようにすることを目的としている。学習環境における AR 利用に関する研究プロジェクトとして始まったが、すでにいくつかのケーススタディや研究にも利用され、現在は観光など他分野にも応用されている。使い方は ARientation のアプリをインストールして、カードのセットを無



料でダウンロードする。ダウンロードしたカードを使用すると他の人が作った AR コンテンツやゲーム、環境、その他のプロジェクトを見ることができるようになる。また自分のコンテンツをカードと繋げることで、自分自身の AR コンテンツの作成が可能で、オンラインビデオの再生、ウェブサイトの表示、インタラクティブなウェブコンテンツの提供、オーディオの再生、画像の表示等、インターネット上のあらゆる情報を表示させることができる。

### 2.8. AR を使った教育の可能性

Muñoz (2017) は AR の先行研究を検証したが、対象となった研究の 26% が初等教育向け、13% が中等教育向け、10% が高等教育向けであった。その結果に基づいて、AR の実験的な性質から、高等教育よりも初等教育での導入が容易であると主張している。現時点では、AR は語彙習得など低次の思考力を育成するために使用されていることが多い。Bower 等 (2014) は AR を最大限に活用して、学生の高次の思考力の育成を支援することが必要であると述べている。今後、英語教育の分野でも、静止画像、ビデオクリップ、サウンド、3D モデル、アニメーションを含むことができる AR 技術を効果的に使い、いかに高次の思考力を育成することができるかの検証が期待される。構成主義に基づく学習理論によると、共有することができる成果物（物理的またはデジタル）を構築することによって、知識は最も発展する (Papert, 1991)。また、学生自らが実施し、開発し、決定することは単に受動的に受け取るよりも深い理解を促すことが可能である (van Haren, 2010)。Zhang (2020) の The ecology of AR-enhanced language learning のモデルでは学習者はフィードバックを提供する役割を担っているが、今後は構成主義理論に基づき、学生に AR を使った学習教材をデザインさせることによって、知識を深める機会を提供するのも一案であろう。

## 3 AIED と AIED の分類と例

現在、AI は自動運転、画像認識、音声認識、音声合成、質問応答など様々なシステムに利用されている。コロナ禍では治療薬の発見、コロナに罹るリスク、問診、診療などの医療分野での開発が進んでいる。また学校が閉鎖を余儀なくされる中、遠隔学習を支援するための AI や深層学習アルゴリズムを組み込んだオンライン学習アプリケーションの利用が劇的に増加している (Wang, 2020)。

教育の分野での AI 利用は AI in Education (AIED) と呼ばれている。AIED には、AI を利用した段階的な個別指導および対話システムから、AI がサポートする探索的学習、学生のライティングの分析、学生支援チャットボックスなどがある (Holmes et al. 2019)。AIED の技術により、学生指導（主にインストラクションニスト・アプローチ）、学生支援（主に構成主義的なアプローチ）、教師のサポート（教師がすでにやっていることをより早く、より少ない労力でできるようにする等のサポート）をすることが可能である (Holmes et al. 2019)。

Holmes 等 (2019) は AIED の代表的なものとして、Intelligent Tutoring Systems (ITS: 知的個人指導システム)、Dialogue-based Tutoring Systems (対話型個人指導システム)、Exploratory Learning Environments (探索的学習環境)、Automatic Feedback and Scoring essays (エッセイの自動フィードバックと採点) を挙げている。

Intelligent Tutoring Systems (ITS) は各学生への段階的な個別指導を可能にする。教科や教育学に関する専門的な知識をもとに、個々の学生の間違いや成功例に応じて、システムは学習教材や活動を通して、最適で段階的な学習進度を決定する。学生が学習を進めると、システムは難易度を自動的に調整し、ヒントやガイダンスを提供し、与えられたトピックを効果的に学習できるようになる。Holmes 等 (2019) は ITS に関して、The Domain Model (ドメインモデル)、The Pedagogy Model (教育学モデル)、The Learner Model (学習

