

Teaching material development and the metaverse

教育開発とメタバース

岐阜女子大学

目 次

第1講	教材開発.....	1
第2講	学習者のニーズ.....	8
第3講	学習目標と行動目標.....	17
第4講	教材の構成.....	26
第5講	マルチメディア教材.....	34
第6講	メタバースの活用.....	43
第7講	バーチャルスクール.....	52
第8講	個別最適化された学習の可能性.....	59
第9講	表現力の育成.....	66
第10講	地域学習.....	73
第11講	プロジェクト型学習.....	80
第12講	海洋教育.....	90
第13講	日本語教育.....	99
第14講	メタバース開発.....	106
第15講	3Dモデリングとモーションキャプチャー.....	115

第1講 教材開発

【学修到達目標】

- ・教材の重要性が理解できる。
- ・教材開発のプロセスを説明できる。

1. 教材の重要性

教材は、学習目標の達成を支援し、学習効果を最大化するための重要なツールである。教材は、学習内容を体系的に整理し、学習者が理解しやすいように構造化する役割を持つ。歴史の教材であれば、年代順やテーマ別に出来事を整理し、図表や年表を用いて視覚的に理解を促す。数学の教材であれば、公式や定理をわかりやすく段階的に解説し、例題や練習問題を交えて理解を深める。構造化された教材は、学習者が効率的に知識やスキルを習得することを可能にする。学習者は、教材の構成に従って学習を進めることで、必要な情報をスムーズに見つけ出し、理解を深めることができる。

学習者の興味を引く魅力的な教材は、学習意欲を高め、学習への積極性を促す。ゲーム要素を取り入れた教材や、インタラクティブなデジタル教材は、学習者の好奇心を刺激し、楽しみながら学習することを可能にする。また、実際の事例やストーリーを用いた教材は、学習内容を身近に感じさせ、学習への関心を高める。これには、多様な形式やメディアを活用した教材が効果的であり、学習者の多様なニーズに対応し、学習意欲を維持するのに役立つ。視覚的に学習する学習者には図表やイラストを多用した教材を、聴覚的に学習する学習者には音声解説や動画を多用した教材を提供する。学習者は、自分に合った教材を選択することで、ストレスを低減し、意欲的に学習を続けることができる。

デジタル教材やアダプティブラーニング教材は、学習者の進捗や理解度に合わせて個別に学習内容を調整することができる。学習者の学習履歴を分析し、苦手な分野の問題を重点的に出題したり、理解度に合わせて解説のレベルを調整したりする。これにより、一人ひとりの学習者が自分に合ったペースで学習を進めることができる。学習者は、自分のペースで学習することで、焦りや不安を感じることなく、着実に知識やスキルを習得することができる。これは、学習進度に差があるクラスや、個別の支援が必要な学習者にとって有効である。ここでいうアダプティブラーニング教材は、AI やデータ分析などの技術を活用し、学習者一人ひとりの理解度や進捗に合わせて学習内容を最適化する教材である。アダプティブラーニング教材は、AI とデータ分析、

適応型アルゴリズム*の技術を組み合わせることで、個別のニーズに応じた学びを提供する。AIの利用では、学習者の解答パターンや学習履歴を分析し、理解度を把握する。分析結果に基づき、次に提示する問題や学習コンテンツを自動的に選択する。データ分析では、学習者のデータを収集・分析し、学習傾向や苦手分野を特定する。分析結果は教材の改善や学習指導に活用される。適応型アルゴリズムでは、学習者の反応に応じて問題の難易度やヒントの出し方を調整し、最適な学習ペースを提供する。

練習問題や演習問題を含む教材は、学習内容の定着を促し、知識やスキルを実践的に活用する機会を提供する。数学の教材であれば、公式や定理を理解した後に、様々な問題に挑戦することで、知識を定着させることができる。また、語学の教材であれば、単語や文法を学習した後に、会話練習や作文練習を行うことで、実践的なコミュニケーション能力を育成することができる。

実際の場面を想定したシミュレーション教材や事例研究教材は、学習者が現実世界で直面する課題に対応するための能力を育成する。学校内での避難訓練をシミュレーション教材として活用する場合は、地震が発生したというシナリオの中で、子供が自分の席で身を守る行動を取るところから始め、校庭に避難する際の正しいルートや、安全確認を行う役割分担を体験することで、災害時の行動力と判断力を育むことができる。また、学校でのエコ活動をテーマに設定した場合は、クラスでゴミを減らすための取り組みという実際の課題を提示し、子供がデータを集めて分析したり、新しいアイデアを提案したりすることで、環境問題に対する意識や課題解決の能力を育成することができる。

教材に組み込まれた評価機能やテストは、学習者の理解度を測定し、学習の進捗状況を把握するのに役立つ。例えば、定期的な小テストや模擬試験を実施することで、学習者は自分の理解度を客観的に評価することができる。また、デジタル教材であれば、学習者の解答履歴を分析し、苦手な分野や理解が不十分な箇所を特定することができる。教師は、評価結果に基づいて適切なフィードバックを提供し、学習者の学習を支援することができる。個別面談やコメントを通じて、学習者の強みや弱みを伝え、今後の学習計画を立てる。また、デジタル教材であれば、学習者の解答履歴に基づいて、個別にアドバイスや解説を提供することができる。

教材は、教師が授業を計画し、実施するための基盤であり、教科書や指導書は、授業内容や流れを決定する上で重要な参考資料となる。また、デジタル教材であれば、授業で活用できる動画やシミュレーションなどのコンテンツが提供される。教材に付属する指導書や教師用資料は、教師の指導をサポートし、授業の質を高めるのに役立つ。指導書には、授業の目標や流れ、指導上の注意点などが記載されており、教師用資料には、授業で活用できるワークシートや資料などが含まれている。

近年の教育現場では、ICT教材の普及により、オンライン学習や反転学習など、多様な学習方

法が導入されている。オンライン学習では、時間や場所にとらわれずに学習することが可能になる。また、反転学習では、授業前に自宅で教材を学習し、授業では演習や討論を行うことで、より深い理解を促す。教材は、これらの多様な学習方法に対応し、学習者の学習体験を豊かにする役割を果たす。オンライン学習に対応したデジタル教材や、反転学習に対応した動画教材などが開発されており、これらの教材は、学習者の多様なニーズに対応し、学習効果を高める。

- 資 料 -----

*適応型アルゴリズム

適応型アルゴリズムは、与えられたデータや環境の変化に柔軟に対応し、その振る舞いやパラメーターを自動的に調整することで、より高度な問題解決やタスク遂行を可能にする。適応型アルゴリズムの中核となるのは、適応性 (Adaptability) の概念であり、アルゴリズムが外部環境や入力データの変化を検知し、それに応じて自身の内部状態や処理方法を動的に変化させる能力を指す。この適応性は、過去の経験やデータからの学習 (Learning) プロセスを通じて実現される。特に、データが逐次的に入力されるオンライン学習 (Online Learning) の枠組みにおいては、アルゴリズムはリアルタイムに学習と適応を繰り返しながら、その性能を向上させていく。適応的な振る舞いを設計する上で重要なのが、探索と活用 (Exploration vs. Exploitation) のバランスである。アルゴリズムは、より良い解決策を求めて新しい行動を試す (探索) 一方で、これまでに得られた知識に基づいて最適な行動を選択する (活用) 必要がある。適応型アルゴリズムは、この二つの戦略を状況に応じて動的に調整することで、効率的な学習と問題解決を実現する。

2. 教材開発に関する用語

教材開発に関する用語について説明する。

学習リソースは、学習者が目標を達成するために利用するあらゆる資料やツールの総称である。教材、コンテンツ、学習活動といった要素が複雑に絡み合い、効果的な学習を支えている。学習リソースは広義の概念で、教材やコンテンツもその一部である。

教材は、学習目標達成のために体系的に構成された資料やツールのことで、教科書、参考書、問題集といった紙媒体に加えて、デジタル教材、動画、音声ファイル、シミュレーションなど、形態は多岐にわたる。教材の役割は、学習内容を整理し、学習者が理解しやすいように提示することで、学習者は教材を通じて、知識やスキルを段階的に習得する。教材を選ぶ際には、学習目標と

の整合性、学習者のレベルやニーズ、教材の質などを考慮する必要がある。また、複数の教材を組み合わせることで、より効果的な学習が期待できる。教材は、学習リソースの中から特定の目標や用途に合わせて作られるものである。

コンテンツは、教材に含まれる情報や知識のことで、テキスト、画像、動画、音声など、様々な形式で提供される。コンテンツは、学習者が学習目標を達成するために必要な情報を提供するだけでなく、学習者の思考を刺激し、理解を深める役割を持つ。理科であれば、実験の映像や解説だけでなく、実験結果のデータや考察などを提示することで、学習者は科学的な思考プロセスを学ぶことができる。プログラミング学習であれば、コードの解説だけでなく、実際にコードを書いて実行する演習問題を提供することで、実践的なスキルを習得できる。コンテンツを作成する際には、正確性、わかりやすさ、興味深さなどを考慮する必要がある。また、学習者のレベルやニーズに合わせて、コンテンツの難易度や量、形式などを調整することも重要である。コンテンツは、教材やリソースを構成する具体的な中身である。

学習活動は、学習者が主体的に行う学習行動のことで、講義を聴くだけでなく、演習問題を解いたり、グループでディスカッションしたり、プレゼンテーションをしたり、実験や実習を行ったりするなど、様々な活動が含まれる。学習活動の目的は、学習者が知識やスキルを定着させ、実践的な能力を養うことである。主体的な学習活動は、学習者の思考力、判断力、問題解決能力、コミュニケーション能力などを育成する効果がある。数学の授業であれば、公式や定理を暗記するだけでなく、様々な問題を解いたり、グループで協力して課題に取り組んだりすることで、数学的な思考力を養うことができる。語学学習であれば、単語や文法を覚えるだけでなく、実際に会話練習をしたり、外国語でプレゼンテーションをしたりすることで、実践的なコミュニケーション能力を向上させることができる。学習活動を設計する際には、学習目標との整合性、学習者のレベルやニーズ、学習活動の種類や時間、評価方法などを考慮する必要がある。また、多様な学習活動を組み合わせることで、学習者の興味を引き付け、学習効果を高めることができる。

教材、コンテンツ、学習活動は、それぞれ独立した要素ではなく、互いに密接に関連し合っている。これらの要素を適切に組み合わせることで、学習効果を最大化することができる。動画教材で概念を学習した後、演習問題を解いたり、グループでディスカッションしたりすることで、理解を深めることができる。また、シミュレーション教材で実践的なスキルを習得した後、実際の場面で応用することで、より高い学習効果が得られる。学習リソースを効果的に活用するためには、学習目標を明確にし、学習者のニーズを把握し、適切な教材やコンテンツ、学習活動を選択し、学習効果を評価し、改善していくことが重要である。

- 資 料 -----

教材開発に携わる上でよく用いられる用語

- ◇ 学習目標 (Learning Objectives) 教材を通して学習者が達成すべき具体的な目標。行動動詞を用いて記述されることが多い。
- ◇ 学習内容 (Learning Content) 学習目標を達成するために教材に盛り込まれる知識、スキル、態度など。
- ◇ 教材設計 (Instructional Design) 学習目標達成のために、学習内容をどのように構成し、どのような活動を取り入れるかを計画するプロセス。
- ◇ 構造化 (Structuring) 学習内容を理解しやすいように整理し、関連付け、階層化すること。論理的な順序や視覚的な表現などが用いられる。
- ◇ アクティビティ (Activity) 学習者が主体的に学習に取り組むための活動。演習問題、グループワーク、ディスカッション、実験など多様な形式がある。
- ◇ 評価 (Assessment) 学習目標の達成度を測るための活動や方法。形成的評価（学習途中に行われる評価）、総括的評価（学習の最後にまとめて行われる評価）などがある。
- ◇ フィードバック (Feedback) 学習者の学習状況について、改善点や進捗状況を伝えること。
- ◇ インストラクショナルデザインモデル (Instructional Design Model) 効果的な教材を開発するための理論的枠組み。ADDIE モデル、ASSURE モデルなどがある。
- ◇ 学習者分析 (Learner Analysis) 教材の対象となる学習者の特性（知識、スキル、動機、学習スタイルなど）を把握すること。
- ◇ ニーズ分析 (Needs Analysis) 学習者が抱える課題や、学習を通して達成したいことを明確にすること。教材開発の出発点となる。
- ◇ 形成的評価 (Formative Assessment) 学習の途中で行われる評価。学習の改善や教材の修正に役立てられる。小テスト、課題の提出、授業中の質問などが該当する。
- ◇ 総括的評価 (Summative Assessment) 学習の最後に、学習目標の達成度を総合的に評価すること。期末試験、レポート提出、成果物の評価などが該当する。
- ◇ ルーブリック (Rubric) 学習成果物の評価基準を明確に示すもの。複数の評価項目と、それぞれの達成度に応じた記述で構成される。
- ◇ オーセンティック評価 (Authentic Assessment) 実社会での課題や状況に近い文脈で学習者の能力を評価する方法。ポートフォリオ評価、パフォーマンス評価などがある。
- ◇ ユニバーサルデザイン (Universal Design for Learning - UDL) 全ての学習者が学習し

やすいように、教材や指導方法を設計する考え方。多様な表現、多様な行動と表現の手段、多様な興味関心を刺激する手段を提供する。

- ◇ アクセシビリティ (Accessibility) 障害のある学習者を含む、全ての学習者が教材を利用しやすいように配慮すること。文字サイズの調整、音声読み上げ機能、代替テキストの提供などが含まれる。

3. 教材開発

教材開発とは、特定の学習目標や教育目的を達成するために、適切な教材を企画・設計・制作するプロセスである。この過程では、学習者のニーズや教育環境に合わせて、内容や形式が工夫され、効果的な学びを提供する。教材開発のプロセスは、効果的な学びを実現するための重要なステップであり、一般的には、次の順に進める。

授業で、解決すべき課題や達成すべき目標を具体的に設定する。学習者の特性を詳細に分析することが必要で、対象となる学習者の年齢や学習スキルのレベル、またこれまでの学習背景や興味関心などを把握する。小学校の教材では、発達段階に適した内容や、実生活で役立つ知識・スキルを盛り込む必要がある。

学習目標に基づいて教材の具体的な内容を設計する。伝えたい知識や習得すべきスキルを明確化し、それをどのように分かりやすく整理するかを検討する。学習内容は、理解しやすい順序で配置される。また、視覚的な要素や実例を活用し、学習者が直感的に内容を理解できるよう工夫する。

次に、教材の形式と手法を選択する。学習者に最適な学びの方法を考慮する必要があり、紙媒体を利用した教科書やワークシートは、伝統的な学びに効果的だが、デジタル教材ではよりインタラクティブな体験が可能である。アプリや動画コンテンツを取り入れることで、視覚や聴覚を活用し、学習者の興味を引くことができる。また、対話型やシミュレーション教材を活用することで、学んだ知識を実際の状況に応用する練習を提供できる。理科の授業で地震の発生メカニズムを学ぶ場合、3D シミュレーションを活用することで、教科書では得られない実感を持った学びが実現する。

これまでに多くの教材が制作されており、紙媒体の教科書や資料だけでなく、ネット上にも様々な教材が掲載されている。例えば、日本語教育コンテンツ共有システム「NEWS」は、日本語教育に関する教材、カリキュラム、報告書、論文、施策資料等（「日本語教育コンテンツ」）を横断的に検索できる情報検索サイト(<https://www.nihongo-ews.mext.go.jp/>)で、これを利用して教材を効果的に活用することができる。



日本語教育コンテンツ共有システム「NEWS」

学習者のニーズに合った教材を作成することも効果が期待できる。自作教材は、学習者の年齢、興味、スキルレベル、背景に合わせて内容をカスタマイズすることができ、特定のテーマに興味を持つ学習者がいる場合、そのテーマに関連する題材を取り入れることで、学習意欲を高めることができる。また、苦手分野を補強するための特別な課題を組み込むこともできる。学校のカリキュラムや授業計画に適合するように設計できるため、教育目標を効率的に達成しやすくなり、市販の教材では取り上げられていない地域特有の課題や文化的な背景を反映することで、より実践的で意味のある教育が可能となる。

最後に、実際に教材を使用し、その効果を検証するプロセスに進む。学習者が教材を通じて目標を達成できたかどうかを評価し、改善点を見つけるためのフィードバックを集める。教師や学習者からの意見、テスト結果、学習進捗データなどを分析して、教材の改善に役立てる。

課題

1. 教材の重要性について説明しなさい。
2. 教材開発のプロセスについて整理しなさい。

第2講 学習者のニーズ

【学修到達目標】

- ・学習者のニーズについて理解することができる。
- ・ニーズと学習目標について説明することができる。

1. 学習者のニーズ

学習者のニーズの分析は、効果的な教育や研修プログラムを設計する上で欠かせないプロセスであり、学習者一人ひとりに最適な学びを提供するための重要なステップとなる。このプロセスにおいては、対象者の特性を理解し、具体的なニーズを把握することが教材開発に役立つ。

学習者の年齢層によって、学習内容や形式に対する適応性が異なる。小学生を対象とする場合、視覚的にわかりやすい図やイラストを多用した教材が効果的である一方、高校や大学生の学習者では、実務に関連するケーススタディやディスカッション形式の活動が好まれる場合がある。年齢層は学習者の発達段階に応じた教材や活動をデザインする際の指標となる。

教材を開発する際には、学習者の環境や教育レベルを把握することが重要である。特に、異文化背景を持つ学習者がいる場合は、その文化の違いに配慮した内容を取り入れる必要がある。また、同じ学年であっても、理解や習熟の度合いは個々で異なるため、すべての学習者に合った学びを提供する工夫が求められる。基礎的な内容を丁寧に復習できる教材や、応用的な課題を含んだ教材を用意し、それぞれの状況や能力に応じて使い分けることが効果的である。学習者が自分のペースで取り組める教材を整えることで、学びの質を向上させることができる。

教材を開発する際には、学習者それぞれが持つ異なる学習スタイルに対応した設けが求められることがある。学習者によって効果的な学び方は異なるため、それぞれの特性に合った方法を取り入れる。視覚的な学習を好む人には、図表やイラスト、動画を用いた教材が有効であり、視覚的な要素を活用することで、情報を直感的に理解しやすくなり、学習の効率が向上する。また、聴覚的な学習を好む学習者には、音声教材や講義形式が適している。講義を録音した音声ファイルやポッドキャストを活用することで、音で聞く情報が記憶に定着しやすくなる。体験を通して学ぶのが得意な学習者には、実地演習やグループディスカッションといった体験型の学習方法が効果的であり、実際の課題をグループで解決する活動や、シミュレーションを行うことで、学習者は実践的なスキルを習得しやすくなる。ただし、これらの方法のいずれか一つに偏るのではなく、さまざまなアプローチを組み合わせることで活用することが効果的である。視覚的、聴覚的、体験

的な要素をバランスよく取り入れることで、異なる学習スタイルの学習者全員が自分に合った形で学べる環境を整えることができる。

学習者自身が自分の学び方を理解するようサポートすることも大切である。学習者が自分の得意なスタイルを把握できれば、より主体的に学ぶことができるようになる。そのため、教材開発の際、幅広い選択肢を提供し、個々の学習者が自由に選択できるような教材も大切である。

学習者のニーズを正確に把握するためには、適切な分析ツールを活用することが効果的である。中でも、アンケートは短時間で効率的に情報を収集できる方法として有効で、アンケートを実施する際には、学習者が希望する内容やこれまでの学習経験について具体的な質問を設定する。また、選択式の質問だけでなく、自由記述を含めることで、個々の学習者が抱える課題や具体的な希望をより深く知ることができる。「学習において現在感じている課題を教えてください」や「教材に取り入れてほしい内容や形式はありますか」といった設問を用意することで、多様な意見を収集することが可能である。オンラインツールを活用すれば、手軽にアンケートを実施し、データを迅速に集計することができる。

集めたデータは、教材開発における大切な参考資料となる。アンケート結果から、学習者の多くが視覚的な教材を好む傾向が見られれば、図表やイラストを多用した教材を開発することが有効だと考えられる。また、特定の分野に苦手意識を持つ学習者が多いことが判明した場合には、その分野に特化した基礎的な補助教材を作ることが求められる。このように、アンケートを通じて得られたデータを分析し、学習者の状態やニーズに応じた教材を設計することで、学習効果を最大化することが可能になる。

インタビューは、個々の学習者から詳細な情報を得る手段として有効である。直接的な対話を通じて、アンケートでは見逃しがちな学習者の内面や動機、具体的なニーズを掘り下げることができる。学習者の抱える困難さ、学ぶことのやりがい等を知ることで、より個別化された指導が可能になる。

過去に使用した教材や授業内容についてのフィードバックを収集することで、学習者がどのような部分に価値を感じ、またどの部分に改善が必要だと感じているのかを把握できる。テストや練習問題の結果を振り返り、誤答が多い箇所を分析することで、学習者が苦手としている分野を特定することができる。このような誤答分析を通じて、問題の傾向や間違いやすいポイントを見つけ、それに基づいて教材内容を調整することが可能となる。さらに、過去の学習データを参考にすることで、学習者がどのようなペースで学びを進めているのかを理解することもできる。ある単元に時間を多くかけている場合、その単元の内容が難しい可能性がある。このような場合、教材の設計においてその単元に補足説明を加えたり、別の視点から学び直せるような追加の演習問題を提供したりすることが効果的だ。また、進捗の早い学習者向けに応用的な課題を含む教材

を用意することで、それぞれの学習ペースに応じた対応が可能となる。これは学習者からだけでなく、指導者や同僚からの意見も参考になる。

このようなデータ分析に基づいた教材開発は、単に知識を詰め込むだけでなく、学習者自身が理解を深めやすい仕組みを作る上で重要な役割を果たす。また、データを活用することで学習の質を客観的に評価できるため、教材の改善サイクルを効率的に回すこともできる。実際に教材を使用した後に再度データを収集し、学習者の成果が向上したかどうかを確認することで、教材の有効性を検証できる。

- 資 料 -----

誤答データ蓄積と教材開発への活用（1970年代の実践から）

誤答分析は、以前から行われており、効果が報告されている。その実践事例を紹介する。

教材開発において、正誤データだけでなく、誤りの種類とその傾向を詳細に分析し、蓄積することは、より効果的な学習支援へと繋がる重要な取り組みとなる。教師は、学習者の誤りのパターンを把握することで、指導方法や提示資料を適切に調整し、個々のつまづきに対応したきめ細やかなサポートを提供できるようになる。

(1) 誤答データの体系的な収集と分類

効果的な誤答分析は、体系的なデータ収集と分類にある。単に正誤を記録するだけでなく、「どのような誤りがあったのか」を詳細に記録することが重要となる。小学校算数の分数における誤りの分類では、起こりやすい誤りのパターンを事前にコード化し、教材データベースに問題と紐付けて記録する仕組みを構築する。例えば、小学校の算数における「繰り上がりのある足し算」の単元であれば、以下のような誤りコードを設定することが考えられる。

コード 01: 繰り上がりの数を足し忘れる

コード 02: 繰り上がりの数を間違える（例：1 繰り上がりを 2 として計算）

コード 03: 各位の計算を誤る

コード 04: 繰り上がりの処理ができていない（例：十の位に繰り上がらない）

コード 05: その他

問題ごとにこれらの誤りコードの出現頻度を記録することで、学習者全体としてどのような誤りの傾向があるのか、また、個々の学習者がどのような誤りをしやすいのかを把握することが可能になる。オンライン教材やデジタルドリルであれば、解答時に誤りコードを自動的に記録する仕組みを組み込むことも有効である。

◆項目ライブラリ リスト◆

※〈資料番号〉 M3060166

〈内容〉

[]の中にあてはまる数をかきなさい。

$$\begin{array}{ccccccc} 2 & 2 & [] & [] & [] \\ - & \div & - & = & - & \times & - & = & - \\ 3 & 5 & [] & [] & [] \end{array}$$

〈教科〉 小学校算数

〈主学習目標〉 わり算をかけ算になおす事が出来る。

〈関連学習目標〉 逆数がわかる

分数÷分数の計算が出来る。

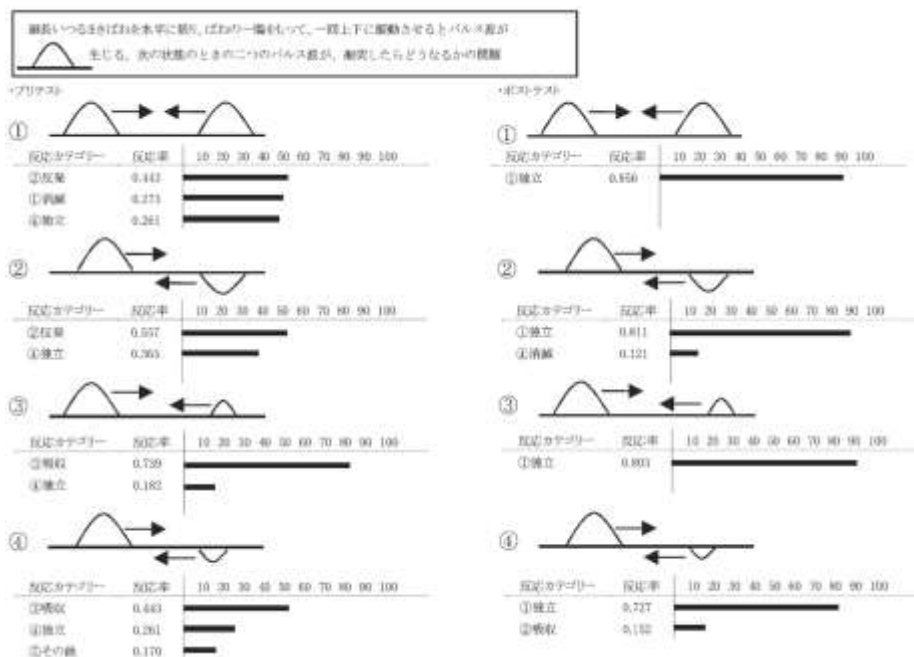
〈索引語〉	数と計算	分数	除法	逆数
〈難易度〉	小学校6年(中程度、普通)			
〈反応〉	カテゴリ	0	0.7	% 無答
	カテゴリ	0	80.7	% 正答
	カテゴリ	0	10.7	% 約分不足の正答
	カテゴリ	0	0.0	% 通分での誤答
	カテゴリ	0	6.9	% 計算規則での誤答
	カテゴリ	0	0.7	% 単純な計算での誤答
	カテゴリ	0	0.0	% 分数化の誤答
	カテゴリ	0	0.0	% 立式による誤答

小学校算数「分数」の誤答の蓄積(岐阜女子大学デジタルアーカイブのデータより)

(2) 誤答傾向の可視化と分析

蓄積された誤答データは、教師が容易に傾向を把握できるよう可視化することが重要となる。前述の図の出力例のように、誤りのパターン別出現頻度をパーセントで表示したり、グラフ化したりすることで、一目で誤りの傾向を捉えることができる。