者モデル)の3つのモデルを提示している。ドメインモデルは例えば遺伝、第1次大戦の原因など学生が学ぶ知識、教育学モデルは教育の専門家や学習科学の研究から導き出された教育と学習への効果的なアプローチに関する知識、学習者モデルでは個々の学生の知識とシステムを使用したすべての学生の知識を元にした学生の仮定の知識を表している。

Dialogue-based Tutoring Systems (対話型個人指導システム)では対話形式の個別指導が可能である。IBMとピアソンが開発した自然言語会話を利用した対話型チュートリアルシステム Watson Tour では復習セッションを行うことで、既存の知識をより深く理解することができるようになる。Watson Tour に関しては2018年のAIED 2018学会でデモレッスンを行っているが(Mukhi, 2018), そのビデオでは次のような対話例を示している。Hi, I'm Watson, your digital tutor! I'll chat with you and ask questions about your readings to help improve your understanding. Let's review this topic. What factors are associated with the environmental justice movement? それに対して, idk (I don't know) とタイプすると次のような応答と質問がある。Sure, that's ok. What's the primary goal of the environmental justice movement? これに対して, タイプされた答えに補足が必要な場合は穴埋め形式で単語選択しながら, 解答を確認できるようになっている。Watson Tutor からの主題に関連する質問への学生の解答は, IBM Watson システムによって分類され, システムが適切なフィードバックまたはヒントとなる質問を回答する。紹介ビデオでは Watson Tutor からは非常に短い時間で回答が提示されている。

Exploratory Learning Environments (探索的学習環境)では, 構成主義的なアプローチに基づき, 学習者自らが学習環境の要素を探索したり, 操作したりすることで, 自分の知識を積極的に構築していくことが奨励されている。例としては科学的な概念理解の学習を促すように設計されてい

る Fractions Lab. “Betty” に教えることによって, 学習者が“教師”となりながら学びを深める Betty's Brain, 没入型のコンピュータゲームのアプローチを採用している Crystal Island などがある。

Automatic Writing Evaluation (AWE: 自動ライティング評価)は自然言語と意味処理を用いて, システムに提出された学生のライティングを自動的に評価するものである。AWEのアプローチには, 形成的評価(提出する前に学生がライティングを改善できるようにサポートする)と総括的評価(自動採点)の2種類がある。AWEの一例としては, The Open University と Oxford University によって開発された OpenEssayist がある。自然言語処理を使用しているが, フィードバックを受けた学生が簡単に修正できるように, フィードバックの提示方法に重点を置いて開発されている。システムの言語分析エンジンは, 教師なし学習のアルゴリズムを使用して, 学生のエッセイからキーワード, フレーズ, 文章をクラスタリングする。例えば, キーワードやフレーズはワードクラウドで表示され, グループに分けて探索したり整理したりすることができる。また, 自動生成されたアニメーションとインタラクティブな練習問題を使用して, 学生がエッセイの内容を振り返るように促すが, 学生のライティング力を向上させると同時に, 学生の高次の学習プロセス(自己調整学習, 自己知識, メタ認知)を促進することを目的としている。

Holmes 等(2019)は上記の例に挙げたように4つの主な分野でのAIEDの活用をまとめているが, 実際にアメリカの大学ではすでにAIEDが様々な場面で使用されている。例としてはノースウェスタン大学とオクラホマ大学が開発した, 時間外の学生サポートと採用サービスをサポートするためのAIベースのchatbotsがある。IBMのWatson自然言語処理を使用して開発されたchatbotsはLMSに統合されており, 学生や教員からの類出の質問に答えることができる(EDUCAUSE, 2020)。またペンシルベニア州立大学は,

2005年から2016年にかけて選別された850万件を超える記録を使用して、成績証明書データや入学申請情報などのSIS（学生情報システム）を活用するモデルを開発、コースが始まる前に学生の成績を予測している（EDUCAUSE, 2020）。

これまでAIは教育の様々な分野で活用されているが、Zawacki-Richer等（2019）は実際にどの分野での応用が多いかに関して、2007年から2018年までのAIEDに関連する2656本の論文レビューを行った。結果、以下の分野でのAI応用数が高いと報告している。

1. プロファイリングと予測（入学決定とコーススケジュールリング、退学と在籍、学生モデルと学業達成度）
2. 知的個別指導システム（授業内容の指導、強みの診断と自動フィードバック、学習教材情報の収集、整理、コラボレーションの促進、教師の視点）
3. 評価（自動採点、フィードバック、学生の理解度と関与、教育の評価）
4. 適応システムとパーソナライゼーション（授業内容の指導、個別化されたコンテンツの推薦、教師と学習設計の支援、学生のモニタリングと指導のための学業データの利用、コンセプトマップでの知識の表現）

AIは教育分野で汎用されているが、言語教育の分野でも応用が進んでいる。例えば自動音声認識は、人間の言語をコンピュータが読み取り可能なコードに変換し、自動発音評価は、言語学習者に向けて発音評価と発音の間違いを見つけることにより、コンピュータ支援言語学習を容易にする（Fu et al. 2020）。また、発音を繰り返した後の結果をフィードバックする自動採点アプリケーション（Fu et al. 2020）等もある。自動音声認識は発音や発話に関して言語学習の効果があり（Ahn & Lee (2016)、正確な音声認識は、継続的な学習への意欲に直接的な影響を与える（Fu et al. 2020）等、自動音声認識の効果についての研究も進んでいる。

### 3.1. AIの英語教育サービス例

EnglishCentralでは過去10年間、学習者のスピーキングデータ（世界100カ国以上からの6億データ）を集め、最新の機械学習システムで解析を行うことにより発話評価システムIntelliSpeech<sup>SM</sup>を開発している。そのシステムをもとに学習者のスピーキング力を発音（学習者のスピーキングを、6万4000超の音素の前後の組み合わせ、強弱、韻律で判定）、流暢さ（スピーキングの時間や音の空白期間の長さを測定して判定）、完了率（すべての単語を欠落なく発話できたかどうかで判定）の点から、学習者のスピーキング力を評価している。EnglishCentralでは多数の様々なジャンルの動画を提供しているが、学習者はその中から好きな動画を選んでスピーキング練習をすることができる。動画を使って学習者が勉強をしている際に、学習者のスピーキング力をIntelliSpeech<sup>SM</sup>が分析、正しい発音を習得できるように設定されている。学習者はさらに発音コースや講師とのレッスンを通して、自分の発音に対するフィードバックを得ながら、発音の改善ができるようになっている。またIntelliSpeech<sup>SM</sup>のシステムにより、各地域の母国語を話す人たちに共通する苦手な発音が明らかになっているが、発音コースでは母音の[æ], [ə], [ɑ], 子音の [l], [r] など日本語母語話者が苦手とする発音を集中的に練習できるようになっている。

次に紹介するのは2016年5月にTOEIC対策アプリとしてリリースされ、2020年1月にはすでに会員数が100万人を達成している株式会社Globeの英語教材アプリabceedである。abceedではTOEICや英検等の市販教材を1つのアプリで学習することができる。abceed AIにより学習者の習得状況を分析して、難易度も踏まえて、約2万問の中から最適な問題を選択して勧めるため、学習者は効率よく学習することができる。これまでabceedユーザー（100万人）の解答データ（1億問以上）にもとづき、abceed AIにより、5問～10問の問題を解いて、TOEIC公開テスト本番での予測スコアを瞬時に得ることが可能になっ