さらに、単に頻度を示すだけでなく、誤りの背後にある原因を分析することも重要となる。例えば、「約分不足の誤答」が多い場合、約分概念理解が不十分である可能性や、計算の最終段階で注意が散漫になっている可能性などが考えられる。教師は、これらの可能性を考慮しながら、次の指導計画を立てる必要がある。また、学習者全体の誤答傾向だけでなく、個々の学習者の誤答履歴を分析することで、その学習者の弱点や理解の偏りを把握することができる。特定の誤りパターンが繰り返し見られる学習者に対しては、その誤りの原因に特化した個別指導や補習教材を提供することが効果的である。



高等学校物理「波動」の誤答の蓄積(岐阜女子大学デジタルアーカイブのデータより)

(3) 誤答傾向に基づいた指導計画の立案

誤答データに基づいた指導計画の立案は、授業の質を向上させるための重要なステップである。教師は、事前に学習者の誤り傾向を把握することで、授業の導入で特に注意すべき点や、強調すべき概念を明確にすることができる。例えば、「分数化の誤答」が多いことが予想される場合、授業の冒頭で分数の概念を改めて丁寧に説明したり、具体的な例を多く提示したりするなどの対策を講じることができる。また、練習問題においても、誤答しやすいパターンを意識した問題を取り入れることで、学習者の理解を深めることができる。経験の浅い教師にとっては、事前に学習者の誤り傾向を知ることは、授業への不安を軽減し、効果的な指導を行うための大きな助けとなる。一方、経験豊富な教師にとっても、客観的なデータに基づいた教材研究は、自身の指導方法を振り返り、改善するための貴重な機会となる。

(4) 誤答データ運動型教材の開発

蓄積された誤答データは、新たな教材開発においても重要な指針となる。特定の誤りが多い問題については、その誤りを誘発する要因を分析し、より理解しやすい表現や解説、図解などを盛り込んだ教材を開発することができる。例えば、「繰り上がりの数を足し忘れる」誤答が多い場合、繰り上がりの処理を視覚的に強調した教材や、段階的に計算を進めるためのヒント機能など

を組み込んだデジタル教材を開発することが考えられる。また、誤答データに基づいて、学習者の理解度に応じた個別最適化教材を開発することも可能になる。特定の概念の理解が不十分な学習者に対しては、基礎的な内容を重点的に扱った教材を提供し、十分に理解している学習者に対しては、応用的な問題や発展的な内容を含む教材を提供するなど、個々のニーズに合わせた学習支援を実現できる。単元や授業ごとの学習者の反応データ（プリ・ポストテストの結果、誤答分析など）を教材データベースに紐付けて蓄積することも、授業改善においては重要となる。ある授業計画や教材を用いた場合に、どの程度の学習効果があったのか、どのような誤りが多く見られたのかといった情報を共有することで、教師間の連携を強化し、学校全体としての教育力向上に繋がる。特に、異動や新任の教師にとっては、過去の授業実践データは、教材選択や授業計画立案の貴重な参考資料となる。成功した事例だけでなく、課題が残った事例とその分析結果を共有することで、同じような失敗を繰り返すことを防ぎ、より効率的な授業準備が可能になる。

(5) 学習コース設計への応用

長期的な視点で見ると、蓄積された誤答データは、今後の学習コース設計においても重要な役割を果たす。各教材や単元における誤りの傾向を分析することで、つまづきやすい箇所を早期に特定し、それに対応した補習や反復学習の機会をカリキュラムに組み込むことができる。また、誤答の傾向に基づいて、学習者の理解度に応じて分岐するアダプティブラーニングの仕組みを構築することも可能になる。特定の概念でつまづいた学習者には、基礎的な内容に戻って学び直すための教材を提供し、スムーズに理解できている学習者には、より発展的な内容に進むための教材を提供するなど、個々の学習状況に合わせた柔軟な学習パスを提供できる。

2. 学習環境

教材を開発する際には、学習環境と制約を十分に考慮することが必要である。学習環境には、教室での対面学習、オンラインでの学習、対面とオンラインを組み合わせたハイブリッド形式の学習があり、それぞれに適した教材デザインを検討することが重要になる。まず、教室での対面学習においては、学習者が物理的に集まって学ぶ環境が提供されるため、教材には教師との対話やグループ活動を促進する要素を盛り込むことが効果的である。プリント教材やホワイトボードに図解を描いて議論を展開する方法が活用されることが多い。また、教室内の限られた時間内で効率的に学びを進めるため、内容を簡潔にまとめつつ、補足資料を用意することで理解を深める工夫が求められる。

オンライン学習の場合は、学習者がインターネットを通じて教材にアクセスする形式となる。

この場合、教材デザインは視覚的でインタラクティブな要素を強調することが重要である。具体的には、動画コンテンツやクイズ形式の練習問題を取り入れることで、画面越しでも集中力を維持しやすい構成にする。また、オンライン環境では学習者が孤立しやすいという課題があるため、他の学習者や教師とのコミュニケーションを促進する機能を教材内で実装するのも効果的である。オンラインフォーラムやチャット機能を活用して相互の意見交換ができるようにすることで、学習の質を向上させることができる。

ハイブリッド形式では、対面学習とオンライン学習の利点を組み合わせた環境を設計する必要があるため、教材を両方の学習形式に適応できるように設計されることが求められる。例えば、教室で使用する印刷教材とオンラインでアクセスできる補足資料を併用する形が考えられる。これにより、学習者は教室での活動を深めるとともに、自宅や外出先でも学びを継続することが可能となる。また、学習進捗を共有するオンラインプラットフォームを利用することで、教師が学習状況をリアルタイムで確認しやすくなる。学習進捗を共有するオンラインプラットフォームは、学習者の学習進度を一目で確認できるため、学習者自身が進捗を把握しやすくなるだけでなく、教師も全体の状況を把握し、必要に応じてサポートを提供できる。また、プラットフォームには、学習者が提出した課題やテストに対して即時にフィードバックを提供する機能が備わっており、学習者は自分の弱点を早期に認識し、改善に取り組むことができる。教師がコメントを追加することで、個別指導の質を向上させることもできる。多くのプラットフォームでは、チャットやフォーラム機能が搭載されており、学習者同士や教師とのコミュニケーションを促進し、オンライン環境でも学習者が孤立することなく、協力しながら学ぶことができる。さらに、テストやクイズの自動採点機能を持つプラットフォームでは、学習者の成績を迅速に評価し、データを分析することができ、教師は学習者全体の理解度を把握し、必要に応じて教材や指導方法を検討できる。教師は、プラットフォーム上でカリキュラムを作成・管理することができ、動画、PDF、スライドなどの教材をアップロードし、学習者がアクセスできるようにすることで、効率的な学びを提供できる。代表的なプラットフォームとして、Google Classroom、Moodle、Classi などがある。

これらの学習環境に加え、時間やリソースの制約も重要な要素である。限られた授業時間内で全ての教材を活用するためには、内容を優先順位に基づいて選び、簡潔かつ効果的に伝える工夫が必要となる。また、教材制作における予算や人材の制約を考慮し、効率的な作成方法を取り入れることが求められる。環境と制約を適切に考慮することで、教材は学習者にとって使いやすく、教育の目的を効率的に達成することが可能となる。

3. ニーズと学習目標

学びの質を高めるためには、学習者のニーズを正確に把握し、それを具体的な学習目標に結びつけることが重要である。さらに、教育現場で直面する課題に対して適切な解決策を見出し、それを実践することが大切である。ここでは、学習者のニーズを学習目標に結びつける方法と教育現場で起こりがちな課題の解決策について詳述し、教育の質向上を図るためのアプローチを提示する。

ニーズを具体的な学習目標に結びつける方法について説明する。学習者のニーズは個々の背景や目標によって異なり、それを理解するためには情報収集が欠かせない。アンケート調査や個別面談、授業中の学習者の行動観察などを通じて、学習者がどのようなスキルや知識を必要としているかを把握することが重要である。この段階で収集した情報をもとに、明確で具体的な学習目標を設定することが、教育効果を最大化するための第一歩となる。語学学習において「英語をもっと話せるようになりたい」という学習者のニーズが確認された場合、「日常会話において適切なフレーズを使用しながら流暢に話す能力を習得する」という具体的な学習目標を設定することが考えられる。このような目標は、測定可能で具体的であることが望ましい。学習者が自身の進歩を実感できるよう、「どの程度の流暢さをどの期間内に達成するか」を明確にすることで、学習への意欲を高めることができる。

設定した目標を達成するための学習計画作成も重要なプロセスである。学習者の特性や進捗状況を考慮し、個々に応じた柔軟性のある計画を立てることが大切である。グループで学ぶことでより成果が出るタイプの学習者にはペアワークやディスカッション形式を中心にした活動を取り入れる一方、個別での深い思考を好む学習者には自主学習の時間を多く確保する方法が有効である。また、学習スタイルの選択肢を提示することで、学習者自身が最適な方法を選べる環境を作ることも意識するべきである。

モチベーションが低下する学習者がいる場合、目標達成感を得られるような工夫を凝らした授業計画が求められる。学習内容が難しすぎたり簡単すぎたりする場合、学習者は自身の成長を実感しにくくなる。そのため、適切な難易度調整とともに、段階的な目標設定を行い、学習の達成感を積み上げることが重要となる。大きな目標を達成するための小さなステップ(スモールステップ)を設け、その達成ごとにフィードバックを行うことで、学習者のやる気を維持することが可能となる。

学校では教師自身が抱える負担の増加も深刻な問題の一つである。授業の準備や教材の作成、個別対応など、多くの業務を同時にこなす必要があるため、時間的・精神的な負担が増大しやすい。この課題に対しては、テクノロジーの導入が解決策として有効である。AIを活用したオン

ライン教材の使用により、教師の負担を軽減しつつ、学習者一人ひとりに合わせた教育を提供することが可能となる。これにより、教師はより重要な教育活動に集中することができる。さらに、学校でのコミュニケーション不足も課題として挙げられる。学習者同士の交流が減ることで学習意欲が低下したり、協力的な学びが難しくなるケースが存在する。これを解決するために、グループプロジェクトや共同学習を導入することが推奨される。学習者間の意見交換や協力作業が促されることで、学習者は新たな視点や刺激を得ることができ、学びの質を向上させる効果が期待できる。

学習者のニーズを具体的な学習目標に結びつけること、そして教育現場で直面する課題に対応することは、教育の質を向上させるための重要な取り組みである。そのためには、学習者、教師、そして教育機関全体が一体となり協力し合い、より良い教育環境を構築していくことが求められる。

課 題

1. 学習者のニーズについて整理しなさい。
2. ニーズと学習目標についてまとめなさい。

第3講 学習目標と行動目標

【学修到達目標】

- ・学習目標と行動目標について理解することができる。
- ・学習目標および行動目標と教材開発について説明することができる。

1. 学習目標

学習目標の設定は、効果的な学習を行う上で重要であり、目標が明確であれば、学習のモチベーションを維持しやすく、効率的に学習を進めることができる。組織心理学における目標設定理論 (Locke & Latham, 1990) では、①具体的で高い目標を設定することは、簡単に曖昧な目標を設定する場合や目標を設定しない場合よりも、高い個人のパフォーマンスにつながる、②目標は高いほど、個人のパフォーマンスは高くなる、③フィードバック、意思決定への参加、競争等の関連要因は、具体的で高い目標の設定及び目標へのコミットメントとつながらないのであれば行動に効果を及ぼさないとされる。

ここでは、SMART 目標を取り上げて、学習目標の設定方法について解説する。SMART 目標設定とは、以下の5つの要素を満たす目標設定の方法であり、これらの要素を意識することで、目標が曖昧になることを防ぎ、達成に向けた具体的な行動計画を立てやすくなる。SMART は、次の単語の頭文字をとったものである。

Specific (具体的)	明確で理解しやすい目標の設定
Measurable (測定可能)	達成度を客観的に測定できる方法
Achievable (達成可能)	実行可能な内容であること
Relevant (関連性)	学習者や学習内容に直接関連する目標
Time-bound (時間制約)	明確な期限を設定

(1) Specific (具体的)

目標は、具体的に明確なものである必要がある。何を、いつ、どこで、どのように学ぶのかを具体的に設定することで、目標達成に向けた道筋が明確になる。「25m プールを、正しい平泳ぎのフォームで、休憩なしで泳ぎ切る」といった具合に具体的ににする。さらに、「25m プールを平泳ぎで泳ぎ切るために、毎日 30 分間、プールで練習する」「6 年生の夏休みまでに達成する」といった行動レベルまで落とし込む。

(2) Measurable (測定可能)

目標の達成度を客観的に測定できる指標を設定することが重要であり、数値や具体的な成果物を用いることで、進捗状況を把握し、必要に応じて計画を修正することができる。「毎日 30 分間、プールで練習し、前日より 1m 長く泳ぎ切る」のように測定可能な指標を設定する。「泳ぎ切るタイムを計測する」「先生や水泳が得意な人に、フォームのチェックをしてもらう」「泳ぎ切れた距離を記録して、グラフ化し、進捗を可視化する」などで、モチベーションを高める。

(3) Achievable (達成可能)

目標は、自分の能力や状況を考慮し、達成可能な範囲で設定する必要がある。高すぎる目標は挫折の原因となり、低すぎる目標は学習意欲を低下させる可能性があるため、「前日より 1m 長く泳ぎ切る」のように現実的な目標を設定する。また、目標達成に必要なリソース（時間、教材、学習環境など）を明確にする。リソースが不足している場合は、目標の再検討が必要になる。

(4) Relevant (関連性)

目標は、子供の学習目標や将来の目標と関連性がある必要がある。目標の関連性を明確にすることで、学習のモチベーションを高め、学習内容の重要性を認識することができる。「25m プールを平泳ぎで泳ぎ切る」という目標は、「将来、水泳部選手として活躍したい」という将来の目標と関連性があると、自分の目標達成にどのように役立つのかを理解でき、学習の意義を認識することで、モチベーションを維持しやすい。

(5) Time-bound (時間制約)

目標には、明確な期限を設定する必要がある。期限を設定することで、学習に計画性を持たせ、集中力を高めることができる。「6 年生の夏休みまでに達成する」「1 ヶ月ごとに、達成度を確認する日を設定する」「夏休み前の水泳の授業で、達成度を確認する」という期限を設定する。

SMART 目標設定について、永井(2024)は、「SMART 目標は、全ての観点を適用しなければならないわけではなく (Doran, 1981)、また、それに基づいて目標を設定した後、内容を一切修正してはならないものでもない。実際、我々はタスク遂行に必要な時間の見積もりが不正確であることが多く (Brauer, 2021)、具体的に行動して初めて、設定した目標が達成可能な範囲にあるかどうかが見えてくるということも珍しくない。指導者等のフィードバックをふまえ、現状に最も適合するように目標は柔軟に修正されるべきである。」と述べている。学習者の視点から見た目標設定の流れを整理したモデルを図 3-1 に示す。



図3-1 目標設定理論とSMART 目標が統合された目標設定プロセス
(永井敦神戸大学 大学教育推進機構『大学教育研究』第32号2024年3月:131-145より)

学習者が将来どのような人間になりたいかを自覚すること、すなわち「可能自己」の明確化が重要となる (Markus & Nurius, 1986)。特に、「なりたい自分」(hoped-for selves)を意識することは、学習行動を方向づける強力な動機付けとなる。学業に直接関連しない願望であっても、自己が大切にしている価値観を明確にすることは、学習への関連性を見出し、内発的なモチベーションを高める上で有効である (Morisano et al., 2010)。これは、SMART 目標の「Relevant (関連性)」の要素を初期段階で重視することの意義を示唆する。

次に、設定された目標を SMART の各要素に基づき具体化する。「Specific (具体的)」な目標設定は、何を、いつ、どこで、どのように学ぶかを明確にし、行動計画を具体的に描くことを可能にする。「Measurable (測定可能)」な目標は、進捗状況を客観的に把握し、達成度を可視化することで、学習意欲の維持に貢献する。また、「Achievable (達成可能)」な目標設定は、現実的な努力によって到達できる範囲を示す一方で、安易な目標設定ではなく、適度な挑戦を含むことが重要である。目標設定理論が示すように、より高い目標は、より高いパフォーマンスを引き出す (Latham & Locke, 2018)。さらに、「Time-bound (時間制約)」な目標設定は、学習に計画性をもたらす、集中力を高める効果が期待できる。

長期的なアウトカム目標に対しては、より短期的なプロセス目標を組み合わせることで、日々

の学習行動を具体的に促すことが有効である（Latham & Locke, 2007）。設定した目標を書き出し、定期的に進捗状況をモニタリングし、必要に応じて指導者からのフィードバックを得ることも、目標達成を支援する重要な要素となる。

留意すべき点は、SMART 目標は固定的な枠組みではなく、学習の進捗や状況に応じて柔軟に修正されるべきであるという点である（Brauer, 2021）。実際に学習に取り組む中で、目標の難易度や期限の妥当性が見えてくることも少なくない。指導者からのフィードバックを参考に、現状に最も適合するように目標を調整する柔軟性を持つことが、最終的な学習成果を高める鍵となる。

2. 行動目標

教育計画において、学習目標と行動目標は重要な役割を果たす。それぞれの役割を正しく理解し、これを効果的に活用することは、教育の質を向上させるための鍵になる。学習目標は、学習の結果として学習者が到達することを期待される全体的な目的や成果を指す。これらは学習者が何を「理解し、知識として身につける」べきかを示し、教育活動全体の方向性を定めるものである。学習目標は抽象的であり、例えば「基礎的な代数の概念を理解する」や「地球環境問題の基本を理解する」という形で表現されることが多い。

行動目標は学習目標をさらに具体化したもので、学習者が学習を終えた後に取りべき具体的な行動を明示するものである。「何ができるようになるか」を重視し、学習者の行動として観察可能であることが特徴である。「一次方程式を解くことができる」や「環境問題について自分の意見を発表できる」といった形で表現される。このような行動目標は具体的で測定可能なものであり、学習者の成果を評価する際の基準となる。目標設定により、教師は授業計画を立てやすくなり、学習者の進捗状況を的確に把握することが可能となる。

学習目標と行動目標は互いに密接な関連性を持つ。学習目標が全体的な方向性を示す一方で、行動目標はその具体的な道筋を示す役割を果たす。「コミュニケーション能力を向上させる」という学習目標を掲げる場合、それに対応する行動目標として「英語で自己紹介をできるようになる」と設定することで、目的達成への具体的な指針が得られる。このように、学習目標と行動目標を効果的に結びつけることで、学習者は自身の進歩を実感しやすくなり、教師は授業計画を立てやすくなる。

行動目標の強みは、学習者にとって学習の目的が具体的でわかりやすくなる点にある。目標を達成するための道筋が明確であることで、学習者は自身の進歩を実感しやすく、学習意欲が向上する。また、教師にとっても、行動目標は指導の効果を評価するための重要な基準となる。

第二次世界大戦後、学習理論は大きく進展し、それに伴い行動目標の設定や活用が教育現場で重要視されるようになった。戦後の学習理論は、主に行動主義、認知主義、構成主義の三つの流れによって発展した。

行動主義 (Behaviorism) は、学習を観察可能な行動の変化として捉える理論である。スキナーやワトソンは、学習を刺激と反応の関係として分析し、具体的な行動目標を設定することを重視した。このアプローチでは、学習成果を測定可能にするために、行動目標が詳細に定められる必要がある。たとえば、「新しい単語を正確に綴ることができる」といった具体的な目標は、行動主義の考え方に基づいている。

認知主義 (Cognitivism) は、学習者の内面的な理解や思考プロセスに焦点を当てた理論である。この理論では、行動目標だけでなく、その背景にある理解や知識の習得も重視される。行動主義がヒトの学習をブラックボックスとして処理し、行動のみに着目していたのに対し、情報が入ってからどのように処理されて、どのように蓄積されて、そしてどのように記憶が引き出されているのか、という点に着目した。広く用いられる認知主義的理論は、学習目標に関するブルームのタキソノミー (分類法) (Bloom et al., 1956) に基づいている。学習には、認知的領域 (思考)、情意的領域 (感情)、精神運動的領域 (行動) があると主張した。Anderson and Krathwohl (2000) が Bloom et al. のタキソノミーを修正し、記憶、理解、適用、分析、評価、創造の Anderson and Krathwohl (2000) による認知領域の修正タキソノミーを提唱している。

構成主義 (constructivism) は、学習者が自らの経験や知識を基盤として、新しい情報を積極的に構築するプロセスを重視している。従来の知識伝達型の教育とは異なり、学習者自身が主体となり知識を構成することを中心に据えている。構成主義は、学習者を受動的な存在とせず、能動的に学びに関与する主体として捉える。学習者は自らの経験や背景知識を基に新しい知識を構築していく。このプロセスでは、単なる暗記ではなく、既存の知識と新しい情報の統合が行われる。また、学習内容が現実世界や生活と関連づけられていることを重視する。現実的な問題解決を学習の中に取り入れることで、学習者は知識を単なる抽象的なものとしてではなく、具体的な状況における実用的なものとして理解する。学習は孤立した活動ではなく、他者との対話や協働を通じて深まるとされる。構成主義では、グループでの学習やディスカッション、意見交換が学びの深化に寄与すると考えられている。構成主義の理論は、教育実践において応用されており、プロジェクト学習、探求型学習、協働学習などがある。

プロジェクト学習は、学習者が実際の問題に取り組むことで、新しい知識やスキルを構築する形式の学習である。プロジェクト学習では、学習者が主体的に課題に取り組み、得られた知識を実生活に活用できるよう支援する。

探求型学習では、学習者が問題を見つけ、それを解決するための情報を収集し、解決策を導き

出すプロセスが重視される。この手法は、学習者の批判的思考力や創造性の育成に役立つ。

協働学習は、他者との共同作業を通じて、新しい視点を得たり知識を共有したりする。グループ内での議論や共同制作を通じて、学習者は個別の理解を超えて深い学びを体験することができる。

3. 学習目標および行動目標と教材開発

学習目標と行動目標は教育の質を高めるための両輪であり、それぞれの役割を正しく理解し、効果的に連携させることが重要である。教材開発においては、行動主義、認知主義、構成主義といった学習理論の知見を踏まえ、学習者の内発的な動機を高め、高次の思考力を育成するような目標設定と、それに対応した学習活動と評価方法を設計する必要がある。

学習目標は、教育活動を通じて学習者が達成すべき広範な知識、理解、能力、態度を示す。これらは、教育プログラム全体の方向性を定め、カリキュラム設計や教材選定の指針となる。学習目標は、多くの場合、抽象的な表現で記述され、「批判的思考力を育成する」「情報リテラシーを高める」「協調性を養う」といった形で示される。これらの目標は、教育者が目指す理想像であり、学習者が社会で活躍するために不可欠な資質を育成するという長期的な視点を含む。一方、行動目標は、学習目標を達成するための具体的なステップ、すなわち学習者が学習を終えた後に「何ができるようになるか」を明確に示すものである。行動目標は、観察可能であり、測定可能であることが重要であり、「与えられたデータから論理的な結論を導き出すことができる」「複数の情報源から情報を収集し、適切に引用してレポートを作成できる」「グループワークにおいて、自身の役割を理解し、他者と協力して課題を遂行できる」といった形で記述される。行動目標は、日々の授業設計、学習活動の展開、そして学習成果の評価において、具体的な指針となる。教師は行動目標に基づいて授業のねらいを定め、学習者は自身の学習の到達度を具体的に把握することができる。

教材開発においては、これらの学習目標と行動目標の連携が極めて重要となる。抽象的な学習目標を達成するためには、それを具現化する一連の具体的な測定可能な行動目標を設定する必要がある。例えば、「問題解決能力を育成する」という学習目標に対して、「提示された問題を分析し、問題の要素を特定できる」「複数の解決策を考案し、それぞれの利点と欠点を比較検討できる」「最適な解決策を選択し、その根拠を説明できる」といった行動目標を設定することで、学習者は何を具体的に習得し、どのような行動をとれるようになる必要があるのか明確になる。教材開発の過程においては、主要な学習理論の知見を深く理解し、それを目標設定、学習活動、評価方法に統合的に反映させることが求められる。

行動主義の視点からは、学習を観察可能な行動の変化として捉え、具体的な行動目標の設定と、それに対する明確なフィードバックの提供が重視される。教材は、スモールステップで構成され、各ステップにおける学習者の行動を明確に定義し、その達成度を客観的に測定できる評価方法を取り入れる必要がある。「特定の用語を正確に記述できる」「提示された公式を適用して問題を解くことができる」といった行動目標に対応して、客観式のテストや記述式の課題、パフォーマンス評価などが考えられる。

認知主義の視点からは、学習者の内的な認知プロセス、すなわち情報の処理、記憶、理解、思考といった側面に焦点を当てた目標設定と学習活動が求められる。ブルームのタキソノミーやアンダーソンとクラスウォールの改訂版は、記憶から創造までの認知レベルを示しており、教材開発はこれらのレベルを意識して学習目標と行動目標を設定する必要がある。「提示された情報を整理し、構造化して説明できる」「複数の概念間の関係性を分析し、図示できる」「新しい状況に対して、習得した知識やスキルを応用できる」といった行動目標に対応して、概念マップの作成、事例分析、問題解決型の課題などが有効となる。

構成主義の視点からは、学習者が自身の経験や知識を基盤として主体的に意味を構築するプロセスを重視した目標設定と学習活動が求められる。教材は、学習者が現実世界との関連性を感じながら、能動的に探求し、協働して問題を解決する機会を提供する必要がある。「与えられた課題に対して、複数の情報源から必要な情報を収集し、批判的に評価できる」「グループ内で役割分担を行い、協力して一つの成果物を制作できる」「自身の考えや解決策を根拠に基づいて説明し、他者の意見に対して建設的な議論ができる」といった行動目標に対応して、プロジェクト学習、探求型学習、ディスカッション、プレゼンテーションなどが効果的である。

各学習理論に基づいた目標と評価の例

学習理論	行動目標の例	評価方法の例	学習活動の例
行動主義	特定の用語を正確に記述できる	客観式テスト、記述式課題、パフォーマンス評価	反復練習、ドリル、明確なフィードバック
認知主義	提示された情報を整理し構造化して説明できる	概念マップ作成、事例分析、構造化された記述課題	情報整理活動、比較分析、類推
	複数の概念間の関係性を分析し図示できる	関係図作成、分析レポート	関係性の探索、図解化

新しい状況に対して習得した知識やスキルを応用できる	問題解決課題、シミュレーション	応用問題解決、ケーススタディ
複数の情報源から必要な情報を収集し批判的に評価できる	ポートフォリオ評価、発表、レポート	情報収集・分析、批判的検討
構成主義	グループ内で役割分担し協力し一つの成果物を制作できる	ルーブリック評価、共同制作グループワーク、共同制作
自身の考えや解決策を根拠に基づき説明し議論できる	プレゼンテーション、ディスカッション	議論、発表、意見交換

教材開発においては、これらの学習理論を排他的に捉えるのではなく、それぞれの強みを理解し、学習内容や目標に応じて適切に組み合わせることが重要である。例えば、基礎的な知識の習得段階では行動主義的な明確な目標設定と反復練習が有効であり、より高次の思考力や問題解決能力の育成段階では、認知主義や構成主義的な探求や協働を重視した学習活動が重要となる。また、学習者の内発的な動機を高めるためには、学習内容が学習者自身の興味や関心、将来の目標と関連していることが重要である。教材開発者は、学習者が学習の意義を実感できるよう、現実世界の事例や課題を取り入れたり、学習者の選択肢を増やしたりする工夫が必要である。