ている。2019年3月に実施されたTOEIC公開テストの結果と当日の予測スコアの比較(母数:76名)によると、予測スコアとの誤差は6%との報告がある。2020年2月にはabceedと連動した反転学習プラットフォームabceed for schoolをリリースしているが、このプラットフォームを利用すると個々の学生の学習状況を確認・把握することが可能になる。三省堂は2020年5月以降、全国の中学校、高校へのabceed for schoolの導入を開始しているが、導入の背景にはCovid-19の感染拡大により、在宅学習の必要性が高まったことがある。

### 3.2. AIの教育利用の倫理的課題

これまで述べてきたように、AIを活用することによって、様々な形で学生指導、学生支援、教師支援が可能となっている。しかしながら、AIで得られるデータ誤用の可能性もあり、新しいテクノロジー、プライバシー、学生データへのアクセスの微妙なバランスは、依然として論争の的となっている(EDUCAUSE, 2020)。例えばAI技術によって得られたプロファイリングや予測の結果が間違っている可能性もあり、そのデータを教育に利用した場合の影響を深慮すべきである。また先ほどSIS(学生情報システム)を活用して、コースが始まる前から学生の成績を予測しているペンシルベニア州立大学の例を挙げたが、学生が学習を始める前から、マイナスの評価をされる可能性があり、倫理的に問題となり得る。誰がデータを所有しアクセスできるのか、プライバシーに関する懸念は何か、データはどのように分析され、解釈され、共有されるべきか、何かが間違っていた場合には誰が責任を負うべきか等の問題もある(Holmes, et al, 2019)。Holmes等(2018)は教育におけるAIの使用によって提起された具体的な倫理的問題に関しては研究が進んでいない、問題に対処するためのガイドラインも制定されていないと指摘している。

AIEDの倫理的課題については議論が始まったばかりであるが、The Institute for Ethical AI in

Education (IEAIE)がTowards a Shared Vision of Ethical AI in Education (IEAIE, 2020)と題する中間報告要旨を発表した。その中で今後、教育にAIを利用する際に、倫理的に必要な点を以下のように挙げている。

教育にAIを利用することによって、学習者が最大の効果を経験できるようにするためには、教育における倫理的なAIの枠組みにおいて以下のことを行う必要がある。

- 教育にAIを利用する際にはメリットとリスクの両方があることを認識し、学習者がAI利用により最大限の恩恵を享受できるようにするための倫理的な意思決定のための明確なガイダンスを提供する。
- 関係者の意見や価値観を反映し、教育における倫理的なAIの共有ビジョンを示す。これらの見解や価値観は、可能な限り、「教育におけるAIの技術的能力と影響」の証拠に基づいたものでなければならない。
- 意思決定や行動が枠組みに準拠しているかどうかを検証できるように設計されなければならない。

枠組みの青写真としては次のことを挙げている。

- AIは個人または集団レベルで学習者に本当に利益をもたらすことが明確に示されている場合にのみ、教育目的に使用されるべきである。
- 学習者にもたらされるリスクが顕著な場合には、教育目的にAIを使用すべきではない。
- 学習者に害を及ぼすリスクがある場合、以下の条件が満たされている場合に限り、AIを使用することができる。
  - A) リスクを軽減するための明確な措置がとられ、理解できる方法で公表されている。
  - B) 学習者への利益はこれらのリスクを上回る
  - C) 学習者へのリスクは大きくない
  - D) 条件(A)～(C)のモニタリングが行われている

E) (D) のモニタリングで (A) ~ (C) の条件が満たされていないことが判明した場合は、AIの使用を改善または中止する。

The Institute for Ethical AI in Education (IEAIE) の取り組み例が示すように、少しずつではあるが、教育にAIを使う際の倫理的課題への解決策を探る動きも始まっている。