評価方法についても、設定された学習目標と行動目標、そして採用された学習理論と整合性が取れている必要がある。単なる知識の再生を評価するだけでなく、高次の思考力、問題解決能力、協調性、創造性といった能力を多角的に評価できるような、ポートフォリオ評価、ルーブリック評価、パフォーマンス評価などを適切に組み合わせることが重要となる。

学習目標と行動目標は、教育の質を高めるための不可欠な要素であり、教材開発においては、これらの目標を明確に設定し、効果的に連携させることが最も重要である。その際には、行動主義、認知主義、構成主義といった学習理論を理解し、学習者の内発的な動機を高め*、高次の思考力を育成するような目標設定、学習活動、評価方法を統合的に設計する必要がある。

- 資 料 -----

*学習者の内発的動機を高める

外発的動機による学習は一時的な効果に留まることが多いが、内発的動機に根ざした学びは、持続的で学習者の主体性を育むため、学習者の内発的動機を高める教材開発が求められる。つまり、教材は学習者の興味・関心を惹きつけるものが望ましく、日常生活との関連性を示唆したり、

意外性のある情報や魅力的なビジュアルを活用したりすることで、学習者の好奇心を刺激し、主体的な探求へと導く。そして、多様な表現方法やメディアを組み合わせることで、様々な学習スタイルに対応し、より多くの学習者の関心を惹きつけることが可能となる。また、学習者の自己決定を尊重する設計が重要で、学習内容の選択肢を提示したり、学習ペースをある程度学習者に委ねたりすることで、自分で選んだという感覚が学習意欲を高める。さらに、学習目標を明確に提示し、学習者が自身の進捗状況を把握できるようにすることも、自己調整学習を促し、内発的動機を維持する上で有効である。さらに、教材は学習者が有能感・達成感を味わえるように工夫する。段階的な難易度設定や、明確な評価基準の提示は、学習者が自身の成長を実感し、達成感を得ることを可能にする。成功体験を積み重ねることで、学習への自信が育まれ、更なる学習への意欲へと繋がる。フィードバックの充実も、学習者の自己効力感を高める上で大切である。

学習者間の相互作用を促進する要素を取り入れることで、学びの共同体を形成し、内発的動機を高めることができる。グループワークやディスカッションを促す課題設計、意見交換や協働作業を支援するツールなどを活用することで、学習者は他者との関わりを通して新たな発見や刺激を得、学習への意欲を向上させる。また、学習者の好奇心や創造性を刺激する教材も効果的で、正解が一つではない問いや、多様な解決策が考えられる課題を取り入れることで、学習者の探究心や発想力を養う。自由な表現やアウトプットを促す活動は、学習の楽しさを体験させ、内発的な学習意欲をより一層高める。

課 題

1. 学習目標と行動目標について整理しなさい。
2. 学習目標および行動目標と教材開発の関係について整理しなさい。

第4講 教材の構成

【学修到達目標】

- ・教材開発の観点から見た教材の構成について理解することができる。
- ・教材の設計手法について説明することができる。

1. 教材開発の観点から見た教材の構成

教材開発は、学習者の学習効果を最大化するために、教材の構成、内容、デザイン、評価方法などを総合的に設計するプロセスである。効果的な教材開発は、学習者の興味・関心を惹きつけ、学習意欲を高め、学習内容の理解を促進し、学習目標の達成を支援する。教材構成は、教材開発における最も重要な要素の一つである。教材構成が適切であれば、学習者は学習内容を体系的に理解し、効率的に学習を進めることができる。教材構成は、学習者の認知プロセスに沿って設計することで、学習効果を最大化できる。また、学習者の興味・関心を惹きつけるように設計することで、学習意欲を高める。学習内容を体系的に整理し、反復学習を促すことで、学習内容の定着を促進できる。学習者の多様な学習スタイルやニーズに対応できるように設計できる。

教材開発において、導入、展開、まとめの3段階モデルは、教材構成の基本となる。

導入は、学習者の注意を引きつけ、学習意欲を高めるために、教材開発者が工夫を凝らすべき段階である。学習者が何を学ぶのか、学ぶことで何が得られるのかを明確に示すことで、学習者の学習意欲を高めることができる。教材開発の観点から、学習目標を学習者のレベルやニーズに合わせて具体的に設定し、学習者が達成感を得られるようにする。また、学習内容に関連する既有知識を喚起し、学習への準備を促すことで、学習者の学習意欲を高める段階であることから、学習者の既有知識を把握し、それに基づいて導入部分を設計する。さらに、ストーリーテリング、クイズ、ディスカッション、動画、画像など、多様な方法を用いて、学習者の興味・関心を惹きつける。学習者の年齢、興味、関心に合わせて、適切な導入方法を選択する。デジタル教材の場合、インタラクティブな要素やゲーム要素を取り入れることで、学習者の興味・関心を惹きつけられる。

展開は、学習内容を詳しく説明し、学習者の理解を深めるために、教材開発者が最も時間をかけるべき段階である。学習内容を論理的に構成し、学習者が理解しやすいように提示することから、学習内容を体系的に整理し、学習者が理解しやすいように構造化する。そして、学習内容の難易度を考慮し、適切な順序で提示する。講義、演習、グループワーク、ディスカッションなど、多様な学習方法を組み合わせ、学習内容や学習者の特性に合わせて、適切な学習方法や教材を選択する。デジタル教材の場合、シミュレーション、ゲーム、仮想現実（VR）、拡張現実（AR）などの技術を活用することで、学習者の能動的な学習を促せる。また、質問、クイズ、ディスカッションなど、学習者の参加を促すインタラクティブ要素を学習者のレベルやニーズに合わせて、取り入れることも効果的である。学習内容や学習者の特性に合わせて、図表、グラフ、動画、アニメーション、動画などの視覚教材を用いて、学習内容を分かりやすく提示することも効果的である。

まとめは、学習内容を整理し、学習者の記憶に定着させるために、学習内容を再構成する段階である。学習内容の重要なポイントを要約し、学習内容の重要なポイントを簡潔にまとめ、学習者の記憶に残りやすくする。また、学習内容を実際の場面に応用する方法を示す。学習内容を実際の場面に応用する例を示すことで、学習者の学習意欲を高める。質問、ディスカッション、小テストなど、学習者が学習内容を振り返り、理解度を確認する場面を設定することもある。その場合、学習者の理解度を把握し、必要に応じて補足説明や追加の学習機会を提供する。そして、学習者の学習履歴や理解度に基づいて、個別のフィードバックやアドバイスを行う。

学習者の興味を維持するための教材開発は、学習効果を高める上で重要であり、次の方法を活用することで学習者の興味を引く教材を開発する。

- ・学習内容を物語形式で提示することで、学習者の感情に訴えかけ、記憶に残りやすくする。
- ・質問、クイズ、ディスカッション、シミュレーション、ゲームなど、学習者の参加を促し、能動的な学習を促す。
- ・図表、グラフ、動画、画像、アニメーションなど、学習内容を視覚的に提示し、理解を助ける。
- ・講義、演習、グループワーク、ディスカッション、発表など、多様な学習方法を組み合わせることで、学習者の興味を維持し、飽きさせない。
- ・学習者が学習内容や学習方法を選択できる余地を設けることで、学習者の主体性を高め、学習意欲を維持する。
- ・学習者の進捗状況を可視化し、学習者が達成感を感じられるようにする。

- ・学習者同士が交流し、学びを共有できる場を提供することで、学習者の学習意欲を高める。

教材の種類として、インタラクティブ要素や視覚教材を効果的に活用できるオンライン教材、グループワークやディスカッションを通じて、学習者の能動的な参加を促せるワークショップ、論理的な構成と具体例・事例を用いて、学習者の理解を深める教科書、ゲームの要素を取り入れることで、学習者の興味・関心を惹きつけ、能動的な学習を促せるゲーム教材、仮想現実（VR）や拡張現実（AR）の技術を活用することで、学習者に没入感のある学習体験を提供できる VR/AR 教材などがある。これらを学習者の実態に合わせて適切に組み合わせて提供する必要がある。

2. 設計手法

教材開発における設計手法は、学習効果を最大化するために重要な役割を持つ。ADDIE モデルと逆向き設計は、代表的な設計手法であり、それぞれ異なるアプローチで効果的な教材開発を目指す。ADDIE モデルでは、学習プロセス全体を体系的に管理し、段階的に教材開発を進める。逆向き設計では、学習成果から逆算して教材を構築し、学習目標達成に焦点を当てる。どちらの設計手法を選択するかは、教材開発の目的や状況によって異なる。

(1) ADDIE モデル

ADDIE モデルは、分析（Analysis）、設計（Design）、開発（Development）、実施（Implementation）、評価（Evaluation）の 5 つの段階から構成される。各段階の概要と教材開発への適用は、次のとおりである。

① 分析（Analysis）

分析段階では、学習者のニーズ、学習目標、学習環境、制約条件などを詳細に分析する。学習者分析では、学習者の年齢、学習レベル、学習スタイル、既有知識、動機などを分析する。学習目標分析では、学習者が学習後に何を達成すべきかを明確にする。学習環境分析では、学習場所、利用可能なリソース、技術的な制約などを分析する。制約条件分析では、時間、予算、人的リソースなどの制約条件を分析する。そして、分析結果に基づいて、教材開発の方向性を決定する。

② 設計（Design）

設計段階では、分析結果に基づいて、教材の構成、内容、デザイン、評価方法などを具体的に設計する。学習目標の具体化では、学習目標を達成可能な具体的な目標に落とし込む。教材構成の設計では、学習内容の順序、学習活動、評価方法などを設計する。教材デザインの設計では、テキスト、画像、動画、インタラクティブ要素などのデザインを設計する。評価方法の設計では、学習者の学習成果を測定するための評価方法を設計する。これらの設計図に基づいて、教材開発を進める。

③ 開発 (Development)

開発段階では、設計図に基づいて、教材を実際に作成する。教材作成では、テキスト、画像、動画、インタラクティブ要素などを作成する。教材テストでは、作成した教材をテストし、問題点や改善点を洗い出す。教材修正では、テスト結果に基づいて、教材を修正する。テストと修正を繰り返し、教材の品質を高める。

④ 実施 (Implementation)

実施段階では、作成した教材を実際に学習者に提供し、学習活動を支援する。教材提供では、学習者に教材を提供する。学習支援では、学習者の質問に答えたり、学習活動を支援したりする。学習環境の管理では、学習環境を整備し、学習者が快適に学習できるようにする。学習者の反応や学習状況を観察し、必要に応じて教材や学習支援を調整する。

⑤ 評価 (Evaluation)

評価段階では、学習者の学習成果や教材の効果を評価し、教材の改善点や今後の教材開発に役立つ情報を収集する。学習成果評価では、学習者の学習成果を測定し、学習目標の達成度を評価する。教材評価では、教材の有効性、効率性、魅力を評価する。学習者評価では、学習者の満足度や学習体験を評価する。評価結果に基づいて、教材を改善し、今後の教材開発に活かす。

ADDIE モデルを適用した小学校の事例として、次のものがある。

- 1) 分析 (Analysis) 子供が植物の成長過程を理解する上でつまづきやすいポイントを分析し、観察を通じて学ぶことが効果的だと判断した。
- 2) 設計 (Design) 植物の種まきから発芽、成長、開花までを観察できる学習プログラムを設計し、観察日記を記録することで理解を深める活動を含めた。
- 3) 開発 (Development) 実際に種を植え、観察記録シートや成長過程を説明する動画教材を作成し、学習の補助に利用できるようにした。

- 4) 実施 (Implementation) 子供は自分の植えた植物を観察しながら記録をつけ、グループごとに話し合いながら成長過程についてまとめ、教師は必要に応じて解説を加えた。
- 5) 評価 (Evaluation) 子供が植物の成長条件を説明できるかをテストし、学習効果を確認した。また、フィードバックをもとに次年度の教材改善を検討した。

インストラクショナルデザインとの関係性について説明する。インストラクショナルデザインとは、教育を中心とした学習の効果・効率・魅力を高めるための、アプローチ方法の総称である。鈴木*は、インストラクショナルデザインを「教育活動の効果・効率・魅力を高めるための手法を集大成したモデルや研究分野、またはそれらを応用して教材を作成したり、授業・研修を実施するプロセス」と定義している。このインストラクショナルデザインの中で、教育全体の計画や教材の作成、授業・研修を実施するプロセスとして示したものを「ID プロセス」(教育開発プロセス) と呼び、ID プロセスの代表的なモデルのひとつが、「ADDIE モデル」である。

*授業設計マニュアル 教師のためのインストラクショナルデザイン/稲垣忠/編著 鈴木克明/編著

(2) 逆向き設計

逆向き設計は、学習者が学習後に何を達成すべきかを明確にし、そこから逆算して教材を構築する設計手法である。次にその手順を示す。

① 学習成果の明確化

逆向き設計では、最初に学習者が学習後に何を達成すべきかを明確にする。学習成果は、学習者が知識、スキル、態度などをどのように変化させるべきかを具体的に示す。学習目標の具体化では、学習者が学習後に何を達成すべきかを、行動レベルで具体的に示す。評価基準の明確化では、学習成果を評価するための基準を明確にする。学習者が学習後に何を達成すべきかを明確にすることで、教材開発の方向性を定める。

② 評価計画の設計

学習成果を評価するための評価計画を設計する。評価計画は、評価方法、評価時期、評価基準などを具体的に示す。評価方法の選択では、学習成果を評価するための適切な評価方法を選択する。評価時期の設定では、学習成果を評価する時期を設定する。評価基準の作成では、学習成果

を評価するための具体的な基準を作成する。評価計画に基づいて、学習成果を測定し、教材の効果を評価する。

③ 学習活動の設計

学習成果を達成するための学習活動を設計する。学習活動は、学習者が知識、スキル、態度などをどのように習得するかを具体的に示す。学習内容の選択では、学習成果を達成するために必要な学習内容を選択する。学習方法の選択では、学習内容を効果的に習得するための学習方法を選択する。学習活動の設計では、学習者が主体的に学習できるような学習活動を設計する。学習活動を通して、学習者の学習成果を最大化する。

逆向き設計を適用した小学校の事例として、次のものがある。

- 1) 目標の設定 「子供が自分の住む地域の歴史を調べ、発表できるようになる」ことを目指す。
- 2) 評価方法の設計 子供がプレゼンテーションやレポートを作成し、地域の特徴や歴史を説明する形で成果を示すことにした。
- 3) 学習活動の設計 子供が地域の歴史に関する資料を調べたり、郷土資料館や地域の方へのインタビューを行い、情報を収集する活動を導入した。さらに、グループ活動で情報を整理し、発表用のスライドやポスターを作成する時間を設けた。
- 4) 授業の実施 調査活動を通じて子供が主体的に学びながら、資料の読み解き方や情報整理の方法を学んだ。単元の終わりに、それぞれのグループが地域の魅力をプレゼンテーションし、学びを共有した。

設計手法を適用する際に、注意する点として、学習者のニーズや学習目標を常に考慮する。設計手法に固執せず、状況に応じて柔軟に対応する。学習者の学習成果や教材の効果を定期的に評価し、改善する。教材開発は、チームで行うことで、より効果的な教材を開発できる。

ADDIE モデルと逆向き設計は、教材開発における代表的な設計手法であり、各設計手法の特性を理解し、教材開発の目的や状況に合わせて適切な設計手法を選択することで、学習効果を最大化できる教材を開発できる。

3. 学習効果を高めるための教材の構成

教材開発は、学習者の学習効果を最大化するための総合的な設計プロセスであり、その成否は教材の構成に大きく左右される。効果的な教材構成は、学習者が学習内容を体系的に理解し、効率的に学習を進めるための基盤となる。まず、教材の構成は学習者の認知プロセスに沿って設計されるべきである。人間の認知は、情報を段階的に処理し、既存の知識と関連付けながら理解を深める。したがって、教材は導入で学習者の注意を引きつけ、既有知識を活性化させ、学習への動機を高めることから始まる。展開部では、学習内容を論理的かつ段階的に提示し、理解を促進するための多様な学習活動や視覚的な補助教材を効果的に組み合わせる必要がある。まとめでは、学習内容を再構成し、重要なポイントを強調することで、学習者の記憶への定着を図る。この導入・展開・まとめという基本的な構成モデルは、学習者の認知的な流れに合致しており、効果的な学習を支援する上で普遍的な原則と言える。

次に、教材の構成は学習者の興味・関心を惹きつけるように設計される必要がある。学習意欲は、学習効果を大きく左右する要因であり、教材の構成が単調であったり、学習者の興味と乖離していたりする場合、学習意欲は低下し、学習効果も期待できない。教材の導入部では、学習者の好奇心を刺激するような問いかけや事例提示、視覚的に魅力的な素材の活用などが有効である。展開部においても、多様な学習方法やインタラクティブな要素を取り入れることで、学習者の能動的な参加を促し、飽きさせない工夫が求められる。物語形式での内容提示や、ゲーム要素の導入なども、学習者の興味を引きつけ、学習への没入感を高める効果が期待できる。

また、教材構成は学習内容の定着を促進する役割を担うべきである。人間の記憶は、一度に大量の情報を詰め込むよりも、適切な間隔を置いて反復することでより強固になる。したがって、教材構成においては、重要な概念やスキルを繰り返し提示する工夫が必要である。単元内での反復だけでなく、関連する内容を異なる文脈で再提示したり、以前に学習した内容を想起させるような活動を組み込んだりすることも有効である。また、学習者が自身の理解度を確認するための小テストや振り返りの機会を適切に配置することも、学習内容の定着を促す上で重要となる。

さらに、教材構成は学習者の多様な学習スタイルやニーズに対応できるように設計されるべきである。視覚的な情報処理を得意とする学習者には図表やグラフ、動画などを多用し、聴覚的な情報処理を得意とする学習者には音声解説やディスカッションの機会を多く設けるなど、多様な感覚モダリティに対応した教材設計が求められる。また、学習の進捗速度や理解度に個人差があ

ることを考慮し、個別学習に対応できるような柔軟な教材構成も重要となる。例えば、習熟度別の課題提供や、学習者が自身のペースで学習を進められるようなオンライン教材の活用などが考えられる。

教材開発においては、これらの要素を総合的に考慮し、学習目標、学習内容、学習者の特性、利用可能なリソースなどを踏まえた上で、最適な教材構成を設計する必要がある。単に情報を羅列するのではなく、学習者の認知的な流れを意識し、興味を引きつけ、内容の定着を促し、多様なニーズに対応できるような、洗練された教材構成こそが、学習効果を最大化するための鍵となる。教材開発者は、常に学習者の視点に立ち、効果的な教材構成を追求していくことが求められる。

課 題

1. 教材開発の観点から見た教材の構成について説明しなさい。
2. 教材の設計手法について整理しなさい。

第5講 マルチメディア教材

【学修到達目標】

- ・マルチメディア教材を構成する主要な要素とその特徴について理解することができる。
- ・AIと学習データを活用したアダプティブ教材について説明することができる。

1. マルチメディア教材

マルチメディア教材は、テキスト、画像、音声、動画、アニメーション、インタラクティブ要素など、多様なメディアを組み合わせた教材である。テキスト中心の教材とは異なり、複数の感覚を同時に刺激することで、学習者の関心を引きつけ、記憶の定着を助け、学習者が自分のペースで学習を進められる柔軟性を持つ。マルチメディア教材は、次に示す多様な構成要素を組み合わせることで、学習効果を最大化する。テキスト、画像、音声、動画、アニメーション、インタラクティブ要素の特徴を次に示す。

テキストは、学習内容の基礎となる概念や情報を体系的に提示することができる。適切に構造化され、キーワードや要点が強調されたテキストは、学習者の認知的負荷を軽減し、情報の整理と理解をしやすいとする。平易な言葉遣いや適切なレイアウトは、学習者の読解を促進し、学習内容の理解を容易にする。デジタル環境においては、検索性や参照性を高める工夫も重要となる。

画像は、抽象的な概念を具象化し、複雑な情報を視覚的に表現することで、学習者の理解を深める。写真、イラスト、図表、インフォグラフィックなど、多様な種類の画像を適切に配置し、分かりやすいキャプションを付加することで、テキストによる説明を補完し、多角的な視点から理解しやすいとする。特に、視覚的な情報処理能力の高い学習者にとって、画像は強力な学習支援ツールとなる。

音声は、テキストだけでは伝わりにくい情報、例えば発音、ニュアンス、感情などを効果的に伝える。ナレーションはテキスト内容の理解を助け、音楽や効果音は学習への興味関心を喚起し、記憶の定着を促す可能性がある。クリアな音声品質、適切な速度とトーン、そしてスクリプトの提供は、多様な学習者へのアクセシビリティを高める。

動画は、動きや変化を伴う現象、手順、プロセスなどを効果的に提示する。実験、デモンストレーション、講義映像などは、静的なメディアでは伝えきれない情報を動的に示すことで、学習者の理解を深める。適切な長さや構成、高画質で安定した映像、そして字幕の提供は、動画教材の有効性を高める。

アニメーションは、目に見えない現象や複雑な概念、時間的な変化などを視覚的に分かりやすく説明する上で特に有効である。分子の動き、情報の伝達、歴史的出来事などをアニメーションで表現することで、学習者は抽象的な内容を具体的に理解することができる。インタラクティブな操作性やストーリーテリングとの組み合わせは、楽しみながら学習することを可能にする。

クイズ、シミュレーション、ゲームなどのインタラクティブ要素は、学習者の能動的な参加を促し、学習効果を高める。即時的なフィードバックは学習の定着を助け、仮想的な体験は実践的なスキルや問題解決能力の育成につながる。学習進捗の可視化や協調学習を促進する要素は、学習意欲の維持や社会性の発達にも寄与する。

人間の記憶は、複数の感覚を同時に刺激することで、より強固になる。マルチメディア教材は、視覚、聴覚、触覚など、複数の感覚を同時に刺激することで、学習者の記憶の定着を助ける。多様なメディアを組み合わせることで、学習者の興味を引きつけ、学習意欲を高める。特に、動画やアニメーション、インタラクティブ要素は、学習者の注意を引きつけ、能動的な学習を促す。視覚的な情報と聴覚的な情報を組み合わせることで、学習者はより深く理解できる。また、インタラクティブ要素を取り入れることで、学習者は能動的に学習に参加し、記憶の定着を促進できる。マルチメディア教材は、学習者が自分のペースで学習を進められる柔軟性を提供する。学習者は、自分の理解度に合わせて、教材を繰り返し視聴したり、インタラクティブ要素を活用したりできる。

マルチメディア教材は、多様な学習場面で活用できる。語学学習では、音声、動画、インタラクティブ要素を活用することで、発音、リスニング、会話など、実践的な語学スキルを効果的に習得できる。理科では、実験動画、アニメーション、シミュレーションを活用することで、抽象的な科学概念を分かりやすく理解できる。歴史の学習では、歴史上の出来事を再現した動画やアニメーションを活用することで、歴史をより身近に感じ、理解を深めることができる。職業に関する学習では、実際の業務を再現したシミュレーションや動画を活用することで、実践的な職業スキルを効果的に習得できる。

効果的なマルチメディア教材を開発するためには、学習目標と学習者のニーズを明確化し、学習目標と学習者のニーズを明確にすることで、教材の構成や内容を適切に設計する。次に、多様なメディアを適切に組み合わせることで、学習効果を最大化する。インタラクティブ要素を活用することで、学習者の能動的な参加を促し、学習効果を高める。学習者が使いやすいように、教材のデザインや操作性を考慮する。学習者の学習成果や教材の効果を評価し、教材を改善する。

2.マルチメディア教材の教育効果

マルチメディア教材は、多様なメディアを組み合わせることで、実生活に即したシミュレーション、インタラクティブな要素、個別化学習などを実現できる。

(1) 実生活に即したシミュレーションによる理論と実践の融合 - 小学校の事例

小学校の理科や社会科において、マルチメディア教材によるシミュレーションは、子供が教科書上の知識と現実世界との繋がりを具体的に理解する上で非常に有効である。

① 現実世界の再現 - 天気の変化を体験するシミュレーション

理科の「天気の変化」の単元において、雲の動き、雨の降り方、気温の変化などを再現するシミュレーション教材を導入する。子供は、画面上で様々な気象条件を操作し、その結果として何が起こるかを視覚的に体験できる。これにより、教科書に書かれた文字情報だけでは理解しにくかった気象現象を、より具体的にイメージし、理解を深めることができる。

② 実践的なスキルの習得 - 地震発生時の避難行動シミュレーション

社会科の防災学習において、地震発生時の避難行動をシミュレーションできる教材は、子供が安全な避難経路や適切な行動を実践的に学ぶ機会を提供する。画面上のキャラクターを操作し、揺れを感じた際の行動、机の下への避難、避難経路の選択などを体験することで、実際の災害時にどのように行動すべきかを具体的に理解し、身につけることができる。

③ 問題解決能力の育成 - 環境問題を考えるシミュレーションゲーム

総合的な学習の時間において、地域の環境問題をテーマにしたシミュレーションゲームは、子供の問題解決能力を育成するのに役立つ。例えば、ゴミの分別方法やリサイクルの仕組みをゲームの中で体験したり、工場の排水が川に与える影響をシミュレーションしたりすることで、子供は環境問題の複雑さを理解し、解決策を主体的に考える力を養うことができる。

④ 学習意欲の向上 - 昆虫の生態を観察するインタラクティブシミュレーション

理科の「昆虫の生態」の単元において、様々な昆虫の行動や成長過程をインタラクティブに観察できるシミュレーション教材は、子供の好奇心を刺激し、学習意欲を高める。画面上で昆虫を拡大して観察したり、特定の行動を促したりすることで、子供は能動的に学習に参加し、教科書だけでは得られない発見や驚きを体験することができる。

(2)インタラクティブな要素による学習者の参加度向上

マルチメディア教材は、クイズ、ゲームなど、インタラクティブな要素を取り入れることで、学習者の参加度を向上させる。

① 能動的な学習の促進 - 算数パズルで図形の理解を深める

小学校の算数科において、図形の性質を学習する際に、インタラクティブなパズル教材を活用する。画面上に提示された複数の図形を組み合わせて、指定された形を作るという課題に取り組むことで、子供は図形の辺の長さや角度、組み合わせ方を試行錯誤しながら主体的に考える。正解を導き出すためには、単に図形の名称を覚えるだけでなく、それぞれの図形の特性を理解し、どのように組み合わせれば目標の形になるのかを自ら発見する必要がある。このような能動的な関わりを通して、子供は図形の概念をより深く、実践的に理解することができる。

② 即時的なフィードバック - 理科クイズで知識の定着を確認する

小学校の理科の授業で、植物の成長に関する学習を行った後に、インタラクティブなクイズ教材を用いる。植物の各部分の名称や役割、成長に必要な要素などに関する質問に子供がタブレット上で答えると、正誤判定が即座に表示されるだけでなく、正解だった場合には簡単な解説が、不正解だった場合にはどこが間違っていたのか、ヒントや関連する情報が提供される。この即時的なフィードバックにより、子供は自分の理解度をその場で確認し、誤りをすぐに修正することができる。教師がいちいち採点し、解説する手間が省けるだけでなく、子供は疑問点をすぐに解消できるため、効率的な学習に繋がる。

③ ゲーミフィケーションによる学習意欲の向上 - 社会科すごろくで地域の産業を学ぶ

小学校の社会科で、地域の産業について学習する際に、すごろく形式のインタラクティブゲーム教材を導入する。すごろくの各マスには、地域の特産物や主要な産業に関する情報、関連するクイズやミニゲームなどが配置されており、子供はサイコロを振ってコマを進めながら、楽しみながら地域の産業について学ぶことができる。ポイント制やランキング機能を導入することで、子供の競争心や達成感を刺激し、より積極的に学習に取り組むようになる。ゲームクリアという目標設定と、クリアまでの過程で得られる知識や達成感は、学習意欲の持続的な向上に貢献する。

④ 協働学習の促進 - 総合的な学習の時間における環境問題ディスカッションツール

小学校の総合的な学習の時間に、地域の環境問題をテーマにグループワークを行う際に、インタラクティブなディスカッションツールを活用する。タブレット上で、各グループが調査した地域の環境問題に関する情報を共有したり、意見を書き込んだりすることで、子供は互いの考えを視覚的に把握し、それに基づいて議論を深めることができる。意見交換機能や、意見への賛同・反論を示す機能などを活用することで、活発な意見交換を促し、多様な視点から問題を考察する力を養うことができる。互いに教え合い、学び合う過程を通して、子供はより深い理解を得るだけでなく、コミュニケーション能力や協調性も育まれる。

3.AI との連携

マルチメディア教材は、AI との連携によって、子供一人ひとりに最適な学習体験を提供することができる。アダプティブ教材は、AI や学習データを活用し、学習者一人ひとりの進捗や理解度に応じて最適な教材や指導を提供する教育手法である。この手法は、個々の学習特性に合わせて柔軟な調整ができるのが特徴で、学習者が得意な分野では応用的な課題や高度な内容を含む学習教材を提供し、苦手な分野では基礎から丁寧にステップアップできるようサポートする。アダプティブ教材は、デジタル技術を活用し、子供の学習行動データをリアルタイムに収集・分析することで、それぞれの子供の強みと弱みを正確に把握する。このデータに基づいて、教材は自動的に学習内容、難易度、提示方法などを調整し、まるで専属の家庭教師のように、一人ひとりに最適な学習体験を提供する。

① 学習進捗の自動追跡 - 算数ドリルにおける習熟度分析

小学校の算数科において、分数の計算練習にアダプティブなドリル教材を導入する事例では、子供がタブレット上で問題を解くたびに、解答時間、正答率、間違えた問題の種類（通分ミス、約分ミスなど）といった詳細なデータが自動的に記録・分析される。教材は、これらのデータを基に、子供がどの種類の問題に苦戦しているのか、どの程度の速さで問題を解いているのかを把握し、個々の子供の習熟度を正確に評価する。

② 個別最適化された学習内容 - 国語の漢字学習における苦手克服支援

小学校の国語科において、漢字の書き取り練習にアダプティブな教材を活用する事例では、教材は、子供が過去に間違えた漢字や、正答率の低い漢字を特定し、それらの漢字を集中的に出題

する。一方、すでに習熟している漢字については、出題頻度を減らすなど、子供一人ひとりの苦手な漢字に焦点を当てた学習内容を提供する。理解が遅れている子供には、書き順のアニメーションや部首の説明、例文などを提供し、理解が早い子供には、より複雑な熟語や文章の中での漢字の用法を提示するなど、個々の理解度に応じた内容で学習を進めることができる。

③ 個別最適化された学習ペース - 理科の実験観察における進行速度の調整

小学校の理科の実験観察において、アダプティブな動画教材を活用する事例では、教材は、子供が動画の特定の箇所を繰り返し再生したり、一時停止したりする操作履歴を分析し、理解に時間を要している部分を把握する。理解が遅れていると判断された子供に対しては、同じ実験の異なる解説動画や、より基本的な概念を説明する補足資料を自動的に提示する。一方、スムーズに理解を進めている子供に対しては、実験の発展的な内容や、関連する探求課題などを提示するなど、それぞれの学習ペースに合わせて教材の進行速度や提示内容を調整する。

④ 個別最適化されたフィードバック - 社会科の歴史学習における誤答分析と改善策の提示

小学校の社会科の歴史学習において、出来事の年代や関連性を問うアダプティブなクイズ教材を活用する事例では、子供が誤った選択をした場合、単に「不正解」と表示するだけでなく、なぜその選択が誤りなのか、正しい答えは何か、そしてその出来事の背景や関連する情報を具体的に解説するフィードバックを提供する。さらに、誤答の傾向を分析し、「年代の前後関係の理解が弱い」「特定の地域の出来事と混同している」といった誤りの原因を示唆し、関連する学習コンテンツへのリンクや、復習すべきポイントを提示するなど、個別最適化された改善策を示すことで、子供の理解を深化させる。

アダプティブ教材は、単なるデジタル化された教材ではなく、学習者のインタラクションデータを動的に解析し、その結果を学習体験に即座に反映させるシステムにある。このプロセスは、つぎの4つの主要な要素によって支えられている。

① 学習行動データのリアルタイム収集

アダプティブ教材は、子供が教材と対話するあらゆる側面をデータとして捉える。解答の正誤、解答に要した時間、誤答の選択肢、操作履歴、学習時間など、多岐にわたるデータが学習プラットフォームに蓄積される。この連続的かつ詳細なデータ収集が、個々の子供の学習特性を精緻に把握するための基盤となる。

② 学習者モデルの構築と高度な分析

収集されたデータは、統計的分析、パターン認識、知識マッピング、項目反応理論（IRT）、ベイジアンネットワーク、さらには機械学習といった分析手法によって処理される。これらの分析を通じて、子供の知識構造、得意・不得意な領域、認知特性、学習ペースなどが詳細にモデル化される。この学習者モデルは、アダプティブ教材が次にどのような学習支援を提供すべきかを判断するための羅針盤となる。

③学習内容、難易度、提示方法の自動調整

構築された学習者モデルに基づき、アダプティブ教材はリアルタイムに学習体験を最適化する。理解が遅滞している子供には基礎的な内容を重点的に、習熟度の高い子供には発展的な内容を提供するなど、学習内容は個々のニーズに合わせて選択される。また、問題の難易度、説明の詳しさ、例題の提示方法、活用するメディアの種類（テキスト、画像、音声、動画）、ヒントの提供なども、子供の理解度や学習スタイルに応じて動的に調整される。

④個別最適化されたフィードバック

アダプティブ教材は、単なる正誤の通知に留まらない、きめ細やかなフィードバックを提供する。誤答の原因分析、正しい考え方や解き方の提示、関連情報の提供、そして学習努力への励ましなど、子供一人ひとりの状況に応じたフィードバックは、自己調整学習能力の育成を促し、学習意欲の維持に貢献する。

アダプティブ教材の導入は、小学校の教育実践に大きな変革をもたらす可能性を秘めている。これまで教員が手作業で行ってきた個別指導に近い支援を、テクノロジーが部分的に代替することで、教員はより高度な教育活動に注力できるようになる。教員は、アダプティブ教材の導入にあたり、その機能と特徴を十分に理解し、カリキュラムとの整合性を図ることが重要となる。また、アダプティブ教材から得られる学習データは、教員が子供の学習状況を客観的に把握し、指導戦略を個別化するための貴重な情報源となる。教員は、これらのデータを活用しながら、アダプティブ教材では対応が難しい、子供の感情的なサポートや協調性を育む活動、深い議論などを促す役割を担うことが求められる。アダプティブ教材は、万能のツールではない。その効果を最大限に引き出すためには、教員の適切な指導と、子供の主体的な学習姿勢が不可欠である。教員は、アダプティブ教材を単なる学習ツールとして捉えるのではなく、個別最適化学習を実現するための強力なパートナーとして活用していく視点が重要となる。

- 資 料 -----

アダプティブラーニング

アダプティブラーニングは、教育ビッグデータと AI 技術を駆使し、学習者一人ひとりの能力、習熟度、学習進度、学習スタイルに応じて、学習内容、教材、ペース、評価方法などを最適化する学習法だ。「Adaptive（適応性のある）」と「Learning（学習）」を組み合わせた言葉で、日本語では適応学習と呼ばれる。学校教育におけるアダプティブラーニングの捉え方には、広義と狭義の側面がある。広義には、子供一人ひとりの学習進度や個性に合わせて学びを深める「個別最適な学び」の実現に向けた取り組み全般を指す。狭義には、学習履歴などの教育ビッグデータを AI が分析し、個々の学習者に最適な学習内容を提供する仕組みを用いた学びを指す。EdTech プラットフォームやソフトウェアに実装されることが多い。アダプティブラーニングの核心は、学習者の学習活動から得られるデータを活用し、その分析結果を学習プロセスに即座にフィードバックすることで、常に最適な学習環境を提供することにある。学習者の解答時間、正誤、選択肢の傾向などがリアルタイムに記録・分析され、その結果に基づいて、次に提示される学習プログラムの順序や問題の難易度・形式が個々の習熟度に合わせて動的に調整される。EdTech を活用したアダプティブラーニングシステムは、教師による個別指導の効率化、教材準備の負担軽減、客観的な学習状況の把握を可能にする。教師はより多くの時間を学習者との対話や深い学びを促す活動に充てられる。また、学習者自身も、自分のペースや理解度に合わせて学習を進められ、苦手克服や得意分野の伸長、効果的なフィードバックによる理解深化といったメリットを享受できる。アダプティブラーニングは、教育ビッグデータと AI 技術の融合によって、従来の教育の限界を超え、真の意味での個別最適化された学びを実現する可能性を秘めている。EdTech の進化とともに、今後ますますその重要性和活用範囲は拡大し、教育の未来を形作る上で欠かせない要素となる。

関連するホームページ

・文部科学省が推進する「個別最適な学び」と「協働的な学び」の一体的な充実の枠組みの中でのアダプティブラーニングの位置づけ

https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/senseiouen/mext_01317.html



文部科学省
「個別最適な学び」と
「協働的な学び」の
一体的な充実



Society5.0 における EdTech を活用した教育ビジョンの策定に向けた方向性

・ EdTech に関する情報

https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/002/siryo/__icsFiles/afieldfile/2018/06/20/1406021_18.pdf

課題

1. マルチメディア教材を構成する主要な要素とその特徴について整理しなさい。
2. AI と学習データを活用したアダプティブ教材について説明しなさい。

第6講 メタバースの活用

【学修到達目標】

- ・教材開発とメタバースの関係について理解できる。
- ・メタバースの歴史について理解できる。

1. 教材開発とメタバース

教材開発は、学習者が効果的に知識やスキルを獲得し、学習目標を達成するための最適な学習体験をデザインし、具体化するプロセスである。教科書やワークブックといった伝統的な媒体から、デジタル教材、ビデオ教材、オンラインコースといった現代的なツールまで、その範囲は多岐にわたる。教材開発の根幹にあるのは、学習内容を分析し、学習者の特性を理解した上で、最も効果的な学習手段を提供しようとすることにある。メタバースは、インターネット上に構築された広大な仮想空間の総称である。ユーザーは、自己の分身であるアバターを通じてこのデジタル世界に参加し、現実世界と遜色ない、あるいは現実世界を超えるような社会的、経済的、文化的な活動を展開することができる。3D グラフィックス、VR（仮想現実）、AR（拡張現実）、そして取引の透明性と安全性を高めるブロックチェーン技術などが、メタバースを支える基盤技術となっている。オンラインゲームのようなエンターテインメントから、仮想会議、バーチャルイベント、デジタル不動産の取引まで、その応用範囲は広い。これらの二つの領域、「教材開発」と「メタバース」が組み合わせると教育の可能性は大きくなり、メタバースが持つ独自の特徴は、従来の教材だけでは実現困難だった学習体験を生み出す。

メタバースの最も魅力的な特徴の一つは、その3D 仮想空間が提供する没入感である。学習者は、単に画面上の情報を受け取るのではなく、まるで教室や特定の学習環境に入り込むような感覚を覚える。この没入感は、学習体験の質を変える可能性がある。歴史の授業であれば、当時の街並みがリアルに再現された仮想空間をアバターとして歩き回り、その時代の人々の生活や文化を肌で感じることができる。理科の実験であれば、危険な操作を伴う実験や、巨大な装置を必要とする実験も、仮想空間内であれば安全かつ手軽に体験できる。

従来の教材では、写真やイラスト、動画といった二次元的な情報に頼らざるを得なかった学習内容も、メタバースならば三次元的な体験として提供できる。このリアリティの向上は、学習者の理解度を深めるだけでなく、学習への興味やモチベーションを大きく引き出す効果が期待できる。抽象的な概念も、仮想空間内で具体的な形を与えられることで、より直感的に理解できるよ

うになる。

メタバース内では、学習者はアバターという自己の化身を通じて、他の学習者や教師とリアルタイムにコミュニケーションを取り、共同作業を行うことができる。物理的な距離の制約を受けないこの特性は、地理的に離れた場所にいる人々との連携を容易にし、多様なバックグラウンドを持つ学習者同士の交流を促進する。従来のオンライン学習では、テキストチャットやビデオ会議が主なコミュニケーション手段だったが、メタバースにおけるアバターを通じた対話は、より自然で臨場感のあるコミュニケーションを可能にする。身振り手振りや表情といった非言語的な情報も伝わるため、微妙なニュアンスや感情を共有しやすく、より深いレベルでの相互理解や共感が生まれる。共同作業においても、メタバースは強力なツールとなり得る。建築デザインの授業であれば、複数の学習者が同じ仮想空間内で協力して建物の3Dモデルを制作したり、プログラミングの授業であれば、共同で仮想的なロボットを設計し、動作をテストしたりすることができる。このような協働的な学習活動は、問題解決能力やコミュニケーション能力、チームワークといった、現代社会で求められる重要なスキルを育成する上で有効である。

メタバースの大きな可能性の一つは、現実世界では時間的、空間的、あるいは倫理的な制約から体験することが難しい事柄を、仮想的に再現し、学習者に提供できる点にある。科学実験のシミュレーションはその典型的な例である。危険な化学反応や、時間のかかる生物の成長過程なども、仮想空間内であれば安全かつ効率的に体験することができる。歴史的な出来事の再現も、メタバースならではの学習体験を提供する。古代の遺跡を仮想的に探索したり、過去の重要な会議の様子をアバターとして傍聴したりすることで、教科書を読むだけでは得られない、臨場感と深い理解を得ることができる。職業訓練の分野においても、メタバースは大きな可能性を秘めている。医療現場での手術の手順を仮想的にシミュレーションしたり、航空機の操縦をバーチャルリアリティで体験したりすることで、学習者は実際の業務に近い環境で、安全かつ繰り返し訓練を行うことができる。これにより、理論的な知識だけでなく、実践的なスキルを効果的に習得することが期待できる。

メタバースは、単なる仮想空間を提供するだけでなく、豊富な学習資源へのアクセスを可能にするプラットフォームとしての側面も持つ。仮想図書館やデジタルアーカイブをメタバース内に構築することで、学習者は場所や時間の制約を受けることなく、必要な情報にアクセスし、学習を進めることができる。3Dモデルやインタラクティブなシミュレーションなど、従来のデジタル教材よりもリッチな学習コンテンツを統合することも容易である。

メタバース内の学習体験にゲーム要素を積極的に取り入れることで、学習者のモチベーションを飛躍的に高めることができる。クイズ形式のゲームを取り入れたり、仮想空間内でのウォークラリー形式の学習活動を実施したりすることで、学習は単調な作業ではなく、楽しく挑戦的な活

動へと変化する。ゲームクリアの達成感や、他の学習者との競争要素などを加えることで、学習意欲を維持し、主体的な学習を促す効果が期待できる。これらの要素が有機的に組み合わせることと、メタバースは従来の教材には真似できない、新しい学びの体験を提供する可能性を秘めている。没入感のある学習環境、リアルタイムなインタラクションと協働学習、仮想的な再現による実践的な学び、豊富な学習資源へのアクセス、そして学習意欲を高めるゲーム要素。これらは、学習者の理解を深め、知識の定着を促し、学習へのモチベーションを高めるための強力な推進力となるだろう。メタバースを活用した教材開発はまだ黎明期にあり、乗り越えるべき課題も存在する。技術的な制約、アクセシビリティの問題、教育効果の検証、そして何よりも、学習者の主体性を引き出し、深い学びを促すための学習計画が不可欠である。

メタバースが仮想空間での没入型体験を提供し、従来の教育方法を大きく変える可能性があるため、教育に取り入れた事例が増えている。

スタンフォード大学では、メタバース上で講義を実施している。「Virtual People course」は、授業のほとんどが仮想現実（VR）で行われる最初で最大規模のコースの一つだ。学生はVRヘッドセットを装着してリモートで授業に参加する。Virtual People course では、Meta Quest 2 を使用して授業を実施した。学生は仮想空間内で講義を受け、他の学生や教授とインタラクティブに交流することができる。



<https://bulletin.stanford.edu/courses/2041791>



スタンフォード大学

角川ドワンゴ学園のN 高等学校、S 高等学校は、メタバースを教育に積極的に取り入れている。子供一人ひとりにVRゴーグル（Meta Quest など）を配布し、自宅にいながらにして仮想空間上のキャンパスで学習や交流ができる環境を提供している。紙媒体中心だった授業から、3D 教材や史跡のバーチャル体験など、没入感のある学習へと転換を図っている。バーチャル授業が実施されており、子供はアバターを通じて教員や他の子



<https://nnn.ed.jp/news/accqm0snuuys/>



N/S 高で文部科学省のメタバース実証調査を実施



Labster

供とコミュニケーションを取りながら学習を進める。AI を活用した英会話学習など、新しい学習方法も導入されている。学習だけでなく、交流を深めるための様々なバーチャルイベントも開催している。メタバース入学式、バーチャル体育祭、バーチャル修学旅行などが挙げられる。多様なメタバースプラットフォーム（oVice、Gather、Cluster、VRChat、RecRoom など）を使い分けている。面接を想定したシナリオのもと、メタバース空間で面接練習を実施している。京セラと連携し、メタバース空間内で工場見学や極限環境下での製品活用シーンを体験する企画を実施している。Meta と連携し、AR/VR クリエイター育成のための教育プログラムを提供している。

Labster（ラブスター）は、デンマークの企業が開発した、VR（仮想現実）を活用したバーチャル理科実験プラットフォームであり、教育分野、特に理科教育において、革新的な学習体験を提供することで注目を集めている。Labster の最大の特徴は、子供をまるで実際



<https://www.labster.com/>

の実験室にいるかのような没入感のある VR 環境へと誘う点にある。VR ヘッドセットを装着することで、子供は三次元の仮想空間内で、試薬のピペット操作、顕微鏡による細胞観察、物理法則に基づいたシミュレーションなど、多様な理科実験を安全かつ主体的に体験できる。Labster は、細胞生物学、分子生物学、化学、物理学、工学といった広範な分野にわたり、160 種類以上の豊富なバーチャル実験を提供している。高校レベルから大学レベルの高度な実験までカバーしており、子供の学習段階やカリキュラムに合わせて適切な実験を選択できる。Labster のバーチャル実験は、多くの場合、ストーリー仕立てのシナリオやゲームのような要素が取り入れられている。例えば、ある科学的な謎を解き明かすというミッションが与えられたり、実験の成功度に応じてポイントが付与されたりする。このようなゲーミフィケーションの要素は、子供の好奇心を刺激し、挑戦意欲を高め、楽しみながら学習に取り組むことを可能にする。

2. メタバースの歴史

世界初のメタバースは、2003 年にサービスを開始した「セカンドライフ」が挙げられる。セカンドライフは、インターネット上に構築された 3 次元の仮想空間であり、ユーザーは自身のア



セカンドライフ



フォートナイト



ザ・サンドボックス



バーチャル渋谷

バターを通じて他のユーザーと交流し、コミュニケーションを図ることができた。特筆すべきは、セカンドライフ内において、ユーザーがアバターの装飾品や仮想の土地、建物など、独自のデジタル資産を創造し、所有できた点である。さらに、セカンドライフ内で流通する独自の仮想通貨「リンデンドル」が存在し、ユーザーはこのリンデンドルを用いて、創造した仮想資産を他のユーザーと売買することが可能であった。リンデンドルは、現実世界の法定通貨である米ドルで購入することができたため、セカンドライフは、仮想空間上において現実の経済活動と接続された、世界でも初期の事例の一つとして認識されている。この仕組みは、単なるコミュニケーションの場に留まらず、仮想空間内でのビジネスや経済圏の萌芽を示唆するものであった。2000年代後半に入ると、インターネット上のゲームにおいても、メタバース的な要素を取り入れたサービスが登場し始め、徐々にその利用者を増やした。これらのサービスは、当初はゲームというエンターテインメントの形態を取りながらも、ユーザー同士の交流やコミュニティ形成といった、メタバースが持つ重要な側面を育んでいった。近年、注目を集めているメタバースプラットフォームの一つが、Epic Games が提供する「フォートナイト」である。フォートナイトは、基本プレイ無料という手軽さから世界中で爆発的な人気を博した対戦型ゲームで、多数のプレイヤーがオンライン上で武器を手に取り、最後の生き残りを目指すバトルロイヤル形式のゲームとして広く認知された。しかし、その進化はゲームの枠組みに留まらず、ゲームモードの多様化が進み、ユーザー同士が協力して特定の目標を達成するモードや、鬼ごっこやアスレチックといった、よりコミュ

ニケーションに重点を置いた遊び方が登場した。さらに、フォートナイトのプラットフォーム上では、著名なアーティストによるバーチャルライブが開催されたり、様々なジャンルのバーチャル音楽イベントが実施されるなど、エンターテインメントの新たな可能性を示す場へと変貌を遂げている。これらのイベントは、地理的な制約を超え、世界中の人々が同時に同じ空間で体験を共有できるという、メタバースならではの特性を活かした事例と言える。

「The Sandbox」は、メタバースの領域において、ブロックチェーン技術と NFT（Non-Fungible Token：非代替性トークン）を積極的に活用しているプラットフォームとして注目されている。ブロックチェーンは、取引の記録を分散型の台帳に記録する技術であり、その特性から、システムの安定性、データの改ざんの困難性、そして取引の透明性の高さが大きなメリットとして挙げられる。また、仮想通貨などの国際送金においては、手数料の低減にも貢献する可能性を秘めている。NFT は、デジタルデータに対して唯一無二の所有権を証明する、いわばデジタルな鑑定書のようなもので、NFT とブロックチェーン技術を組み合わせることで、デジタルアイテムの所有者や取引履歴を明確に記録し、証明することが可能になる。The Sandbox では、ユーザーは仮想空間内で自身のアバターを操作し、様々なゲームをプレイできるだけでなく、自ら作成したキャラクターやアイテムを NFT として、プラットフォーム内で流通する仮想通貨を用いて売買することができる。これにより、ユーザーは自身の創造性を活かして経済活動を行うことが可能となり、メタバースにおける新たな経済圏の創出に貢献している。さらに、The Sandbox の特徴的な要素として、「LAND」と呼ばれるデジタル不動産の概念が存在する。ユーザーは LAND を購入し、その上に建物を建設したり、他のユーザーに貸し出すことで、デジタル不動産収入を得ることも可能である。これは、現実世界の不動産取引を仮想空間上で再現したものであり、メタバースが単なる遊び場に留まらない、新たな経済活動の基盤となり得る可能性を示唆している。

日本国内においては、KDDI と渋谷区が共同で立ち上げた「バーチャル渋谷」というメタバースプラットフォームが存在する。渋谷の象徴的な場所であるスクランブル交差点を中心とした仮想空間が構築されており、ユーザーは自身のアバターを通じてバーチャル渋谷内を自由に歩き回り、他のユーザーとコミュニケーションを取ることができる。バーチャル渋谷は、ゲームのような感覚で仮想空間上の渋谷を体験できるだけでなく、様々なイベントや情報発信の場としても活用されている。現実の渋谷で行われるイベントと連動したバーチャルイベントが開催されたり、地域情報の発信拠点としての役割を担ったりするなど、現実世界と仮想空間が融合した新たな体験を提供している。

これらの事例からわかるように、メタバースは、初期の単なる仮想コミュニケーション空間から、ゲーム、エンターテインメント、経済活動、そして地域社会との連携など、多岐にわたる領域

へと進化と多様化を遂げている。それぞれのプラットフォームは、独自の技術やコンセプトに基づき、ユーザーに新たな体験や価値を提供しており、その可能性は今後さらに広がっていくことが予想される。メタバースは、単なる一時的な流行ではなく、社会や経済のあり方を大きく変える可能性を秘めた、注目すべき概念と言える。

- 資 料 -----

NFT

NFT は、「代替不可能」な性質を持つデジタルトークンであり、ブロックチェーン技術によってその唯一性と所有権が記録・証明される。従来のデジタルデータは容易に複製可能であり、その真正性や唯一性を担保することが困難であった。しかし、NFT は、デジタルアート、音楽、動画、ゲームアイテム、仮想空間内の土地など、様々なデジタルアセットに固有の識別子とメタデータを付与することで、それらを唯一無二の存在として扱うことを可能にする。NFT の基盤となるブロックチェーン技術は、分散型の台帳システムであり、複数の参加者によって取引履歴が共有・検証されるため、高い透明性と改ざん耐性を有する。NFT の発行、所有権の移転、取引履歴などはすべてブロックチェーン上に記録され、その信頼性が担保される。

NFT の登場は、デジタル領域における価値創造と流通に革新的な変化をもたらし、様々な分野で応用が進んでいる。NFT は、デジタルアーティストに自身の作品の真正性と希少性を証明する手段を提供し、新たな収益機会を創出している。高額で取引されるデジタルアート作品の出現は、従来の美術市場に新たな潮流を生み出している。また、デジタルコレクタブルズ（トレーディングカード、限定アイテムなど）は、ファンコミュニティにおける新たな価値交換の手段となっている。オンラインゲームやメタバースプラットフォームにおいて、NFT はゲーム内アイテムや仮想空間内の土地などのデジタルアセットの所有権をユーザーに付与する。これにより、ユーザーは自身のデジタルアセットを自由に取引したり、活用したりすることが可能となり、新たな経済圏の創出に寄与している。音楽や映像などのデジタルコンテンツを NFT として販売することで、クリエイターは仲介者を介さずに直接ファンと繋がり、新たな収益モデルを構築できる。NFT 購入者は、限定コンテンツへのアクセス権や特別な体験を得られる場合もある。NFT は、特定のコミュニティへのアクセス権、イベントのデジタルチケット、あるいは卒業証明書などのデジタル証明書としても活用され始めている。改ざんが困難な NFT の特性は、これらの用途において高い信頼性を提供する。