#### 4 おわりに

Covid-19 禍の影響で、教育にはEdTechの活用が欠かせなくなっている。同時にEdTechの有効活用によって、これまでの教育を大きく変えることができる可能性がある。EdTechにより、能動的な学び、個別に最適化された学びを学習者ができるようになり、また疑似体験を通して学びを深めることが可能となり得る。本稿ではEdTechの中でも、特に教育に影響を与える可能性が高いVR,AR,AIに焦点を当てて、英語教育を含む教育への影響、実際の研究例、サービス例を紹介してきた。またAIの教育分野での利用の増加により、得られるデータ使用に関する倫理的課題も増えてきている。学習者がAIの最大限の恩恵を得ながら学ぶことができる環境を提供するためには、AIを教育に利用する際の倫理的課題についてさらなる検証と、課題解決策の提案と浸透が今後さらに必要となってくるだろう。

#### 参考文献

- 経済産業省. (2020) 新型コロナウイルス感染症による学校休業対策【#学びを止めない未来の教室】[https://www.learning-innovation.go.jp/covid\\_19/?t=10](https://www.learning-innovation.go.jp/covid_19/?t=10)
- 文部科学省. (2020) 「大学教育のデジタルイニシアティブ (Scheem-D) ~With コロナ / After コロナ時代の大学教育の創造~」の実施について [https://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/mext\\_00242.html](https://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/mext_00242.html)
- Ahn, T.Y., & Lee, S.M. (2016). User experience of a mobile speaking application with automatic recognition for EFL learning. *British Journal of Educational Technology*, 47 (4), 778–786.
- Aarseth, E. (2001). Virtual worlds, real knowledge: Towards a hermeneutics of virtuality. *European Review*, 9 (2), 227–232.
- Bailenson, J., Yee, N., Blascovich, J., Beall, A., Lundblad, N., & Jin, M. (2008). The use of immersive virtual reality in the learning science: digital transformations of teachers, students and social context. *The Journal of the Learning Sciences*, 17, 102–141.
- Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented reality in education-cases, places, and potentials. In Proceeding of the 2013 IEEE 63rd annual conference international council for education media (pp. 37–41). ICEM.
- Carmigniani, J., & Furht, B. (2011). Augmented reality: An overview. In B. Furht (Ed.), *Handbook of augmented reality* (pp.3–46). Springer Science & Business Media.
- Chattaraman, V., Kwon, W.S., Gilbert, J.E., & Ross, K. (2019). Should AI-Based, conversational digital assistants employ social-or task-oriented interaction style? A task-competency and reciprocity perspective for older adults. *Computers in Human Behavior*, 90, 315–330.
- Chen, C.C. (2020). AR videos as scaffolding to foster students' learning achievements and motivation in EFL learning. *British Journal of Educational Technology*, 51 (3), 657–672.
- Dede, C. (1996). The evolution of distance education: Emerging technologies and distributed learning implications of new media for distance education. *American Journal of Distance Education*, 10 (2), 4–36.
- Dede, C.J., Jacobson, J., & Richards, J. (2017). Introduction: Virtual, augmented and mixed realities in education. In D. Liu., C. Dede., R. Huang., & Richards, J (Eds.), *Virtual augmented and mixed realities in education* (pp.1–16). Springer.
- Delialioğlu, O. (2012). Student engagement in blended learning environments with lecture-based and problem-based instructional approaches. *Journal of Educational Technology and Society*, 15 (3), 310–322.
- Dionisio, J.D. N., Burns, William G. III., and Gilbert, R. (2013). 3D virtual worlds and the metaverse:

- Current status and future possibilities. *ACM Computing Surveys*, 45 (3), 1–33.
- EDCAUSE. (2020). EDCAUSE Horizon report™ teaching and learning edition.
- Freina, L., & OTT, M. (2015, April 23–24). *A literature review on immersive virtual reality in education: State of the art and perspectives*. The 11 th International Scientific Conference eLearning and Software for Education, Bucharest, Romania.
- Fu, S., Gu., H., & Yang, B. (2020). The affordances of AI-enabled automatic scoring applications on learners' continuous learning intention: An empirical study in China. *British Journal of Educational technology*, 51 (5), 1674–1692.
- Garzón, J., & Acevedo, J. (2019). Meta-analysis of the impact of augmented reality on students' learning gains. *Educational Research Review*, 27, 242–260.
- Gupta, S. (2015). Oigma-Language acquisition system using immersive virtual reality. [Master's thesis, The University of Texas at Arlington, Master of Science in Computer Science].
- Holmes, W., Bektik, D., Whitelock., D., & Woolf, B. (2018, June 27–30). *Ethics in AIED: Who cares?* The 19 th International Conference on Artificial Intelligence in Education (AIED'18), London, Great Britain.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadal, C. (2019). *Artificial intelligence in education*. Center for Curriculum Design.
- Hu-Au, E., & Lee, J. (2017). Virtual reality in education: a tool for learning in the experience age. *International Journal of Innovation in Education*, 4 (4). 215–226.
- KIJun, M., Geroimenko, V., & Pucihar, K.L. (2020). Augmented reality in education: Current status and advancement of the field. In V. Geroimenko (ed.), *Augmented Reality in Education*. Springer Nature Switzerland.
- Lin, T., & Lan, Y. (2015). Language learning in virtual reality environments: Past, present, and future. *Educational Technology & Society*, 18 (4), 486–497.
- Mukhi, N. (2018, June 27–30). *Watson Tutor demo for AIED 2018 conference*. The 19 th International Conference on Artificial Intelligence in Education (AIED'18), London, Great Britain. <https://www.youtube.com/watch?v=7YUthMwlfis>
- Muñoz, H. F. T. (2017). Supporting technology for augmented reality game-based learning. [Doctoral dissertation, Universitat de Girona, Doctorate in Technology].
- Schwienhorst, K. (2002). The state of VR: A meta-analysis of virtual reality tools in second language acquisition. *Computer Assisted Language Learning*, 15 (3), 221–239.
- Scrivner, O., Madewell, J., Buckley, C., & Perez, N. (2019). Best practices in the use of augmented and virtual reality technologies for SLA: Design, implementation, and feedback. in M.L. Carrió-Pastor (Ed.), *Teaching Language and Teaching Literature in Virtual Environments* (pp.55–72). Springer.
- Smart, J., Cascio, J., & Paffendorf, J. (2007). Metaverse roadmap: Pathway to the 3D web. Metaverse: A Cross-industry public foresight project. [http://www.metaverseroadmap.org / MetaverseRoadmapOverview.pdf](http://www.metaverseroadmap.org/MetaverseRoadmapOverview.pdf)
- Papert, S. (1991). Situating constructionism. In I. Harel & S. Papert (Eds.), *Constructionism: Research reports and essays*, 1985–1990 (pp. 1–11). Norwood, NJ: Ablex.
- The Institute for Ethical AI in Education (2020). Towards a shared vision of ethical AI in education. <https://www.buckingham.ac.uk/wp-content/uploads/2020/02/The-Institute-for-Ethical-AI-in-Educations-Interim-Report-Towards-a-Shared-Vision-of-Ethical-AI-in-Education.pdf>
- Troyer, O.D., Kleinermann, F., & Ewais, A. (2010, November 4–5). *Enhancing virtual reality learning environments with adaptivity: Lessons learned*. HCI in Work and Learning, Life and Leisure-6 th Symposium of the Workgroup Human-Computer Interaction and Usability Engineering, Klagenfurt, Austria.
- van HAREN, R. (2010). Engaging learner diversity through learning by design. *E-learning and Digital Media*, 7, 258–271
- Wang, Y. (2020, March 16). *How will COVID-19 impact global education?* CGTN. <https://news.cgtn.com/news/2020-03-16/How-will-COVID-19-impact-global-education--OTZKvx8tbO/index.html>

Zawacki-Richter, O., Marin, V.L., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Educa-*

*tion*, 16: 39, 1–27.

Zhang (2020). Design and implementation of augmented reality for English language education. In V. Geroimenko (ed.), *Augmented Reality in Education*. Springer Nature Switzerland.