NFT のメリットとして、これまで曖昧であったデジタルデータの所有権を明確化し、新たな

価値創造を促進する。また、仲介者を排除した直接的な販売や、二次流通による収益分配の可能性を提供する。さらに、NFT を介した新たなファンコミュニティの形成や、所有者限定の特典提供によるエンゲージメントの向上が期待できる。ブロックチェーン上に取引履歴が記録されるため、透明性が高く、アセットの追跡が容易である。これらのことが、デジタルアセットを活用した新たなサービスやビジネスモデルの創出を促進する。

デメリットとして、NFT の価値は市場の需給によって大きく変動し、投機的な側面も存在する。NFT の市場は 2021 年に約 400 億ドルまで拡大したが、その熱狂も長くは続かず、2022 年後半から急激に冷え込み始め、3 億円超だった「世界初のつづやき」は 21 万円に暴落するなど変動が大きい。一部のブロックチェーン技術は、大量のエネルギーを消費するため、環境への負荷が懸念されている。偽物の NFT や詐欺のリスクが存在し、ウォレットの管理などセキュリティ対策が重要となる。NFT に関する法的な定義や規制は、まだ発展途上であり、NFT の取引には一定の技術的な知識や環境が必要であり、アクセス格差が生じる可能性があるなどがデメリットとして挙げられる。

3. メタバース関連の技術

メタバースの発展には、次に示す多種多様な技術やサービスが登場している。

- ①ブロックチェーン技術の発展により、メタバースの中で複雑な取引や契約ができるようになった。このことから、NFT や仮想通貨などを利用するゲームが可能になった。前述の The Sandbox はその一例である。さらに、NFT はメタバース上のアバターなどのデジタルアセットの売買に活用でき、OpenSea などの取引所が開設され、2022 年には高額な売買が話題になった。
- ②メタバースでは、リアルな 3D 空間を構築する必要があり、高いグラフィックス性能が必要とされる。CPU（中央処理装置）や GPU（グラフィックス処理装置）などのハードウェアの性能の向上によって、コンピュータの処理速度や性能が向上し、メタバースの世界をリアルに表現できるようになった。また、通信技術の向上により、高速大容量、高信頼低遅延、多数同時接続が可能になった。5G の普及により屋外においてもスマホなどでストレスなくメタバースに接続できるようになった。これらのことにより、多くのユーザーがメタバースをいつでも容易に利用できるようになった。
- ③Meta Quest の VR ゴーグルや AR グラスなどのデバイスが登場し、よりリアルにメタバースでの体験ができるようになったことから、医療や教育などでの活用が広がっており、メタバースへの注目が高まっている。

- ④NPC（ノンプレイヤーキャラクター: non player character）は、プレイヤーが操作しないキャラクターのことを指す語である。ゲームでは、コンピュータが操作するキャラクターがユーザーの行動に反応するように設計され「人間らしくふるまう」ことが要求される。メタバースでは、AI（人工知能）技術は、NPCに適用することが可能で、NPCにAIを適用することにより、ユーザーとの交流や様々なタスクを行わせることもできるようになった。
- ⑤3D 環境を構築する技術は、メタバース内でのリアルな体験を可能にします。3D 環境を構築するためには、3D モデリング技術や 3D スキャン技術が使用される。
- ⑥AR（拡張現実）や VR（仮想現実）の技術は、メタバース内でのリアルな体験を可能にする。AR 技術は、現実世界に仮想的な情報を重ね合わせることができる。VR 技術は、仮想的な世界を作り出すことができる。
- ⑦ IoT とは、センサー、車、家電製品などが、ネットワークを通じてサーバーやクラウドサービスに接続され、相互に情報交換をする仕組みである。IoT 技術を活用することで、現実世界とメタバース内の世界をつなぐことができる。

これらの技術が組み合わされることで、メタバースはよりリアルな体験を提供することができるようになり、製造業、建設業、物流業、保守運用などの労働集約型の産業においても活用が広がっている。

課題

1. 教材開発とメタバースの関係について説明しなさい。
2. メタバースの歴史について整理しなさい。

第7講 バーチャルスクール

【学修到達目標】

- ・バーチャルスクールの概要を理解することができる。
- ・バーチャルスクールのメリット・デメリットについて説明することができる。

1. バーチャルスクールの利用

メタバースは仮想空間での没入型体験を提供し、従来の教育方法を大きく変える可能性があるため、教育に取り入れた事例が増えている。メタバースを利用した授業の目的として、次のようなものがある。①AI 技術と連携することで子供に合わせた学習プランを提供でき、個々のニーズに応じた教育が可能となり個別化された学習の実現を目指す。②メタバースでは、子供同士がリアルタイムで対話し、共同作業を行うことができチームワークの向上を見込めるため、コミュニケーションと協働の促進を目指す。③仮想空間に様々なオブジェクトを設置できるため、物理的な教材や施設を使わず、遠隔地からの参加が可能になり、コスト削減と効率化を目指す。④ゲーム要素を取り入れた学習がcaのうななるため、子供の学習意欲の向上を目指す。

これらを踏まえ、バーチャルスクール、すなわち仮想空間を活用した没入型学習環境が、教育現場にもたらす変革の可能性について考える。これまで、教育は教室という物理的な制約、学校という地理的な境界線の中で展開されてきた。教師と子供は同一の空間を共有し、教材は物理的な媒体を通じて伝達され、学びの場は時間割によって管理されてきた。しかし、仮想空間技術の出現は、これらの制約を解放する可能性を秘めている。地理的な距離は解消され、物理的な教材はインタラクティブな3Dモデルへと進化し、時間的な制約さえも学習者のペースやニーズに合わせて柔軟に再構築される未来が、現実味を帯び始めている。

バーチャルスクールが教育にもたらす変化は多岐にわたる。歴史的な出来事を仮想空間で追体験したり、ミクロな分子の世界を3Dで観察したりといった、多様で没入感の高い学習体験は、子供の知的好奇心を刺激し、深い理解へと導く。都市部と地方、先進国と発展途上国といった地域による教育格差の解消は、より公平で包括的な教育システムの構築を可能にする。さらに、物理的な校舎や設備の制約を超えた授業展開は、教育の拡張性を高め、新たな学習ニーズへの柔軟な対応を可能にする。

バーチャルスクールは、物理的な校舎や教室といった制約から解放された「新たな学びの場」を提供する。この仮想空間は、単なるオンライン上のインターフェースではなく、子供と教師がア

バターを通じて存在し、相互に作用し合う、多層的で没入感の高い環境として構築される。

物理的な教室に対応する仮想教室は、単なるビデオ会議システムとは一線を画す。3D 空間内に再現された教室環境は、子供と教師のアバターが実際に移動し、オブジェクトを操作することを可能にする。インタラクティブな教材が豊富に用意され、3D モデルの操作、仮想的な実験器具の使用、グループワークのための共有スペースなど、双方向の授業を促進するための様々な機能が実装されている。教師はアバターを通じて子供の様子を把握し、個別の質問に答えたり、議論をリードしたりすることができる。子供は、現実の教室と同様に、他の子供のアバターと協力して課題に取り組んだり、意見交換を行ったりすることが可能となる。

バーチャルスクールにおける子供と教師の相互作用は、自身を象徴するアバターを通じて行われる。アバターは、顔の表情、服装、体型などをカスタマイズ可能であり、仮想空間における自己表現の手段となる。アバターを用いることで、現実の身体的な特徴から解放され、より自由なコミュニケーションや自己表現が可能になる。特に、内向的な子供や、自身の外見にコンプレックスを持つ子供にとって、アバターは心理的な障壁を下げ、積極的に学習活動に参加するきっかけとなる可能性がある。また、アバターは仮想空間内でのアイデンティティーを確立し、所属意識やコミュニティ感を醸成する役割も果たす。

仮想空間の真価は、現実世界では困難な、あるいは危険な学習体験を安全かつ効果的に提供できる点にある。科学の授業では、原子や分子の構造を手のひらで操作できる 3D モデルとして観察したり、物理法則を体感できる仮想実験室で様々なシミュレーションを行ったりすることができる。歴史の授業では、過去の建造物をバーチャルリアリティで疑似体験し、当時の人々の生活様式を肌で感じることができる。地理の授業では、地球儀を 3D で回転させながら気候変動の影響を視覚的に理解したり、遠隔地の文化や風景を観察したりすることが可能になる。このように、仮想空間は、視覚、聴覚、触覚といった多感覚を刺激する学習体験を提供し、子供の興味を引きつけ、深い理解と長期的な記憶の定着を促進する。

現実の学校とバーチャルスクールの特徴を表 7-1 に示す。現実の学校とバーチャルスクールは、それぞれ独自の強みと特徴を持ち合わせており、教育を考える上で、両者の利点を最大限に教育活動に取り入れることが重要となる。現実の学校は、対面コミュニケーションを通じて、子供同士の協同性や協調性などを育む上で大切な役割を果たす。学校という空間を共有することで生まれる連帯感や帰属意識は、心身の健全な発達や社会性の基盤となる。また、五感を活用した体験は、実感を伴う深い学びを促し、知識の定着に寄与する。一方、バーチャルスクールは、地理的制約からの解放、多様で没入感の高い学習体験の提供、個別最適化された学習の実現、グローバルな連携の容易さといった点で大きなポテンシャルを秘めている。仮想空間ならではのインタラクティブな教材やシミュレーションは、子供の興味を引きつけ、主体的な学びを促進する。

表 7-1 現実の学校とバーチャルスクールの特徴

項目	現実の学校	バーチャルスクール
場所の制約	立地条件に合った自然観察や地域との交流などができる。	遠隔地や海外からもアクセス可能。通学困難な生徒にも学習機会を提供。教育機会の均等化に貢献。
学習体験の多様性	立地条件に合った学習体験ができる。	現実では困難な体験を安全かつ効果的に提供。視覚的・体験的な学習による深い理解と興味喚起。多様な教材と学習方法の可能性。没入型でインタラクティブな学習。
コミュニケーション	表情やジェスチャーによる豊かなコミュニケーション。人間関係構築の基盤。直接的な対話と非言語的情報。	場所を超えた多様な交流。地理的に離れた学習者とのリアルタイムなコミュニケーションと協働。アバターによる心理的な障壁の低減。
コスト	立地条件に沿ったコスト。	物理的な施設の維持費を削減。リソースの共有による効率化。長期的なコスト削減の可能性。
時間の柔軟性	教師の努力による個別対応は可能だが、負担が大きい。	一部のコンテンツを学習者のペースで進められる。同期・非同期学習の組み合わせによる柔軟な学習計画。
アクセシビリティ	教師の努力による個別対応は可能だが、負担が大きい。	地理的・身体的な制約を受けにくい。個別の学習進捗に合わせた支援。多様な学習ニーズへの対応。
個別最適化	学習データに基づいたパーソナライズされた学習プランを提供。個々の理解度や興味に合わせた効率的な学習。AI による高度な個別最適化。	学習データに基づいたパーソナライズされた学習プランを提供。個々の理解度や興味に合わせた効率的な学習。AI による高度な個別最適化。
グローバルな連携	教師の努力による個別対応は可能。物理的な移動やコストが障壁となる場合がある。	国境を越えた学習者や教育機関との連携が容易。グローバルな視点の育成。多言語学習や国際共同プロジェクトの推進。容易な国際連携と異文化交流。
社会性の育成	協調性、コミュニケーション能力、人間関係構築などが自然に育まれる。帰属意識や連帯感の醸成。	仮想空間内での共同作業や交流を通じて、チームワークやコミュニケーション能力を育成。新たな形の協働とコミュニケーション。
五感の活用	実物に触れたり、観察したりすることで、五感をフル活用した学習が可能。実体験に基づいた深い理解。	視覚・聴覚を中心とした没入感。高度な視覚・聴覚技術によるバーチャルな学習体験。触覚フィードバック技術の開発も進展。
教師の役割	子供の全体的な成長をサポート。人間関係の構築と繋がり。	仮想空間での効果的な学習活動のデザインとサポート。知識とコミュニケーションスキルが重要。個別指導やメンタリングも可能。
評価方法	現実の行動や成果物に基づいた評価。対面での観察による評価も可能。	学習ログ、活動履歴、成果物、オンラインテストなど、多角的な評価が可能。プロセス評価や形成的評価。多様なデジタルデータに基づいた評価。

また、AI 技術との連携によるパーソナライズされた学習プランは、個々のニーズに合わせた効果的な学習を可能にする。従って、今後の教育においては、現実の学校が持つ 対面コミュニケーションや 直接的な体験の価値を維持しつつ、バーチャルスクールの持つ柔軟性、拡張性、個別最適化を融合させることが望ましい。

地方自治体においても、都市部との教育格差の是正や、地域特有の課題解決のために、仮想空間の導入を検討する動きが見られる。

岐阜県岐阜市教育委員会は、不登校児童・生徒の支援を目的として、メタバースを活用した取り組みを実施している。仮想空間内に学校のような居場所を設け、アバターを通じて他の子供や支援者と交流したり、学習コンテンツを利用したりできる環境を提供している。

静岡県教育委員会は、「しずおかバーチャルスクール」を開設し、不登校の子供たちが楽しみながら自分らしさを表現できる新たな居場所を提供している。不登校児童・生徒にとって、交流、学習、体験を通じた新しい学びの場となっている。

埼玉県戸田市は、認定 NPO 法人カタリバと連携し、メタバースを活用したオンライン不登校支援プログラム「room-K」を提供している。不登校児童生徒やその保護者に対し、オンライン面談や学習支援、居場所の提供などを行っている。デジタルツールを活用した学習プログラムやメンター派遣などを実施し、子供たちの学びの充実と社会参加を支援している。

北海道帯広市教育委員会は、メタバース空間で協働学習や学校行事を行い、不登校児童生徒の居場所づくりと自立支援を目指している。プログラミング学習など多様な学習機会を提供し、リアルな体験学習「遠足チョイス」も実施するなど、様々な活動を組み合わせた支援を行っている。

京都府は、一般社団法人プレプラと共同で、不登校・ひきこもり学生向けの居場所支援プログラム「ぶいきゃん京都」を実施した。メタバース空間での探検、クリエイター講演、ワークショップなどを開催し、参加者の交流を促進した。

これらの事例は、仮想空間が日本の教育現場においても、地域格差の解消、教育の質の向上、新たな学習機会の創出に貢献し始めていることを示唆している。

2. バーチャルスクールの技術的基盤とメリット・デメリット

バーチャルスクールは、複数の技術によってその基盤が支えられている。

仮想現実（VR）および拡張現実（AR）デバイスは、バーチャルスクールにおける学習体験の質を大きく左右する。ヘッドマウントディスプレイ（HMD）などの VR デバイスは、学習者を完全に仮想空間に没入させ、現実世界との境界線を曖昧にすることで、臨場感を提供する。これに



岐阜市立岐阜小学校



静岡県 バーチャル
スクール関係



戸田型オルタナティ
ブ・プラン



帯広教育委員会
ひろひろチョイス



京都府 ぶいきゃん
京都

より、子供はあたかもその場にいるかのような感覚で学習に取り組むことができる。一方、AR デバイスは、現実世界の視覚情報に仮想的な情報を重ね合わせることで、現実と仮想を融合した学習体験を提供する。例えば、現実の教科書に 3D モデルを重ねて表示したり、現実の教室内に仮想的なオブジェクトを出現させたりすることで、学習内容への理解を深める。Meta Quest、HTC Vive、Microsoft HoloLens などの高性能デバイスは、高解像度な映像、自然な操作性、快適な装着感を提供し、質の高い没入型学習環境を実現するためのコンポーネントとなる。

多数の子供と教師が同時にアクセスし、インタラクティブな学習活動を行うバーチャルスクールの運営には、堅牢でスケーラブルなクラウドインフラが不可欠である。Amazon Web Services (AWS)、Microsoft Azure、Google Cloud Platform (GCP) などのクラウドプラットフォームは、大容量のデータ処理、リアルタイムな通信、安定したネットワーク接続を提供し、大規模な仮想空間の円滑な運用を支える。クラウド技術を活用することで、教育機関は自前で高価なサーバー設備を構築・維持する必要がなくなり、コスト効率の高いバーチャルスクールの運営が可能になる。また、クラウドの柔軟性は、子供の人数の増減や新たな機能の追加に迅速に対応することを可能にする。

人工知能 (AI) 技術は、バーチャルスクールにおける教育の質を向上させる可能性を秘めている。AI は、子供の学習履歴、理解度、進捗状況などのデータをリアルタイムで分析し、個々の子供に最適化された教育プランを提供する。例えば、理解が遅れている子供には丁寧な解説や簡単な課題を提供し、得意な分野を持つ子供にはより高度な挑戦的な課題を提供する。AI チューターは、子供の質問に正確に答えたり、学習方法についてアドバイスしたりすることも可能である。仮想空間のインタラクティブな環境と AI の個別最適化機能を組み合わせることで、画一的な一斉授業では実現困難だった、パーソナライズされた教育が実現する。

バーチャルスクールの主なメリットとして次のものがある。物理的な校舎への通学を必要としないバーチャルスクールは、地理的な制約を解消する。遠隔地に住む子供、病気や障がいにより通学が困難な子供、海外に居住する子供など、これまで教育機会へのアクセスが限られていた人々に対して、質の高い教育を提供できる。インターネット環境と適切なデバイスがあれば、どこからでも授業に参加できるため、教育の機会均等化に大きく貢献する。また、仮想空間を活用することで、従来の教室では実現不可能だった、豊かで没入感の高い体験型学習が可能になる。さらに、目に見えない原子や分子の世界、あるいは広大な宇宙の構造といった、抽象的で理解が難しい科学的現象も、仮想空間を用いることで視覚的に疑似体験することができる。そして、教育機関にとって負担となる校舎の建設費や維持費、光熱費などが必要ないため、物理的なインフラへの依存度を低減し、長期的に見てコスト削減の効果が期待できる。一方、導入と普及には、

技術的、社会的な側面からいくつかの課題が存在する。メタバース教育を効果的に実現するためには、高性能なVR/ARデバイス、安定した高速インターネット環境、そして使いやすいソフトウェアプラットフォームが必要となる。しかし、これらのインフラが十分に整備されていない場合があり、デバイスの価格も依然として高く、すべての子供が容易にアクセスできるとは限らない。この技術的な格差は、新たな教育格差を生み出す可能性も孕んでいる。また、子供の個人情報、学習データ、行動履歴などが仮想空間に保存され、利用されることになる。これらのデータは、個別最適化された学習を提供する上で必要ではあるが、情報漏洩や不正利用、プライバシー侵害のリスクも伴う。

- 資料 -----

COCOLO プラン

近年の不登校児童生徒数の増加は、現代社会における教育のあり方に深刻な問いを投げかけている。文部科学省が2023年3月に策定した「誰一人取り残されない学びの保障に向けた不登校対策」、通称「COCOLO プラン」は、この喫緊の課題に対し、包括的かつ多角的な視点から解決を目指している。COCOLO プランは、不登校の児童生徒全ての学びの場の確保、心の小さなSOSを見逃さない早期支援体制の構築、そして誰もが安心して学べる学校風土の醸成という三つの柱を掲げ、教育現場の変革を促している。その中でも特筆すべきは、第一の柱「不登校の児童生徒全ての学びの場を確保し、学びたいと思った時に学べる環境を整える」において、メタバース等の仮想空間を活用した学習環境、すなわちバーチャルスクールが、多様な学びの場の一つとして明確に位置づけられている点である。これまで物理的な空間に制約されてきた学校教育のあり方を根底から問い直し、情報技術の進展を積極的に取り込むことで、不登校という課題に対する新たなアプローチを提示していると言える。

バーチャルスクールは、インターネット上に構築された3次元の仮想空間を学校に見立て、アバターを通じて学習活動やコミュニケーションを行う場であり、物理的な登校が困難な児童生徒にとって、地理的・身体的な制約を超えた学びの機会を提供する。COCOLO プランがバーチャルスクールに期待する役割は多岐にわたる。まず、物理的な居場所としての学校に抵抗感を持つ児童生徒にとって、アバターを介したバーチャル空間での活動は、他者との交流や学習への参加に対するハードルを下げ、社会的な孤立感を軽減する効果が期待される。さらに、バーチャルスクールは、多様な学習ニーズに対応できる柔軟性を有する。AI技術との連携により、個々の学習進捗や理解度に応じた学習プログラムを提供することが可能となり、一斉授業では困難であったきめ細やかな指導を実現する可能性を秘めている。また、仮想空間ならではの没入型学習体験



COCOLO プラン

は、歴史的な出来事の追体験や科学実験の実施など、現実世界では制約の多い学習活動を安全かつ効果的に行うことを可能にし、知的好奇心を刺激し、深い理解へと導く。

COCOLO プランは、バーチャルスクールの導入と活用を推進するにあたり、いくつかの具体的な取り組みを支援している。不登校特例校における仮想空間の活用、教育支援センターにおける相談支援や学習支援の展開、フリースクールやNPO等の民間団体と連携した多様な学びの場、居場所の提供などがその例である。文部科学省の「先端技術・教育データの利活用推進事業」においては、複数の自治体や教育機関がメタバースを活用した不登校支援の実証研究を行っており、その効果や課題の検証が進められている。東京都渋谷区の「バーチャルけやき」、埼玉県戸田市の「room-K」、岐阜県岐阜市教育委員会のメタバース活用などがその代表的な事例であり、これらの取り組みは、バーチャルスクールが不登校児童生徒の学びの継続と社会参加を支援する有効な手段となり得ることを示唆している。しかし、バーチャルスクールの導入と普及には、克服すべき課題も存在する。技術的なインフラ整備、適切なデバイスの確保、適切な学習コンテンツの質の向上、教員のデジタルリテラシーの向上、そして仮想空間における教育の質の担保などの検討が必要となる。また、長時間使用による健康への影響や、情報セキュリティ、プライバシー保護といった倫理的な課題についても十分な配慮が求められる。

COCOLO プランは、これらの課題を踏まえつつ、学校、家庭、地域社会、そして関係機関が連携し、「チーム学校」として不登校問題に取り組むことの重要性を強調している。心の小さなSOSを見逃さないための早期発見・早期支援体制の構築、そして児童生徒が安心して主体的に学びに取り組める学校風土の醸成は、バーチャルスクールの可能性を最大限に引き出すための基盤となる。

課 題

1. バーチャルスクールの概要について説明しなさい。
2. バーチャルスクールのメタリット・デメリットについて整理しなさい。

第 8 講 個別最適化された学習の可能性

【学修到達目標】

- ・個別最適化と協働学習について理解することができる。
- ・メタバースでの遠隔協働学習について説明することができる。

1. 個別最適化と協働学習

今日の教育現場は、画一的な集団指導から、一人ひとりの学習ニーズに応じた個別最適な学びへと大きく舵を切ろうとしている。中央教育審議会（2021）が示すように、「指導の個別化」と「学習の個性化」は、この変革を実現するための重要なコンセプトであり、個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実が、未来の教育を担う子どもたちの資質・能力育成に不可欠であるとされている。このような背景の下、情報通信技術（ICT）の進化、特に仮想空間技術であるメタバースは、教育の可能性を大きく拡張するツールとして注目を集めている。メタバースは、物理的な制約を超えた没入型の体験を提供し、アバターを介したインタラクションを通じて、新たな学びの場を創出する。この実践は、このメタバースの特性に着目し、地理的環境条件の異なる小学校間における遠隔協働学習の実現を目指して 2023 年に行われた。具体的には、メタバース内に遠隔協働学習教室を構築し、子供が自ら作成した社会科新聞や動画といった学習の成果物を展示した。さらに、子供の課題や疑問別に複数のテーマに応じたコーナーや ROOM*を設置し、関連資料を配置することで、個々の興味・関心に応じた自律的な学習を促す環境を設計した。

- * メタバースプラットフォームの Hubs by Mozilla や NTT DOOR で制作したひとつのメタバースが ROOM であり、ROOM に設置できるデータサイズには、シーン全体で 128MB 程度の制限があり、個々のメディアファイルも数十 MB 程度に抑えることが推奨された。これらは一般的な目安であり、最適なサイズはアセットの種類や数、ROOM の複雑さなどによって異なり、パフォーマンスを考慮し、可能な限りデータサイズを小さく、かつ最適化されたアセットを使用した。2025 年以降、Hubs by Mozilla や NTT DOOR は利用できない。

加藤（1982）は、中央教育審議会答申が示した義務教育の二つの目標、すなわち「国民の教育として不可欠なものを共通に修得させる」と「豊かな個性を伸ばすこと」に対し、「指導の個別化」と「学習の個性化」という概念を提唱した。「指導の個別化」は、すべての子供に共通の基礎学力を等しく着実に保障することを目的とし、そのために一人ひとりに最適化された指導方法、学習時間、教材等の豊かな提供を進めていくという考え方である（中央教育審議会、

2021)。これは、学習内容や進度を個々の学習状況に合わせて調整し、一定期間における個々人の学習の状況・成果を重視する修得主義の観点から捉えることができる。一方、「学習の個性化」は、子供がそれぞれ異なるという現状認識から出発し、学習活動を通じてその違いを教育的に価値のある方向へさらに拡大しようとする拡散的アプローチである（中央教育審議会, 2021）。これは、子供の興味・関心やキャリア形成の方向性に応じて、学習内容や方法を自ら選択し、主体的に学習を進めることを重視する。

協働的な学びは、集団に対して共通に教育を行うものでありながら、一定期間の中で個々人の多様な成長を包含する履修主義の考え方を生かすものである。中央教育審議会（2021）は、協働的な学びを「探究的な学習や体験活動などを通じ、子供同士で、あるいは地域の方々をはじめ多様な他者と協働しながら、あらゆる他者を価値のある存在として尊重し、様々な社会的な変化を乗り越え、持続可能な社会の創り手となることができるよう必要な資質・能力を育成すること」と定義している。これは、他者との対話や協働を通して、知識や理解を深めるだけでなく、コミュニケーション能力、協調性、多様性を尊重する態度といった、社会性を育む重要な機会となる。

個別最適な学びと協働的な学びは、対立する概念ではなく、相互に補完し合い、一体的に充実させることによって、より効果的な学習を実現することができる。個別最適な学びによって基礎的な知識やスキルを習得した上で、協働的な学びを通してそれを活用し、他者とのつながりの中で新たな視点や理解を深める。また、協働的な学びの中で生じた疑問や課題を、個別最適な学びを通して自分のペースで探究することも可能となる。

中央教育審議会（2021）は、個別最適な学びと協働的な学びの展開事例として、「発達段階に応じて、ICTを活用しつつ、教師が対面指導と家庭や地域社会と連携した遠隔・オンライン教育とを使いこなす（ハイブリッド化）こと」を挙げている。このICTの活用事例の一つとして、メタバースは大きな可能性を秘めている。メタバースは、理科や社会科などの学習内容に合わせて仮想的な環境を構築することが可能である。遠隔協働学習教室をメタバース内に制作し、自然、環境、くらし、産業などのテーマ別に部屋やコーナーを設けることで、子供は自身の興味や課題に応じて仮想的な学習空間を自由に移動し、探究することができる。各部屋やコーナーには、子供が地域について調べまとめた社会科新聞や動画などの学習成果物を提示する。授業中に作成した資料をリアルタイムにメタバースに掲示することも可能である。メタバースへの参加は、アバターを通じて行われる。アバターは仮想空間内を自由に移動できるため、子供は遠隔協働学習教室の各コーナーの掲示物や動画を自身のペースで視聴することができる。また、自身の操作するパソコンやタブレットPCからテキストやファイルをアップロードできるため、疑問、感想、調べたことなどを提示したい場所に設置することができる。さらに、アバターを介した音声コミュニケーションにより、同じ疑問や課題を持つ子供同士が仮想的に話し合い、意見交換を行うこ

とができる。このように、メタバースは、学校間やグループ間で行われる遠隔協働学習を物理的な制約なしに実現する。子供は、自身の生活する地域の自然や産業などについて調べ、社会科新聞や動画にまとめたものをメタバース上に展示し、司会者を決めて発表したり、相手の発表を聞いて質問したり、話し合ったりすることができる(遠隔協働学習プロジェクト, 2021a, 2021b)。メタバースの仮想的な環境は、単元の内容に合わせた風景を周囲に設置したり、子供が調べた資料をテーマごとに整理して提示したりすることが容易であるため、理科や社会科の学習環境における活発な議論を促進する。これは、従来の一斉学習の形態を、発表者の学習環境のメタバースで再現するだけでなく、より個別化された学びへと発展させる可能性を秘めている。

メタバースでは、アバターを操作して子供自身が希望する場所へ自由に移動できるため、掲示された資料を繰り返し見たり、調べたいテーマの部屋で自身のペースで資料を閲覧・視聴したりすることができる。これにより、子供の特性、学習進度、学習到達度に応じて自律的に学習を調整することが可能となる。さらに、子供の興味・関心やキャリア形成の方向性等に応じて、学習内容を自ら選択し、深く探究することも促される。メタバースを活用した遠隔協働学習は、一斉学習の形態を仮想的に実現するだけでなく、個々の学習ニーズに合わせた学習環境や教材を提供し、個の課題や興味・関心に沿った学習を可能にすることで、「指導の個別化」と「学習の個性化」を同時に実現する可能性を秘めていると考えられる。

2. メタバースでの遠隔協働学習の実践

メタバースを活用した遠隔協働学習の実証授業を2023年3月に実施した。参加したのは、地理的環境条件が大きく異なる二つの小学校、岐阜県A小学校(海拔500m)の5年生と沖縄県B小学校(海拔7m)の5年生である。遠隔協働学習のプラットフォームとして、仮想空間構築ツールであるHubsを使用し、遠隔協働学習のための専用教室をメタバース内に構築した。遠隔協働学習教室には、A小学校の5年生が2022年12月に撮影した学校周辺の写真を設置し、小学校5年社会科「寒い土地のくらし」の学習環境を再現した(図8-1参照)。HubsのSpawn Point機能を活用し、遠隔協働学習教室への入り口にスポーン地点を設定することで、参加した子供は教室入り口にアバターとして出現する仕組みとした。遠隔協働学習教室の奥には、1mの積雪に覆われた田畑や合掌造りの仮想的な風景を配置し、寒い土地の雰囲気仮想的に演出した。遠隔協働学習教室入り口からは、内部に設置された各コーナーの看板が視認できるように設計し、子供が目的とするコーナーへスムーズに移動できるよう配慮した。入り口両側の壁には、アバターの基本的な操作方法とA小学校周辺の地図を掲示した。各コーナーからは、より



図8-1 遠隔協働学習教室入り口

深く探究したい子供のために、メタバース内に以下のROOMをリンクさせた。

- ・合掌造りの内部構造を観察できる「合掌造り」の部屋（白川郷の合掌ミュージアムの仮想的な再現）
- ・白川郷を流れる夏と冬の荘川の様子や周囲の景観を確認できる「であい橋」の部屋
- ・1mの積雪に覆われたA小学校の校庭の様子を仮想的に体験できる「A小学校校庭」の部屋

各コーナーにはAudio Zoneを設定し、同じコーナー内でアバター同士が話す声が、他のコーナーに漏れにくいように配慮することで、それぞれの話し合いに集中できる環境を構築した。

メタバースでの遠隔協働学習は初めての試みであったため、大学の学生がアバターとして参加し、子供の話し合いの支援や司会進行を行った。学生は、遠隔協働学習教室内の「合掌造り」「自然」「A小学校校庭」の各コーナー、および、そこからリンクされた「合掌造り」「であい橋」「A小学校校庭」の各部屋で支援を行った。授業中の子供の動きは、学生のパソコン画面キャプチャー機能を用いて記録した。子供は、メタバースに入る際に、用意された複数のアバターの種類から自由に選択することができた。また、アバターの名前をローマ字で入力する機能を利用して、子供は自分の名前を入力して、他の参加者から認識できるようにした。

授業開始と同時に、B小学校の子供が一人一台のタブレットPCを用いて、メタバースの遠隔協働学習教室にアバターを介して参加した。観察によると、ほとんどの子供は、最初に仮想的に再現された雪景色に強い興味を示し、しばらくその風景を眺めてから、遠隔協働学習教室内部へと移動した。教室入り口に最も近い最初のコーナーが「合掌造り」であったため、多くの子供は、コーナーの壁に掲示された合掌造りの外観、雪囲い、雪つり等の写真を順番に見ていた（図

8-2参照）。入室直後の段階では、子供は個々に掲示された資料を閲覧しており、アバター同士が対面して話し合う様子はほとんど見られなかった。資料の閲覧を終えると、一部の子供は、より詳細な情報を求めて、「合掌造り」の部屋へと移動し、合掌造りの内部の様子を三次元的に観察していた。一方、大多数の子供は、同じ遠隔協働学習教室内の「自然」コーナーや「A小学校校庭」コーナーへと移動し、それぞれのテーマに関する資料の閲覧を開始した。「自然」コーナーや「A小学校校庭」コーナーの資料を見終えた一部の子供は、さらに探究を進めるために、「であい橋」の部屋や「A小学校校庭」の部屋へと移動した。しかし、観察された最も顕著な動きは、多くの子供たちが再び「合掌造り」のコーナーに戻り、図8-3に示すように、アバター



図8-2 入室後、掲示してある資料を見る



図8-3 7分後、対面して話す

同士が対面して会話を始めたことである。アバターの上部に表示される名前を手がかりにして、子供は支援のために参加していた学生に質問したり、A小学校の子供と交流したりする様子が確認された。

授業開始 13 分後の遠隔協働学習教室の活動状況を図 8-4 に示す。この時点では、子供と学生を合わせて 58 名が仮想的な空間内で活動していた。B 小学校の子供の数と比較して A 小学校の子供の参加数が少なく、A 小学校の子供と学生を合わせても 10 名に満たない状況であった。積極的に会話に参加する子供は、学生や他の子供と活発にコミュニケーションを取っていたが、一方で、他のアバターの会話を聞いていたり、引き続き掲示してある資料を個別に閲覧している子供も観察された。「合掌造り」「であい橋」「A 小学校校庭」の各部屋においても、アバター同士の会話が観察された。これらの部屋に移動する子供の数は、遠隔協働学習教室内に留まっている子供と比較して少なかったものの、部屋に掲示された資料について質問したり、冬の暮らしについて学生から説明を聞いたりする子供の様子が確認された。



図 8-4 13 分後、58 人が参加した



図 8-5 25 分後の様子

活発な話し合いを行った子供は、その後、その場を立ち去り、他のコーナーへと移動したり、別の部屋へと移動したりする様子が観察された。図 8-5 に示すように、授業開始 25 分後の時点でも、異なるアバター同士が会話する様子が確認された。

実証授業全体を通して、「寒い土地の暮らし」の遠隔協働学習教室に設置された「合掌造り」「自然」「A 小学校校庭」の各コーナーにおいて、子供が自身のペースで資料を閲覧したり、興味のある議論に自分から参加したり、必要に応じて「合掌造り」「であい橋」「A 小学校校庭」の各部屋に移動してさらに観察したり話し合ったりする様子が観察された。雪の量に驚いている子供や、合掌造りの独特な建物構造に強い興味を持っている子供が多く、これらのテーマに関する発話が目立った。各コーナーを訪れる順序は子供によって異なっていたが、子供自身が選択した順序で資料を閲覧したり、話し合いに参加したりできたことで、「寒い土地の暮らし」という学習テーマについての理解が深まったと考えられる。この観察結果は、メタバースが一人ひとりに最適化された指導方法、学習時間、教材等の提供を可能にし、「指導の個別化」を図る上で有効なツールとなり得ることを示唆している。

合掌造りの独特な構造に強い興味を持った子供は、「合掌造り」の部屋の 1 階と 2 階をアバターで行き来し、その構造を詳細に観察していた。また、「であい橋」の夏と冬の部屋を訪れた子供は、荘川の水量や動画による流れの様子を比較することで、夏と冬の水量の違いや、周囲の

植生の変化に気づく様子が観察された。今回の遠隔協働学習は、「寒い土地の暮らし」の基本的な理解を深めることを主な目的としたため、建物の構造や季節による降水量や植生といった発展的な内容を扱う部屋は用意しなかった。しかし、もしこれらの発展的な内容を扱う部屋を用意できれば、これらのテーマに関心を持つ子供だけでなく、より多くの子供が自身の興味・関心に応じた発展的な学習に取り組む可能性が高いと考えられた。これらの子供は、資料を繰り返し閲覧したり、アバターを介して話し合いに積極的に参加したりしており、メタバースが子供の興味・関心に応じた「学習の個性化」を図る上で大きな可能性を秘めているとの示唆を得た。

この実証授業では、メタバースに遠隔協働学習教室を構築し、テーマ別のコーナーを設置して資料を掲示し、アバターを介した議論が可能な学習環境を構築した。この仮想的な学習環境において、地理的環境条件の異なる小学校の5年生を対象とした遠隔協働学習を実施した結果、「指導の個別化」と「学習の個性化」を仮想的な環境で実現できる可能性が示唆された。吉田（2022）が指摘するように、PFLにおいてICTの活用は、指導の個別化に有効であるが、開発や準備に労力や時間がかかるものもある。本実証授業においても、メタバースの遠隔協働学習教室の構築には相応の時間を要した。また、メタバース環境をAWS上に構築したため、費用が発生した。今後のメタバースの教育利用を検討する際には、予算を含めた計画的かつ組織的な取り組みが必要となるだろう。

遠隔協働学習の実施に当たり、各コーナーと各部屋には、学習を支援する学生をアバターとして配置した。しかし、毎回の授業で人的な支援者を配置することは現実的ではない。今後は、子供自身が司会役や説明役を担い、場所と時間を決めて議論を行うといった、子供主体の約束づくりを促す必要がある。また、学生が説明を行う場面も見られたが、森本康彦（2020）が提唱する「教育AIと学習記録データを活用した個別最適化された学び」における会話型AIの活用は、今後の重要なテーマである。さらに、メタバースという新たな学習環境においては、セキュリティ対策や予期せぬトラブルの防止についても、より慎重な検討を加える必要がある。

参考文献

- [1]加藤幸次(1982)個別化教育入門, 教育開発研究所
- [2]遠隔協働学習プロジェクト(2021a) 地理的環境の異なる4つの小学校を結んだ遠隔協働学習～小学校5年社会科の実践から～, 岐阜女子大学カリキュラム開発研究, 2021 Vol.6 No.1.pp.1-24.
- [3]遠隔協働学習プロジェクト(2021b) 地理的環境の異なる学校間の遠隔協働学習における学びの創発の可能性～小学校5年社会科の実践から～, 岐阜女子大学カリキュラム開発研究, 2021 Vol.6 No.1.pp.25-68.

[4]吉田英彰(2022)個別最適な学びの実現に関する検討 「未来の学習のための準備」研究に着眼して, 日本教育工学会論文誌 46(2), pp.393-403.

[5]森本康彦(2020)教育 AI・学習記録データを活用した個別最適化された学びのモデルの提案, 教育システム情報学会第 45 回全国大会, pp.187-188.

課題

1. 個別最適化と協働学習について整理しなさい。
2. メタバースでの遠隔協働学習について説明しなさい。

第9講 表現力の育成

【学修到達目標】

- ・メタバースが表現力を高める可能性を理解することができる。
- ・メタバース授業の概要について説明することができる。

1. 表現力を高める可能性

現実世界でのコミュニケーションや自己表現に消極的な傾向を示す子供にとって、メタバースは心理的な閉塞感を軽減し、内面に秘めた創造性や表現力を解放する革新的な触媒となり得る。そのメカニズムを「没入感」「匿名性」「多様なインタラクション」「自己主体性」の側面から考える。

メタバースが提供する高度な没入感は、単に視覚や聴覚を仮想的な環境に置くだけでなく、子供の意識や感覚をその世界へと深く誘い込む。ヘッドマウントディスプレイ（HMD）やコントローラーといったデバイスを介して仮想空間にアクセスすることで、現実世界の様々な制約から解放され、まるで現実のような感覚を体験できる。この非日常的な感覚体験は、子供の想像力を刺激し、普段は内向的で抑制されがちな感情や思考を、より積極的に、そして大胆に表現する安全な環境を提供する。例えば、現実世界では周囲の視線や評価を過度に意識して発言することをためらう子供でも、自分の姿を晒すことなくアバターを通して、臆することなく自身の意見を表明したり、物語の登場人物になりきって感情豊かに演じたりすることが可能になる。仮想空間ならではの鮮やかな視覚的、そして臨場感あふれる聴覚的な刺激は、子供の眠っていた感性を呼び覚まし、内発的で創造的な表現活動を可能にする。仮想空間内での制約の少なさは、現実世界では困難な活動や表現を可能にし、子供の自己表現の幅を飛躍的に拡大する。空を自由に飛び回るアバターを直感的に操作することで、解放感とともに、より自由な表現が自然と促される。

メタバースにおける比較的高い匿名性は、現実世界における社会的アイデンティティーや過去の経験に基づく固定された役割意識といった心理的な制約を取り払い、自己表現への不安を和らげる効果が期待できる。アバターという仮想的な存在を通じて自己を自由に再構築できるデジタル環境の中で、子供は現実世界における性別、年齢、容姿、社会的地位などの属性から一時的に解放される。これにより、他者の評価を過度に恐れることなく、純粋な自己表現の欲求に集中することが可能となる。例えば、現実世界では自身の発言や行動に対して常に不安を感じる子供でも、匿名性の高いアバターを用いることで、間違いを恐れずに積極的に仮想空間での議論に参加

したり、自分自身のオリジナリティあふれる考えを率直に述べたりする経験を通じて、徐々に自己肯定感を高め、現実世界での表現への自信につなげることができる。また、現実世界における所属や立場が周囲に強く意識されにくい仮想的なアイデンティティーを持つことで、普段は周囲の期待や規範を過度に意識して抑えてしまうような個人的な感情や意見も、より率直かつリスクを恐れずに表現できる心理的安全性が生まれる。メタバースの匿名性は、現実世界ではなかなか表現できない個人の感性や考えを自由に発信できる環境を提供し、子供たちが自分らしさを育むきっかけとなる可能性を秘めており、適切な活用を通じて、自己表現の促進と心理的成長を支援できると思われる。

メタバースが提供する多様なインタラクションの形態は、子供の多角的な表現力を引き出す可能性を秘めている。音声による直接的なコミュニケーションだけでなく、アバターの動作や表情、仮想オブジェクト*の直感的かつ多様な操作、テキストチャットによる文章での表現、仮想空間における自由な描画や造形、そして仮想楽器を用いた音楽演奏など、現実世界では物理的または社会的に制約されがちな表現手段を、子供は自身の希望に応じて自由に選択し、組み合わせることができる。自身の複雑な思考や感情を言葉で的確に伝えることに困難を感じる子供でも、アバターの感情豊かな動作や、仮想のブロックを用いた空間的な構築活動を通して、他者により情緒的に、そして視覚的に効果的なコミュニケーションを図ることが可能になる。さらに、共有された共同作業の場において、他者とそれぞれの個別のスキルやアイデアを持ち寄り、協力して仮想の芸術作品や機能的な構造物を創造する共同体験は、集団での表現の楽しさを実感させると同時に、他者との協調性やコミュニケーション能力といった重要な社会的スキルの自然な向上にも大きく寄与する。仮想空間ならではの物理法則の変化や、現実世界では不可能な協働作業は、子供の想像力と創造性をさらに刺激し、新たな表現方法の発見と実践を促進する可能性を秘めている。

メタバースにおける学習や表現活動は、現実世界の教育システムと比較して、子供自身の興味や関心、学習のペースに合わせた自主的な参加を促しやすいという特徴を持つ。仮想空間内での活動は、多くの場合、明確なカリキュラムや評価基準に厳しく縛られることなく、子供の内発的な動機によって推進されることが多い。自身の興味のある仮想イベントに参加したり、魅力的な仮想オブジェクトを探索したり、自身の独自の創造性を発揮して仮想作品を制作したりする過程において、子供は自らの意思で行動を選択し、その結果を受け止める経験を積む。この自主的な参加の経験は、子供たちの内発的な学習意欲を高めるとともに、自身の表現活動への強い主体性を育む。メタバース内での成功体験や他者からの肯定的なフィードバックは、自己効力感を高め、

*仮想オブジェクトとは、コンピュータ上で生成されたデジタルな物体のことを指す。VR（仮想現実）やAR（拡張現実）、MR（複合現実）などの技術を活用して、現実世界に存在しないオブジェクトを視覚的に表示したり、操作したりできるもの。

より積極的に自己表現に取り組む心理的な基盤を形成する。また、メタバス内での自由な探索や実験は、従来の形式的な教育環境では制限されがちな試行錯誤を通して学ぶ喜びを実感させ、子供たちの自律的な学習能力を自然に育む効果も期待できる。

2. 特別支援学校と小学校のメタバス授業

地理的自然環境や産業等が異なる遠隔の学校間の遠隔協働学習では、交流相手校の発表から他の地域について学ぶことができる。加えて、交流相手校の質問に答えるために、子供が生活している地域の地理的自然環境とくらしや産業等についてさらに深く調べることで理解が深まる^{[1][2]}。テレビ会議システムなどを利用した遠隔協働学習は、タブレットPCやパソコンなどのカメラを使って話し手や掲示物を提示したり、画面共有で資料を提示したりする。発表を聞く子供は、発表する子供の操作する画面を視聴することになる。このため、発表する子供の考えたストーリーに必要な資料を提示することができ、学級間やグループ間の交流に適している。発表は、学級の代表が発表したりグループで発表したりして、学級やグループの共通の課題や疑問が解決できる。

メタバスには、「自然」「くらし」「産業」「特産物」などのテーマごとのコーナーを設置することができる。このコーナーに子供の集めた資料、子供が作った社会科新聞や動画などを分類して掲示する。メタバスでは、参加した子供がアバターを操作することができ、アバターを興味のあるコーナーに移動させて、資料を読んだり、動画を視聴したりすることができる。また、調べたいテーマのコーナーに同じ課題や疑問を持つ子供が集まって話し合うことができる。個々の課題や疑問に応じた柔軟な学習が可能である。そこで、少人数が参加するA学園とB特別支援学校との遠隔協働学習は、メタバスに造った遠隔協働学習教室で実施した。

メタバスの遠隔協働学習教室は、小学校5年社会科「寒い土地のくらし」単元での活用を目的に製作した。「暖かい土地のくらし」「高い土地のくらし」「低い土地のくらし」単元の学習は、6～7月に実施している。これらの単元で、地域の農業、漁業、産業等の学習を終えているため、

白川郷の冬のくらしを中心に遠隔協働学習教室をデザインした。厳しい冬を乗り切るための先人の知恵が詰まった合掌造り、積雪と自然、積雪と小学校の様子の3つのコーナーを設けた。図9-1に、合掌造り、自然、学校の3つのコーナーを設けた遠隔協働学習教室を示す。メタバスには、遠隔協働学習教室の他に、図9-2に示す合掌ミュージアムの1階と2階、図9-3に示す雪が積もったA学園の



図9-1 遠隔協働学習教室(白川郷)

入り口と校庭、図 9-4 に示す夏と冬のであい橋を造った。遠隔協働学習教室の各コーナーから、それぞれ関連する場所へ移動可能である。移動した先のメタバースでも話し合うことができる。遠隔協働学習教室の各コーナーには、Audio Zone を設定した。また、話しているアバターから遠ざかると音量が下がるので、遠隔協働学習教室で同時に複数の話し合いができるようにした。

遠隔協働学習は 2023 年 3 月に実施し、A 学園 5 年生 3 名、B 特別支援学校中部 1 年生 3 名が参加した。話し合いには支援教員として A 学園と B 特別支援学校の教師が参加した。A 学園の子供は、メタバースを利用した 2 回目の遠隔協働学習であり、操作にも交流にも慣れていて、B 特別支援学校では、子供によるアバターの操作が難しかったため操作は教師が行った。また、メタバースの各部屋には、支援者(学生)のアバターが入室し、質問に答えたり助言したりできるよう待機した。各部屋のアバターの様子は、支援者のパソコンで画面キャプチャーして記録した。

遠隔協働学習が始まると、教師や子供がアバターを操作して各コーナーの写真を見たり、リンク先の合掌ミュージアムを見たりした後、アバターを通じて子供たちが積極的に対話を始めた。B 特別支援学校の子供は、事前に白川郷についてホームページや資料で調べ学習を行っており、A 学園の子供も B 特別支援学校の子供も遠隔協働学習を楽しみにしていた。そのため、挨拶を済ませた後、教員が司会をして交流が始まると、終始笑い声が絶えず、楽しげであった。会話が始まった時刻(5 分後)のアバターの位置を図 9-5 に示す。話し合いが始まるとアバターの距離が近づき、その後の話し合いは、アバターの距離が変わらず進んだ。7 分後のアバターの位置を図 9-6 に示す。アバター間の距離が変わらず、B 特別支援学校の子供が白川郷の自然について質問し、A 学園の子供が質問に答え、さらに質問して会話が続き、初めて出会ったにもかかわらず自然に会話が続いた。

会話の一部を表 1 に示す。A 学園教員を ST, A 学園児童を SS, B 特別支援学校教員を NT, B 特別支援学校生徒を NS と表記し



図 9-2 合掌ミュージアム 2 階



図 9-3 A 学園校庭



図 4 冬のであい橋



図 9-5 5 分後のアバターの位置



図 9-6 7 分後のアバターの位置

た。

表1 会話の記録(一部)

ST「いろいろと(白川郷メタバース内を)眺めていく中でびっくりしたこととかありますか」

NS「雪の積もり方」

NS「B 特別支援学校では車いすを使っている人がたくさんいます。白川村では雪がとっても多いですが、そんな時は白川村の車いすの人はどのようにしていますか」

ST「そういうところに出会うことが少ないので、子供たちなりの考えでもいいですか」

NT「お願いします」

SS「車いすの人は車で学校に来たり家に帰ったりして、二階にはエレベーターで行っていると思います」

NT「今結構雪かきという言葉が聞こえてきたけど、みんなも雪かきをするんですか」

SS(みんな)「やる!」

NT「Kちゃんしたことないので…すごいね」

ST「雪かきしないと家がつぶれるかもしれないです」

NT「白川郷の映像をYouTubeでみたりしたんですけど、やっぱりみんな雪かきしてますね」

ST「そうですね。朝学校に来てお手伝いしてくれる子とかいたり。おうちでもやって登校したりするので、やってくことが当たり前みたいな感覚ですね」

NT「雪が当たり前なんですね。岐阜市は12月の24日くらいしかちゃんと降ってないです」

ST「みんな雪はどう?」

ST「雪は好き?」

SS「好き」

SS「好きです」

SS「スキーとかもできる」

ST「大変なこともあります(笑)」

NT「子供たちとA学園のホームページを見ていて、スキー講習とか、雪上運動会とか…どんなことをやったんですか」

NT「こんなもの教えてほしいとか教えてください。学校の周りを散策して探しておきます。」

全体の流れとして、メタバースを利用した遠隔協働学習に参加したほとんどの子供は、緊張感も少なく柔らかな表情で質問したり質問に答えたりした。感想の場面では、双方が「楽しかった」「もう一度やりたい」などの感想を述べるとともに、メタバースに図7に示すスタンプを出して楽しかったことを表現していた。



図9-7 感想の場面のスタンプ

授業後に行われた授業の分析では、観察された子供の姿について「見た目を気にせず、ハンデがなく、アバターの相手と話したり一緒に行動したりできることは、とても有意義なことだと思われる」といった意見が出された。三枝(2022)は「アバター通信は、チャットや通話と比べれば非言語コミュニケーションが豊富であり、ビデオ通話と比べれば対面性が低いという、独自の位置づけを持っているため、クライアントが対面性を低く保ちながらも非言語コミュニケーションを豊富に行いたい場合においては、アバター通信が適している可能性がある。」[3]と述べている。テレビ会議システムを使った遠隔協働学習では、カメラやタブレットPCの前で、子供が作った社会科新聞の記事を指示して説明したり、実物を使って演じたりすることができる。しかし、このような表現をすることが難しかったり車いすでの移動をしたりする子供にとって、アバターとしてメタバースに造った雪の白川郷、合掌造り、であい橋を自由に訪れてたり、写真や資料を見たり、話し合ったりできることが学習意欲を高めているものと思われる。

遠隔協働学習に参加したB 特別支援学校の子供の一人は、病気のために、できることがなくなっていく喪失体験の多い子供である。普段緊張しがちで見知ったクラスの仲間とでも発言・発表することが難しい。しかし、メタバースでは、相手や自分の顔を見えないことと、ゲーム感覚で参加できるということから、「雪が積もっているよ」「楽しい」とつぶやいていた。この子供にとってメタバースを活用した遠隔協働学習は、自分のなりたい姿や本当の自分の姿を現すことなく、アバターとして参加することができる学習環境であることが分かった。

「B 特別支援学校では車いすを使っている人がたくさんいます。白川村では雪がとっても多いですが、そんな時は白川村の車いすの人はどのようにしていますか」の質問には、遠隔協働学習を通して白川郷について知ることができただけでなく、気軽に話し合うことができた子供がいる雪の白川郷を訪れてみたいという子供の願いが込められていた。一度も訪れたことがない白川郷に行ってみたいという子供の意欲が高まったことが病弱な子供にとってのメタバースを利用した遠隔協働学習の可能性を示しているものと思われる。

メタバースを利用した遠隔協働学習では、教員の役割が大きく、教員の司会で話し合いが進められた。B 特別支援学校では、「岐阜市で有名なところはどこですか」の質問や「感想を言ってください」では、その場で作戦会議が開かれ、3人で話し合っ代表の子供が意見や感想を述べ

ていた。教員と子供との間に信頼感が築かれており、教員の支援のもとで、3人で相談して課題解決にあたるという普段の取り組みの成果が表れていた。そのせいもあり、安心して遠隔協働学習に臨んでいた。

参考文献

- [1]遠隔協働学習プロジェクト(2021) 地理的環境の異なる4つの小学校を結んだ遠隔協働学習～小学校5年社会科の実践から～, 岐阜女子大学カリキュラム開発研究, 2021 Vol.6 No.1.pp.1-24.
- [2]遠隔協働学習プロジェクト(2021) 地理的環境の異なる学校間の遠隔協働学習における学びの創発の可能性～小学校5年社会科の実践から～, 岐阜女子大学カリキュラム開発研究, 2021 Vol.6 No.1.pp.25-68.
- [3]三枝弘幸, 内村慶士, 谷川智洋, 下山晴彦(2022) アバター通信を用いた心理支援における非言語コミュニケーションの豊富さと対面性の低さの役割の検討, パーソナリティ研究, 第3巻第3号, pp.174-185.

課 題

1. メタバースが表現力を高める可能性について説明しなさい。
2. メタバース授業の概要について説明しなさい。

第10講 地域学習

【学修到達目標】

- ・文化遺産学習とメタバースの利用について理解することができる。
- ・メタバースを利用した授業例について説明することができる。

1. 文化遺産学習のメタバース

沖縄県の一部の小学校では、社会科の地域学習で地域の文化遺産を学習対象として取り上げ、実際の校外学習と連携させた教育活動を実施している。「沖縄の世界遺産（せかいいさん）」や「学習用コンテンツ（国営沖縄記念公園）」など、授業で活用できる高品質な教材が整備されている。これらの既存の教材を効果的に活用し、実際の校外学習と関連付けることで、子供は史跡の物理的な規模や空間的な配置、現在の保存状態などを疑似体験し、歴史的な理解を深め、文化遺産に対する興味・関心を高める効果が期待できる。しかし、地理的条件や天候の不確実性などの要因により、いつでも安定的に校外学習を実施できるわけではない。この課題を克服するため、地理的な制約や天候に左右されることなく、いつでも史跡の疑似体験が可能となる仮想空間「沖縄の学習・観光の部屋」をメタバース内に制作した。

メタバースの学習空間を構築するにあたり、関係機関から撮影許可を得た上で、デジタルカメラ、ビデオカメラ、360°カメラを用い、晴天時の正午前後の最も撮影に適した時間帯に、各史跡とその周辺の景観を記録した。これらの視覚的記録データに加え、地図データ、関連する図書や文献などのテキスト資料を活用し、3DモデリングソフトウェアのBlenderを用いて、史跡周辺の起伏のある地形や、歴史的な建造物などの三次元モデルを作成した。その後、メタバース制作のためのソフトウェアを活用して、三次元の建造物のオブジェクトを仮想の地形データ上に配置した。

メタバース内に仮想的に製作された史跡には、琉球王国の象徴である首里城、王族の庭園である識名園、歴代国王が眠る王陵、初期琉球王国の重要な拠点であった浦添城跡、海の要塞としての役割を果たした勝連城、組踊の創始者である玉城朝薫の墓、シーサーが四方を守る喜友名、仏教に関係のある経塚の碑、古代の神聖な場所である西原東ガー、歴史的な石畳道である当山の石畳道、独特な塩水湧出地である塩川、奇岩のあるギーザバンタ、地元の人々に親しまれるぐしちゃん浜、景勝地である万座毛、そして豊かな自然が残る東浜などがある。これらの仮想的な史跡は、三次元で制作したオブジェクトのデータサイズが大きかったため、一つの仮想空間（ROOM）に



沖縄の世界遺産



国営沖縄記念公園
（海洋公園）



図 10-1 メタバースの「首里城」



図 10-2 メタバースの「王陵」



図 10-3 メタバースの「沖縄の学習・観光の部屋」

収まらないため、個別の ROOM として制作し、「沖縄の学習・観光の部屋」から、それぞれの ROOM に移動できるようにした。図 10-1 にはメタバース内に仮想的に構築された首里城の三次元モデルを、図 10-2 には同様に構築された王陵の三次元モデルを、そして図 10-3 にはこれらの仮想史跡へのアクセスポイントとなる「沖縄の学習・観光の部屋」の仮想インターフェースを示している。また、豊かな自然景観を持つ喜如嘉の七滝、古代の城跡である伊祖城跡、琉球王府が整備した歴史的な交通ルートである中頭方西海道の一部、本島と周辺離島を結ぶ現代的なインフラである浜比嘉大橋、海の絶景が広がる果報バンタ、断崖絶壁の景勝地である茅打バンタ、そして沖縄本島最北端の地である辺戸岬といった、データサイズが比較的小さい観光地については、「沖縄の観光地」という一つの仮想空間（ROOM）内に仮想的に配置し、「沖縄の学習・観光の部屋」から「沖縄の観光地」へのハイパーリンクを設定することで、効率的な仮想リソース管理を実現した。

2. 実証授業

制作したメタバースの仮想史跡空間を活用した実証授業を、沖縄県内の異なる 3 つの小学校において実施した。対象学年は小学校 4 年生で、社会科の授業において、世界遺産、地域の史跡、そして沖縄の代表的な観光地を重要な学習テーマとして取り上げた。

(1) メタバースによる歴史的な繋がりの深化

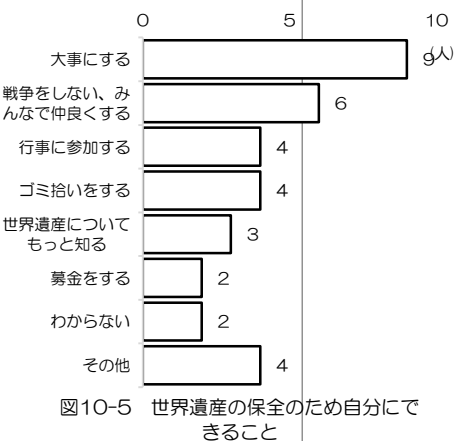
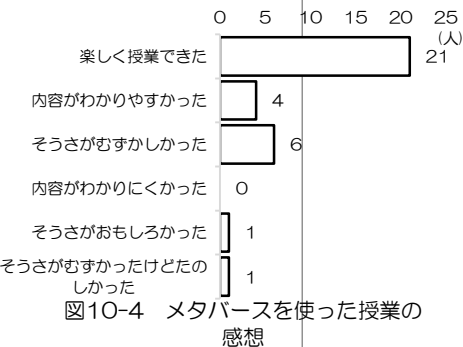
小学校 4 年生社会科「地域で受け継がれてきたもの」単元において、全 3 時間の授業のうちの 1 時間を本メタバースを活用した実践に充てた。本時（1/3 時）の主要な学習目標は、沖縄県内に点在する 9 つの世界遺産の仮想的な資料を活用し、それぞれの史跡の過去と現在の姿を比較考察することで、これらの世界遺産が現代社会にまで受け継がれてきた歴史的な理由について議論し、その理解を深めることとした。

沖縄県 A 小学校 4 学年（34 人）は、授業の導入段階では、琉球王国の象徴である首里城の戦前の写真と、戦後の復元改修工事後の現在の姿を示す写真を提示し、これまで首里城が破壊の危

機を乗り越え、現代にまで受け継がれてきた根本的な理由について、児童間で活発な議論を行った。展開段階では、事前に準備したテキスト資料と、本研究で開発したメタバースの没入型仮想環境を効果的に活用し、児童は9つの世界遺産をアバターとして訪問し、疑似体験した。疑似体験を通して、それぞれの世界遺産の歴史的背景や独自の特徴を、多様な情報源から個別に調査した。授業後には、本時のメタバースを活用した学習活動に対する児童の主観的な評価を把握するため、アンケート調査を実施した。

授業では、児童一人ひとりが個別に一台のパソコンを使用し、アバターを操作した。参加した児童全員がメタバースの利用は初めてであった。授業開始直後には、自身のアバターの基本的な操作（移動、視点変更など）に戸惑う児童もいたが、5分程度でほとんどの児童が基本的な操作に素早く慣れ、その後は積極的にメタバース内に仮想的に再現された9つの世界遺産を個別に訪問し、熱心に探索する様子が観察された。例えば、首里城の仮想3Dモデル内では、琉球王国の正門である守礼門から、瑞泉門を通り、政治的中心であった正殿へとアバターを操作して移動する子供や、他の門から守礼門へ戻ることで、首里城全体の物理的な規模や空間的な構造を立体的に把握しようとする子供が観察された。さらに、アバターを操作してメタバースの世界遺産の仮想空間を歩き回ること、それぞれの史跡の概要を空間的な文脈の中で直感的に理解し、授業で配布されたテキスト資料とメタバースの視覚的な情報を相互参照することで、それぞれの史跡の歴史的な経緯や建設当時の社会情勢、建築的特徴を、より深く理解する子供が多数観察された。

授業後のアンケート調査の結果を図10-4に示す。「楽しく授業ができた」と回答した子供は21人（63.6%）と、全体の約3分の2を占めた。一方、「内容が分かりにくかった」と回答した子供は0人であり、アバターを操作して世界遺産を仮想的に疑似体験するというメタバースの特性が、内容理解の困難さを解消する効果を持つことが示唆された。「世界遺産の保全のために自分にできること」という子供の主体的な行動を促す質問に対する回答を図10-5に示す。「大事にする」と回答した子供が9人（26.5%）、「戦争をしない、みんなで仲良くする」と回答した子供が6人（17.6%）、「行事に参加する」と回答した子供が4人（11.8%）、「ゴミ拾いをする」と回答した子供が4人（11.8%）であった。「わからない」と回答した子供は2人（5.9%）であり、本時が3時間の授業のうちの1時間目であっ



たため、世界遺産の保全という社会的課題を自分の行動に結びつけて具体的に考えることがまだできていない子供も見られた。しかし、3時間目の授業後に行った同様のアンケートでは、参加した子供全員が自分にできる具体的な行動を記述できていたことから、メタバースと資料を活用した探索的な学習の初期段階では、自分事として捉えきれていない子供がいることが明らかになった。

(2) メタバースによる郷土へのつながりの再発見

小学校4年生社会科「わたしたちの県のまちづくり」単元において、開発したメタバースを活用した授業を1時間実施した。本時の主要な学習目標は、子供が日常生活を送る浦添市に実際に存在する浦添城跡をはじめとする地域の史跡や文化財について、メタバースを利用することで物理的な制約を受けることなく疑似体験し、加えてテキスト資料を活用することで、子供が自分の住む郷土の歴史的な魅力や文化的価値を再発見することである。

沖縄県B小学校4学年(27人)は、授業の導入段階では、浦添市内に点在する複数の史跡の写真(現在の姿)を提示し、子供が普段生活している身近な地域にも、歴史的に重要な城跡や貴重な文化財が多数存在することに気づかせ、学習課題として「浦添市の城跡や文化財を調べよう」を設定した。その後、浦添市内の地図を用いて、身近な史跡の位置関係をクラス全体で確認し、子供一人ひとりが個別にタブレット端末を用いて、本研究で開発したメタバースの仮想史跡体験空間にアクセスした。メタバース内には、浦添城跡、当山の石畳道、玉城朝薫の墓、中頭方西海道の一部などの浦添市内に実際に存在する歴史的に重要な複数の史跡が仮想的に三次元で再現した。参加した子供全員が、メタバース内に再現された史跡を訪問し、熱心に探索する様子が観察された。授業後には、本時のメタバースを活用した学習活動に対する子供の主観的な評価を把握するため、アンケート調査を実施した。

授業後のアンケート調査では、「メタバースを知っていたか」という事前の知識に関する質問に対し、「いいえ」と回答した子供が22人(81.5%)、「はい」と回答した子供が4人(14.8%)であり、約8割の子供がメタバースを事前に認識していなかった。子供全員がメタバースの利用



図 10-6 浦添城跡入り口の説明

は初めてであったが、操作に不慣れな子供でも、5分程度で基本的な操作に慣れ、その後は積極的にメタバース内に再現された浦添市内の複数の史跡を訪問し、熱心に疑似体験する様子が観察された。図 10-6 に示すように、メタバース内に設置された史跡に関するテキスト説明を熱心に読んだり、再現された城壁の内部をアバターを操作して繰り返し歩き回ったり、タブレット端末に表示されたテキスト資料とメタ

バス内の仮想三次元モデルを詳細に見比べる積極的な学習行動が多数観察された。

アンケート調査の結果の「メタバスが便利なものだとわかった」という質問に対しては、図 10-7 に示すとおり、

「とてもよくわかった」と回答した子供が 20 人 (74.1%)、

「大体わかった」と回答した子供が 6 人 (22.2%) であ

り、96%の子供がメタバスを有用な学習ツールとして認識したことが明らかになった。「メタバスを使うと授業が分かりやすい」という質問に対しては、「とても分かりやすい」と回答した子供が 21 人 (77.8%)、「大体わかった」と回答した子供が 6 人 (22.2%) であり、ほぼ全員の子供がメタバスを活用した授業の理解度の向上を肯定的に評価していた。さらに、アンケートに回答した子供全員が、次回の授業でもメタバスを積極的に利用したいと回答しており、子供がメタバスを、地域の歴史的な史跡を学習する上で極めて有用なものとして捉えていることが示された。

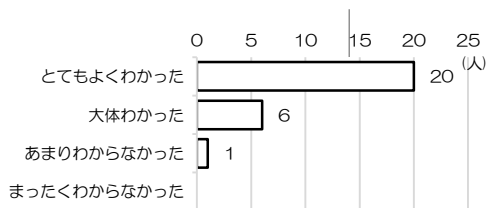


図10-7 メタバスは便利だとわかった

(3) メタバスによる魅力発見と交流の促進

小学校 4 年生社会科「わたしたちの県のまちづくり」の単元において、全 3 時間の授業のうちの 1 時間を開発したメタバスを活用した実践に充てた。沖縄県には、豊かな地域資源を活かした地場産業が盛んな地域、国際的な交流を積極的に推進している地域、独自の自然環境や歴史的な伝統文化を意識的に保護・活用している地域など、さまざまな特徴を持つ地域が存在する。特に、県や市町村などの行政機関、地域住民をはじめとする様々な組織や機関、そして地域で生活する人々の積極的な協力によって、観光産業が地域経済の重要な原動力として大きな役割を果たしている。

本時 (1/3 時) の主要な学習目標は、沖縄県の多様な観光地の独自の魅力についてメタバスを活用して学び、それらの魅力を効果的に他者へ伝えることができるようになることである。沖縄県 C 小学校 4 学年 (26 人) は、授業の導入段階では、「なぜ、毎年多くの観光客が沖縄県を訪れるのか」という基本的な問いをクラス全体で考えた。次に、本時の学習課題として「沖縄県の代表的な観光地について学び、その魅力を他者に効果的に伝える方法を探る」を設定した。展開段階では、事前に準備したテキスト資料や視覚資料を活用し、沖縄県の代表的な観光地の歴史的背景、地理的特徴、文化的な意義について調査した。その後、本研究で開発したメタバス内に特別に用意した茅打 (かやうち) バンタなどの観光地の仮想三次元モデルを、子供が自身のアバターを操作しながら探索することで、それぞれの観光地の物理的な規模や空間的な配置、周囲の自然環境の様子などを疑似体験した。授業後には、本時のメタバスを活用した学習活動に対



写真 10-1 メタバースの浦添城跡入り口の説明を見て、ワークシートにメモを取る

する子供の主観的な評価を把握するため、アンケート調査を実施した。

全員がメタバースの利用は初めてであった。操作に不慣れな子供も、わずか 5 分程度でアバターの基本的な操作に慣れ、自由に仮想空間内を移動できるようになった。子供全員が積極的にアバターを操作しながらメタバース内に再現された史跡や観光地を探索し、それぞれの特徴を詳細に調べようとする学習姿勢が観察された。写真 10-1 に示すように、メタバース内に設置されたテキスト解説や視覚資料を熱心に読み、重要な情報をワークシートに記録する子供の姿が確認された。これらの記録は、次時の

学習活動を展開するための重要な基盤となった。さらに、メタバース内のコミュニケーション機能（音声チャット、テキストチャット、リアクション機能など）に対し、子供の大きな驚きと喜び姿が観察された。「一緒に仮想空間で会おう！」「そこで待ち合わせしよう！」「すごい！仮想空間内で動画が見られる！」といった声が交わされ、子供がメタバースのコミュニケーション機能を活用して、楽しく学習に取り組んでいる様子が観察された。メタバースが子供同士の積極的なコミュニケーションを促進し、協働的な学習体験を充実させる役割を果たした。

(4) 実証授業から

3 つの異なる小学校で実施した実証授業を通じて、メタバースを小学校社会科の文化遺産学習に活用する際の重要な知見と課題が明らかになった。

初めてメタバースを利用する子供のうち、マウスやタッチパッドを用いた仮想空間内での視点操作や、キーボードを用いたアバターの移動操作に不慣れな子供が、クラス全体の約 1～2 割存在することが判明した。しかしながら、こうした操作に難しさを感じた子供も 5 分程度の短時間で基本操作に適応し、その後はアバターを自由に操作しながら仮想空間内を移動し、メタバース内に搭載されたリアクション機能、テキストチャット機能、音声会話機能を活用しながら、他の参加者と交流し、積極的な学習活動を展開できるようになった。ただし、事前に詳細な操作説明を行わなくても、ほとんどの子供は自主的にアバターを操作できるようになるが、リアクション機能などの存在に気づかない子供も一部いた。したがって、これらのコミュニケーション機能を効果的に活用するためには、授業の導入段階で機能の存在と使用方法について簡単な説明を行うことが必要だと考えられる。

メタバースの特長の一つであるアバター同士による仮想空間内での自然な会話の発生も確認された。子供はメタバース内に設置された史跡の 3D モデルを訪問し、自身の興味や関心を抱いた史跡に比較的長く滞在する傾向が見られた。このような環境において、他のアバターと自然に会話を始める様子が多数観察された。会話の内容は、史跡の物理的な規模、歴史的背景、現在の

保全状況など多岐にわたった。宮城ら（2023）が「メタバースを利用した遠隔協働学習での個別最適化された学習の可能性」^[1]で指摘するように、共通の興味を持つ子供同士がメタバース内で議論しながら学ぶ姿は、個別最適化された学習の実現に向けた大きな可能性を示唆していると考えられる。

メタバース内での議論を通じて新たな疑問や探究心が自然に生まれ、その議論に参加した子供が疑問を解決するために仮想空間を移動し、別の史跡を訪問しながら、例えば、城（ぐすく）の再建や維持に関わる人々の願いについて考察する様子が観察された。この自主的な学習行動と、メタバース内の交流を通じた協働的な探究の深化は、鈴木ら（2023）が述べた「メタバースを利用した遠隔協働学習における創発の可能性」^[2]の具体例として捉えることができる。

一方で、メタバースを活用した学習活動には技術的な課題も存在した。同じ教室にいる複数の子供のアバターが近距離で音声会話を行う場合、音声のハウリングが発生する問題が確認された。この問題を軽減するためには、ヘッドセットの活用やメタバース内の音量設定を個別に調整する必要がある。また、多数の子供が同時に同じ ROOM にアクセスすると、サーバー処理能力の限界によって遅延が生じる問題も見られた。この問題を解決するためには、授業の設計段階で子供のアクセス時間をずらすなどの調整が必要であることが分かった。

参考文献

- [1]宮城卓司ほか(2023) メタバースを利用した遠隔協働学習における個別最適化された学習の可能性, 日本教育情報学会第 39 回年会, pp.93-96.
- [2]鈴木南波ほか(2023) メタバースを利用した遠隔協働学習における創発の可能性, 日本教育情報学会第 39 回年会, pp.77-80.

課 題

1. 文化遺産学習とメタバースの利用について説明しなさい。
2. メタバースを利用した授業例を考えなさい。

第 11 講 プロジェクト型学習

【学修到達目標】

- ・高等教育における教育 DX と観光 DX の学習の概要を理解することができる。
- ・メタバースにおける観光情報提供の仕組みの概要を理解することができる。

1. 高等教育における教育 DX と観光 DX の学習

岐阜女子大学メタバースクラブは、学生主体の組織であり、産官学連携を通じて地域社会への貢献を目指して活動を展開している。2022 年度より、日本有数の温泉地である下呂市と緊密な連携を図り、メタバース内に下呂温泉を構築し、高等教育における教育 DX（デジタルトランスフォーメーション）と観光 DX の学習に資する研究を推進している。この研究は、単なる技術的なデモンストレーションに留まらず、実社会の課題解決を目指す実践的なプロジェクトとして進められており、下呂市の旅館経営者や実際に下呂温泉を訪れる観光客など、エンドユーザーのニーズを詳細に調査・分析した結果に基づき、メタバースの下呂温泉に多岐にわたる仮想機能が順次拡張されている。特筆すべき機能の一つとして、海外からの観光客や、日本の伝統文化に触れる機会の少ない若い世代の観光客に対し、日本の温泉施設における独特のマナーを視覚的に、かつ多言語対応でわかりやすく伝えるための仕組みを開発した。具体的には、メタバース内に日本の伝統的な温泉旅館の外観、受付（フロント）、典型的な和室、開放的な温泉、清潔な脱衣室などを 3D で再現し、空間内を移動するキャラクター（アバター）、解説動画、テキスト説明、多言語対応の音声ガイドなどをインタラクティブに配置することで、言語の壁や文化的な知識不足による不安を軽減し、快適で安全な温泉体験を提供することを目指している。

2. 地域活性化と文化理解

日本の三名泉の一つとして世界的にも知られる下呂温泉を有する下呂市と、下呂温泉観光協会をはじめとする地域の関連団体は、早期からデータ連携を戦略の中核に据え、観光分野における DX 化を積極的に推進し、高精度な観光マーケティングを展開してきた。これらの先駆的な取り組みの結果、2023 年度の下呂温泉への観光客数は、新型コロナウイルス感染症の流行以前である 2019 年度の水準の約 9 割まで回復している。こうした地域活性化の取り組みを背景に、下呂市と岐阜女子大学は包括的な連携協定を締結している。この協定に基づき、岐阜女子大学メタ

バスクラブは、メタバス内に仮想下呂温泉を再現することで、実際の観光客の増加に貢献するとともに、学生たちが地域社会の課題解決に取り組みながら、観光分野におけるDX推進に必要な実践的な知識とスキルを習得するための学習プラットフォームとして活用することを目指している。また、下呂市内での現地実習や、観光客や地域住民への詳細なニーズ調査を継続的に実施し、地域社会との密接な連携を進めている。

これらのニーズ調査から明らかになった重要な課題の一つが、日本を初めて訪れる海外の観光客や、日本の伝統文化に触れる機会が少ない若い世代の観光客に対し、日本の温泉施設における独特のマナーを、視覚的かつ多言語対応でわかりやすく伝える方法を確立する必要があるという点である。

具体的なマナーの例としては、「かけ湯をしてから温泉に入る」という衛生上の重要な習慣、「和室では畳の縁（たたみべり）を踏まない」という伝統的な作法、「和室ではスーツケースを転がさない」という畳を傷つけないための配慮、「和食の伝統的な食べ方」など、多岐にわたる文化的なニュアンスが含まれていた。

岐阜女子大学メタバスクラブは、下呂市の観光DX推進の一環として、図11-1に示すように、再現された下呂温泉のメタバスを学習プラットフォームとして活用し、日本の温泉マナーを効果的に伝えるための仮想コンテンツの開発を進めてきた。その結果、以下の3つの主要な方針に基づいてコンテンツを制作することにした。



図11-1 メタバスの下呂温泉と旅館・ホテル

- ・ ①かけ湯をするなどの動作を、3Dキャラクター（アバター）の動作によって視覚的に示す
- ・ ②キャラクターの動きとともに、動作を強調し理解を深めるための解説動画を制作する
- ・ ③その動作や意味に関するテキスト説明と多言語対応の音声ガイドを、仮想空間内にインタラクティブに配置する

これらの要素を慎重に仮想空間内に制作し、メタバスの下呂温泉内にインタラクティブに設置することで、国内外の多様なユーザーが、言語や文化的な知識の不足を意識することなく、日本の温泉マナーを自主的かつ効果的に学習できる環境を提供することを目指している。

①では「かけ湯をする」「畳縁を踏まないように歩く」などのキャラクターの動きは、モーションキャプチャーで制作した。図11-2に示すとおり、演者の頭部、腰、手首、足にVIVEトラッカーを装着して身体の動きを記録し、ハンドトラッキンググローブのセンサーで指の動きを記録した。演者は、VRゴーグルでメタバスに作った和室を見ることができ、ワイヤレスマイクで録音することができる。畳縁の位置は正確に知る必要があるため、床に目印を置いて、細かな動



図 11-2 モーションキャプチャー



図 11-3 モーションキャプチャーで制作したキャラクターの動き



図 11-4 多言語化したメタバースのタイ語の「箸の持ち方」



図 11-5 メタバースの日本旅館に設置した温泉でのマナー動画

作を決めた。これらのデータを SteemVR で記録・加工して、メタバースの日本旅館に動作するキャラクターを設置した。

②では、①で制作した日本旅館でのキャラクターの動作をキャプチャーして、動画として記録する。図 11-3 に示すように、メタバースのアバターをキャラクターの動作を見やすい位置に置いてキャプチャーした。これを、解説の音声やテロップと同期させて、温泉でのマナーをわかりやすく伝える動画とした。動画は、YouTube に限定公開してメタバース内の日本旅館に埋め込み、必要な場面で繰り返し視聴できるようにした。

③では、OpenAI を利用した。OpenAI アカウントの作成と API 料金を設定し、API 利用のために Organization ID と API キーを取得して、環境構築のために Python をインストールした。複数多言語翻訳は Python のプログラムで解説原稿の入った Excel ファイルを読み込み、音声ファイルを生成して多言語化した。テキストは、google 翻訳で作成し、英語が母語の教員が修正し、原稿とテロップの元とした。図 11-4 に、メタバースにタイ語で制作した「箸の持ち方」を示す。

日本の温泉マナーを紹介する動画コンテンツは、図 11-5 に示すように、メタバース内の日本旅館の和室に設置した。動画の種類は、「箸の持ち方」「和室の歩き方」「温泉に入る前にかけ湯をする」の 3 種類であり、対応言語はタイ語、マレー語、英語、中国語（繁体字）、中国語（簡体字）、日本語である。

3. 評価

評価は 2024 年 6 月に実施し、評価対象者はメタバースを学ぶ学生（有効回答数 41 人）である。アバターとして日本旅館の和室を訪れ、動画を視聴した後、Google フォームで回答させた。質問項目は、次の 14 項目 [手軽に見られる] [どこでも見られる] [いつでも見られる] [分かりやすい] [大げさすぎる] [細やかである] [長すぎる] [聴きやすい] [詳しい] [便利である] [役に立つ] [これからも使いたい] [安心感がある] [評価が高い] を設定した。「1.思わない 2.あまり

思わない 3.どちらでもない 4.少し思う 5.思う」の5件法で回答させた。

「分かりやすい」「手軽に見られる」「いつでも見られる」「役に立つ」「どこでも見られる」「聴きやすい」「便利である」の項目の得点平均は4.37以上で、有意差は見られなかった。[便利である] (M=4.37, SD=0.82)の得点平均は、[評価が高い] (M=3.98, SD=0.75)より有意に高く ($t(40)=3.750, p=.00$) になっていた。[詳しい]と[細やかである]の得点平均に有意な差は見られなかった。また、[細やかである] (M=3.49, SD=1.05)の得点平均は、[大げさすぎる] (M=1.93, SD=0.81)より有意に高く ($t(40)=6.813, p=.00$) であった。さらに、[大げさすぎる] (M=1.93, SD=0.81)の得点平均は、[長すぎる] (M=1.55, SD=0.74)より有意に高く ($t(39)=3.063, p=.00$) であった。得点平均の降順グラフを図11-11に示す。本コンテンツは、「分かりやすい」「手軽に見られる」「いつでも見られる」「役に立つ」「どこでも見られる」「聴きやすい」「便利である」の点で高く評価されていることが分かった。また、「評価が高い」「これからも使いたい」「安心感がある」の項目の得点平均が3.80~3.98と「4.少し思う」に近いことが確認された。さらに、本コンテンツは「大げさすぎる」「長すぎる」とは思われていないことが分かった。

[便利である]と[役に立つ]は強い相関 ($r=0.852, p=0.00$) を示した。また、[便利である]と中程度の相関が見られたのは以下の項目である。[手軽に見られる] ($r=0.550, p=0.00$)、

[どこでも見られる] ($r=0.478, p=0.00$)、[聴きやすい] ($r=0.479, p=0.00$)、[詳しい] ($r=0.681, p=0.00$)、[これからも使いたい] ($r=0.607, p=0.00$)、[安心感がある] ($r=0.490, p=0.00$)、[評価が高い] ($r=0.661, p=0.00$)

また、[役に立つ]と[手軽に見られる]は強い相関 ($r=0.709, p=0.00$) を示した。また、[役に立つ]と中程度の相関が見られた項目は以下のとおりである。[どこでも見られる] ($r=0.505, p=0.00$)、[細やかである] ($r=0.438, p=0.00$)、[聴きやすい] ($r=0.413, p=0.00$)、[詳しい] ($r=0.642, p=0.00$)、[これからも使いたい] ($r=0.503, p=0.00$)、[安心感がある] ($r=0.435, p=0.00$)、[評価が高い] ($r=0.640, p=0.00$)

本コンテンツは、事前のニーズ調査に基づき、キャラクターの動作・多言語テキスト・音声解

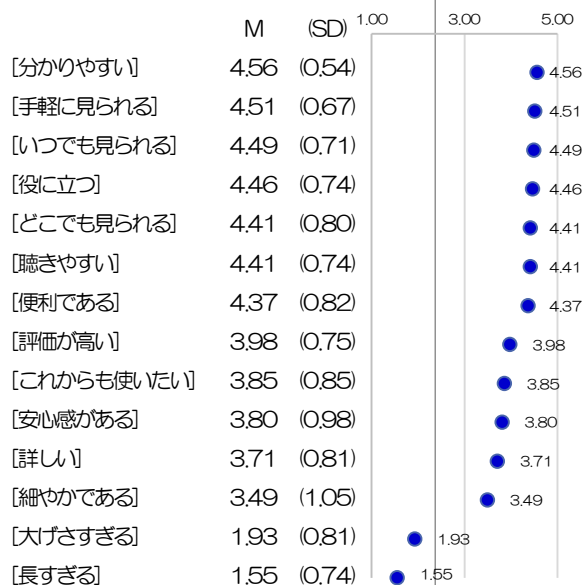


図11-11 降順の得点平均のグラフ(N=41)

説を組み合わせることで、日本の温泉マナーに関する知識を分かりやすく提供することを目的としている。その結果、以下の点が評価に影響を与えたと考えられる。

- ・シンプルかつ理解しやすいストーリー構成
- ・キャラクターの動きを活用した視覚的な説明
- ・メタバース内の和室環境のリアルな再現
- ・動画が1分以内に収まっているため、大げさすぎる・長すぎるとは捉えられていない

また、本コンテンツはスマートフォン・タブレット PC・パソコンから視聴可能であるため、「手軽に見られる」「どこでも見られる」「聴きやすい」などの評価項目に好影響を与えたと考えられる。

参考文献

- [1]宮城卓司ほか(2023) メタバースを利用した遠隔協働学習における個別最適化された学習の可能性, 日本教育情報学会第 39 回年会, pp.93-96.
- [2]鈴木南波ほか(2023) メタバースを利用した遠隔協働学習における創発の可能性, 日本教育情報学会第 39 回年会, pp.77-80.
- [3]大角玉樹(2023) メタバースを活用した大学教育のDX－教育的意義と導入時の課題を探る－, 琉球大学学術リポジトリ

- 資 料 -----

(1) メタバース下呂温泉における観光情報提供の仕組み

メタバース内の下呂温泉には、海外から 24 時間アクセス可能な環境を整備している。この環境下で、女子大学生が現地で発見した「みどころ」を多言語の音声で発信し、観光客からの質問に対応できる仕組みを導入すると利便性が向上する。この質問対応機能は、メタバースに Chatbot を設置し、AI と連携させることで実現可能である。AI を活用することで、観光客はメタバース内でリアルタイムに質問への回答を得られ、観光情報の観光情報を迅速かつ的確に取得できる。さらに、従来の人的カスタマーサポートと比較して、AI を利用することで運営コストを削減できるとともに、24 時間 365 日の対応が可能となる。加えて、私たち女子大学生が現地実習で見つけた観光資源を、メタバース内の AI と連携した Chatbot が発信することで、世界の同世代の若者に親しみやすいフォーマットで情報を提供でき、関心を高めることが期待される。メタバースのインタラクティブな要素を活用することで、ユーザーは通常の観光情報よりも深く関与することが可能となる。

AI 導入の手順は、図 11-6 に示すように、女子大学生が発見した下呂温泉の「みどころ」を AI が回答できるようにするため、以下のようにメタバースに AI を実装した。メタバースクラブによる現地調査や授業の実習を通じ、下呂温泉の「みどころ」を調査し、結果を整理した。調査項目には、足湯巡り、スイーツ体験コース、「さるぼぼ」の制作など、女子大学生が興味を持ったテーマを含めた。多様な年齢層のユーザーからの質問が想定されるため、インターネットを利用し、下呂温泉を訪れた国内外の観光客の感想を収集した。AI が不適切な書き込みや偏った情報を学習すると、回答の信頼性や公平性が影響を受ける可能性があるため、情報の中立性・正確性を確保する必要がある。そこで、データフィルタリングとデータクリーニングを併用し、最終的に人間によるレビューを実施した。データベースに登録した下呂温泉の観光資源データを ChatGPT-4 に学習させ、テキストベースの質問に対してテキストベースでの回答を行う仕組みを構築した。メタバース内に Chatbot を設置し、ChatGPT-4 と連携させるため、API キーを取得し、プラットフォームに統合するためのコードを記述した。これにより、テキストベースでの入出力を可能とした。さらに、観光客から収集した感想データを同様の手法で AI に学習させ、各年代層に応じた回答を生成できるようにした。

(2) big data の収集

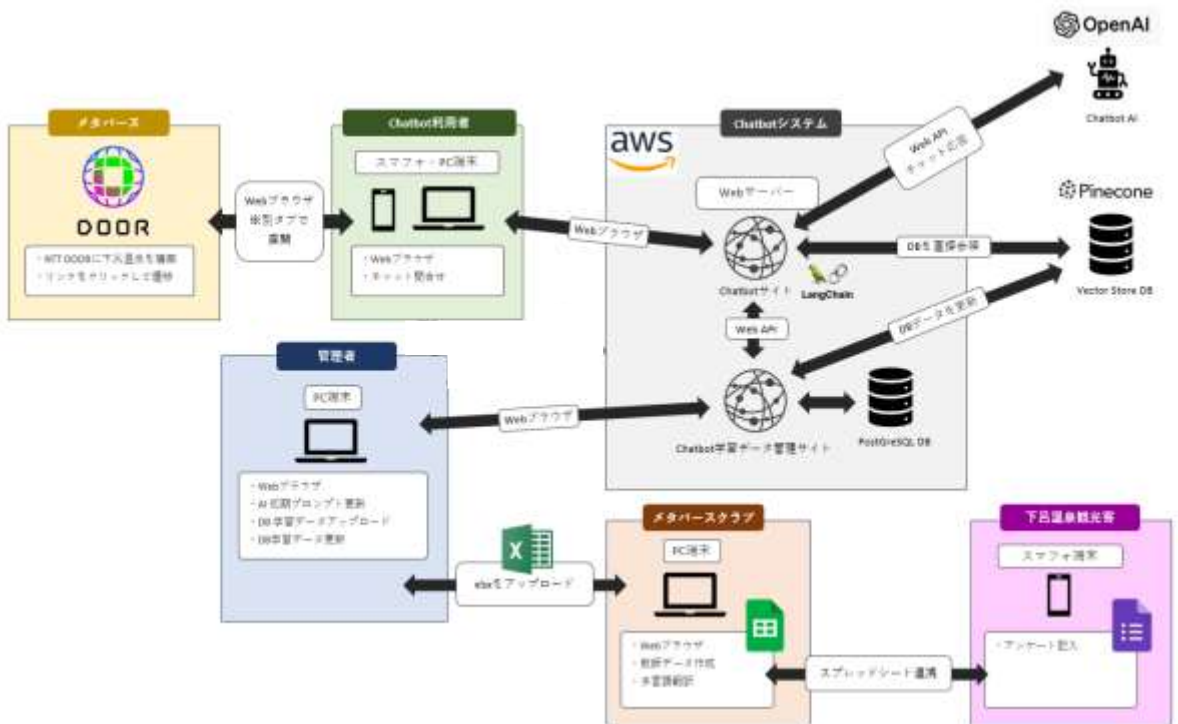


図 11-6 メタバースの下呂温泉に AI を実装

岐阜女子大学メタバースプロジェクトでは、2022年度より下呂温泉のニーズ調査と観光資源の収集を実施してきた。2024年度は、メタバースクラブの学生がメタバース内に設置する土地や建物のデータを収集し、メタバースやデジタルアーカイブについて学ぶ授業を受講している学生が、8月6日に現地実習を行い、ニーズ調査と観光資源の収集を進めた。収集したデータをもとに、AIの教師データとなる「下呂温泉のおすすめ」に関するテキストを作成し、図11-7に示すメタバース内のキャラクターの音声ファイル用テキストを制作した。下呂温泉には、さまざまな年代や国籍の観光客が訪れる。このような観光地の情報を発信する際には、外国人観光客の感想やフィードバックを含めることが重要である。異なる文化や習慣を持つ人々の意見は、新たな視点やアイデアを提供し、観光サービスの向上につながる。そこで、下呂温泉を訪れた観光客の感想を収集し、AIの教師データとして活用することにした。海外からの観光客の感想を収集するため、アンケートの協力を求めるチラシを作成し、下呂市や下呂温泉旅館協同組合と連携して、

下呂温泉現地実習収集データ			
グループ	7チーム	No.	2
時刻	2023/8/6 12:00-13:00	場所	食べ歩き
名称	GEFO(GERF)OUTLETSTAND 飛騨牛 森のこみち	動画	1分動画を1本
静止画	森の様子3枚、食べ歩き3枚	360°カメラ	なし
観光資源の種類	温泉、祭・イベント、歴史・文化、自然・景観・花、体験・遊園、遊ぶ・散歩・アツトピア、(建)物・施設、スポーツ、その他		
メモ	GEFO(GERF)OUTLETSTAND 自家製バターを製造しそれを使用したスイーツやお土産を販売している。 黄色い建物と牛が入っている足置が目印となっている。 インパクトのある店 森のバターおにぎりを食べた。大きめのバターが客席に置いて醤油味のおにぎりと軽食にかがってとてもおいしかった。 他にもチーズや肉のバター、ガーリック味などがあり、どれもおいしそうだった。 バターサンドやドリンクなど豊富な種類の商品があった。 衣装が黄色と牛柄に統一されていて不思議な空間だった。 隣には、食べ歩きのお店が多くあった。 お食事処 飛騨牛 飛騨牛コロッケ 400円 実家で時々おいしい 2分で出来上がるため、早く出来立てのままで食べることができる 価格 400円 森の香ばさでかなり好きで、肉汁たっぷり美味しかった コロッケや唐揚げ以外にきき水や飛騨牛ラーメンや牛スジなどもあり、メニュー豊富だった 森のこみち 下呂温泉街のパン屋さん 森を再現した店内では名物「冷やしメロンパンジャム」や「下呂げろがえるパン」を季節にあわせたパンが販売されている。 食べ歩きにぴったりなジェラート 飛騨牛乳の濃厚でコクのあるミルクケーキはおいしい		
1分動画	下呂温泉街には、食べ歩きのできる店がたくさんあります。 道の街通りには、ランチ・グルメの店や、スイーツの店が立ち並んでいます。 岐阜県、下呂市に関連する素材を使ったおいしいグルメを食べることができます。 私たちは、げろがえるバタースタンド、飛騨牛、森のこみちに訪れました。 スプーンがついているので簡単に食べることができます。 周りの風景を楽しみながら食べることができます。 夏は直射日光が熱いため外で食べるのは危険な場所がありますが、緑の吹く風が気持ちいいです。 ぜひ、食べに来てください。		

図 11-7 現地実習で収集した観光資源のデータ(一部)

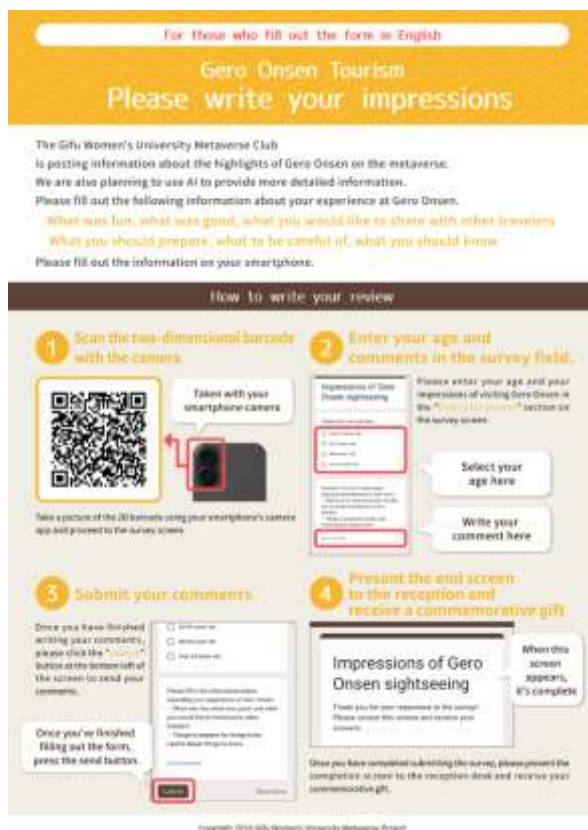


図 11-8 観光客向けの英語版アンケートのチラシ

観光施設やホテル・旅館などに設置した。また、JR 下呂駅にも掲示し、より多くの観光客に協力を呼びかけた。アンケートは6か国語で制作し、チラシのQRコードを利用してインターネット上で感想を収集できるようにした。図 11-8 には、英語版のチラシを示している。

(3) Chatbot の設置

図 11-9 に示すように、収集したデータの前処理を行い、教師データを作成した。収集したデータには外国語が含まれるため、AI を用いて日本語に翻訳し、不適切な単語や内容を除去するためにデータフィルタリングとデータクリーニングを実施後、最終的な確認はメタバースクラブの学生が担当した。AI による翻訳やフィルタリングは高い精度を持つが、完全ではない。特に、微妙なニュアンスや文脈の理解が必要な場合には、人間によるレビューが不可欠である。不適切な表現を正確に除去するためにも、人間の判断を加えることで、AI が誤って適切な情報を削除するリスクを防ぐ。また、特定の文化や社会において敏感な表現については、倫理的・法的な観点から人間による確認が求められる。このように作成した教師データを AI モデルに学習させた。

観光 DX プロジェクト：機械学習、3D モデリング、メタバースプラットフォームなどを利用（2022 年）



下呂市と共同開発した下呂温泉メタバース

観光客の感想収集

データ前処理

教師データ作成

モデルの学習

Chatbot

メタバースへの実

現地実習(下呂温泉での観光資源収集と発信者)

下呂温泉の観光資源の収集とニーズ調査から、効果的な情報発信の方法を学ぶ PBL (課題解決型学習)



図 11-9 下呂温泉メタバースに AI と連携した Chatbot を設置

使用した AI は ChatGPT-4 である。次に、メタバース内に Chatbot を設置し、ChatGPT-4 と連携させ、テキストベースで旅行客の質問に回答できる仕組みを構築した。



図 11-10 下呂市観光交流センターに設置した Chatbot

図 11-10 に示すように、下呂市観光交流センターのカウンターに Chatbot とキャラクターを設置した。キャラクター前の掲示物のオブジェクトをタップまたはクリックすると、図 11-11 に示す下呂温泉観光ガイドの画面が表示される。観光ガイドの質問欄に下呂温泉に関する質問を入力すると、テキストで回答が出力される。質問は日本語以外の言語でも可能である。回答は年齢層に応じて調整され、質問に年齢が記載されていない場合は、年齢を尋ねる仕様となっている。特に、同世代の 20 代向けには、女子大学生が発見した下呂温泉の観光スポットを含む教師

データを活用し、AI が回答を生成する。AI はインターネット上の情報をもとにテキストを生成するため、学習していない情報に基づく回答はできない。しかし、女子大学生の視点からの情報発信は、従来の観光ガイドとは異なる新しい視点を提供し、同世代の旅行客の興味に合致する。

下呂温泉観光ガイド

Sano Onsen Tourist Guide



私は、20歳の学生です。下呂温泉は初めてです。おすすめのグルメコースを教えてください。



✓ Complete!

下呂温泉ようこそ！20歳の学生さんにおすすめのグルメコースを紹介しますね。

1. 下呂温泉名物の飛騨牛：まずは、飛騨牛のステーキやしゃぶしゃぶを楽しんでください。とても柔らかくて美味しいです。
2. 郷土料理の朴葉味噌：次に、朴葉に味噌をのせて焼いた料理もおすすめです。香ばしい香りが楽しめます。
3. 温泉まんじゅう：最後に、温泉まんじゅうをお土産にどうぞ。甘さ控えめで、ほろこりします。

ぜひ、下呂温泉の美味しい食べ物を楽しんでくださいね！

Please enter your message



図 11-10 AIに「おすすめのグルメコース」を訪ねる

課 題

1. 高等教育における下呂温泉メタバースを利用した教育 DX と観光 DX の学習の概要を整理しなさい。
2. 下呂温泉メタバースにおける観光情報提供の仕組み整理しなさい。

第 12 講 海洋教育

【学修到達目標】

- ・「海洋教育の部屋」の設計の概要を理解することができる。
- ・「海洋教育の部屋」の活用方法について説明することができる。

1. 海洋教育教材

海洋教育は、単に海に関する断片的な知識を伝達するのではなく、海洋と人間社会の複雑かつ多岐にわたる相互関係に関する国民全体の理解を深化させることを主要な目的とする。海洋は、地球の表面の約 7 割を覆い、気候変動、地球規模の物質循環、そして地球上の生命維持に不可欠な役割を果たしている。また、食料資源、エネルギー資源、交通・運輸、観光、文化など、私たちの社会経済活動、そして日常生活においても極めて重要な基盤となっている。海洋教育は、かけがえのない海洋環境の保全を図りながら、国際的な視点に立ち、平和的かつ持続可能な海洋の開発と利用を推進できる人材の育成を目指すものでもある。そのためには、海洋に関する幅広い科学的知識、海洋資源の持続的な利用に関する実践的な技能、複雑な情報を分析し問題解決に導く論理的な思考力、倫理的な観点に基づいた的確な判断力、そして自身の考えや意見を効果的に伝達する豊かな表現力を育むことが不可欠となる。

我が国においては、海洋基本法第 28 条において、国民が海洋に関する理解と関心を深めることができるよう、学校教育や社会教育における海洋に関する教育の推進、海洋に関する知識の普及啓発、海洋に関する調査研究の推進など、必要な措置を国が講じることが明確に定められている。これは、海洋が日本の国土、経済活動、そして国民生活にとって、かけがえのない基盤であり、その持続的な利用と保全が国家的な課題であることを示唆している。海洋環境の保全において喫緊の課題となっているのが、サンゴ礁の白化現象である。この現象は、地球温暖化による海水温の上昇をはじめ、急激な低温、過剰な紫外線、塩分濃度の急激な変化、陸域からの赤土や生活排水の流入、さらには一部の日焼け止めに含まれる化学物質など、様々な環境ストレスが複合的に作用することで発生する。サンゴ礁は、「海の熱帯雨林」とも呼ばれるほど、地球上で最も生物多様性の高い生態系の一つであり、地球上の全海洋生物の約 25%が生息していると言われる。もしサンゴが大規模に死滅してしまうと、これらの海洋生物も生息場所や食料源を失い、サンゴ礁生態系全体が崩壊する危機に瀕する。サンゴ礁の喪失は、漁業資源の減少、沿岸域の自然災害に対する脆弱性の増大、観光産業への負の影響など、人間社会にも多大な影響を及ぼすこ

とが懸念されている。

このような状況を踏まえ、改訂学習指導要領（2017 年）や海洋基本法（2007 年）、さらには第 3 期海洋基本計画（2018 年）など、国の様々な方針において、海洋教育の推進に関する記述が強調されている。これらの政策文書は、海洋教育を次世代育成のための重要な柱の一つと位置づけ、その充実を図るための具体的な施策を推進している。特に、持続可能な開発目標（SDGs）の達成に向けた教育においても、海洋に関する課題への理解と行動を促す海洋教育の重要性が認識されている。

メタバースは、学習者自身がアバターと呼ばれる仮想的な分身を操作し、仮想空間内を自由に移動したり、他の参加者と音声やテキストチャットなどのコミュニケーションツールを用いてリアルタイムに交流したり、様々な学習コンテンツにアクセスしたり、インタラクティブな活動に参加したりすることができる。教育分野において、メタバースは以下の点で従来の教育を補完し、新たな学習の機会を提供する。

第一に、地理的な制約からの解放とアクセシビリティの向上である。インターネット環境があれば、どこからでも仮想空間にアクセスできるため、地理的な制約を受けずに、遠隔地にいる学習者や教師が同じ仮想空間に参加し、共に学びを深めることができる。これは、通学が困難な病弱な児童生徒や、特定の地域に偏在する専門知識を持つ教師との連携を可能にするなど、教育の機会均等化に大きく貢献する可能性がある。また、移動が困難な肢体不自由のある児童生徒にとっても、自宅や病院など、慣れた環境から学習に参加できるという利点がある。

第二に、アバターを介した没入感と疑似体験による深い学びである。学習者は、アバターと呼ばれる自分の分身を操作することで、現実世界では物理的な制約や安全性の問題から体験することが難しい状況や場所を疑似的に体験し、あたかも実際にその場にいるかのような高い没入感を得ることができる。例えば、深海探査や宇宙遊泳、歴史的な出来事の再現など、通常では経験できない状況を仮想空間内で体験することで、抽象的な概念の理解を深めたり、共感的な理解を促したりするなど、より深いレベルでの学習効果が期待できる。特に、海洋教育においては、肢体不自由のある児童生徒にとって、メタバースは安全かつリアルな海中体験を提供する貴重な手段となる。

第三に、多様な学習コンテンツとインタラクティブな学習環境の提供である。メタバースのプラットフォーム上には、3D モデル、シミュレーション、ゲーム要素、映像、音声、テキストなど、多様な形態の学習コンテンツを容易に組み込むことができる。これにより、学習者は一方的に情報を受け取るだけでなく、能動的に情報にアクセスし、仮想空間内のオブジェクトを操作したり、シミュレーションを実行したり、ゲーム形式の課題に取り組んだりするなど、インタラクティブな活動を通して主体的に学ぶことができる。海洋教育においては、サンゴ礁の 3D モデル

を様々な角度から観察したり、白化現象のシミュレーションを体験したりすることで、より視覚的で理解しやすい学習が可能になる。

第四に、協働学習とコミュニケーションの促進である。仮想空間内では、他の学習者や教師のアバターと音声やテキストチャット、ジェスチャーなどのコミュニケーションツールを用いて、リアルタイムに意見交換を行ったり、共同で課題に取り組んだりすることができる。これは、社会性やコミュニケーション能力の育成だけでなく、多様な視点に触れることで、より深い学びへと繋がる可能性がある。グループワークやディスカッションといった協働的な学習活動は、学習意欲の向上や問題解決能力の育成にも効果的である。

第五に、個別最適化された学習の実現である。学習者の進捗状況や理解度に合わせて、仮想空間内のコンテンツや課題を柔軟に調整することが可能である。例えば、理解が遅れている学習者には基礎的なコンテンツを提示したり、より高度な学習を求める学習者には発展的な課題を提供したりするなど、一人ひとりのニーズに合わせた、より効果的な個別最適化された学習環境を提供することができる。

メタバースを活用した遠隔協働学習の可能性を示す具体的な事例として、肢体不自由特別支援学校と小学校が、メタバース上に特別に設けられた遠隔協働学習教室を利用して交流学习を行った事例が報告されている。この事例では、普段は発言が少なかったり、学習への参加に消極的であったり、あるいは車いすを使用するなど移動に困難を抱える児童生徒が、仮想空間内ではアバターを介して積極的に学習活動に参加する様子が見られた。実践者は、病気のために長期間入院しており、一度も訪れたことのない白川郷の風景をメタバース内で体験した児童生徒の学習意欲が著しく高まったことを挙げ、「病弱な子供にとってのメタバースを利用した遠隔協働学習の大きな可能性を示している」と述べている。このようなメタバースの教育的な潜在能力に着目し、肢体不自由のある児童生徒たちが、身体的な制約を感じることなく、あたかも実際に海の中にいるかのような臨場感を体験し、主体的に海洋に関する知識や理解を深めることができるような教材の開発を目指した。特別な支援を要する児童生徒が、他の学習者や教師とアバターを介して円滑にコミュニケーションを取りながら、沖縄の海洋環境、特にサンゴ礁について多角的に学ぶことができる遠隔協働学習教室「海洋教育の部屋」をメタバース上に設計・構築した。

「海洋教育の部屋」は、図 12-1 に示すように複数のアバターが同時に存在し、音声やテキストチャットで活発な意見交換や質疑応答を行うのに十分な広さを確保した仮想空間として設計した。部屋の中央には、国土地理院が提供する高精細な沖縄本島の地図を配置し、主要なシュノーケリングスポット（真栄田岬、青の洞窟、ダイヤモンドビーチなど）の位置を、視覚的に分かりやすいアイコンで示した。各アイコンには、対応するシュノーケリングスポットの 360 度海中

映像が展開される仮想環境へと瞬時に移動できるハイパーリンクを設定した。これにより、児童生徒は、教室にいながらにして、沖縄本島の多様な海域へバーチャルにアクセスし、多様な海中景観を体験することができる。図 12-2 に示す各シュノーケリングスポットの ROOM は、防水 360°カメラで実際に撮影した高解像度映像と、必要に応じて、サンゴや魚の 3DCG モデル、サンゴの白化現象を解説するアニメーション、小学生にも理解しやすい平易な言葉で記述された解説テキスト、そして臨場感を高めるための水中音などの音声情報を組み合わせることで、視覚的な情報だけでなく、聴覚的、触覚的な情報も加わることで、よりリアルで没入感の高い疑似体験を提供することを目指した。具体的に配置したシュノーケリングスポットは、真栄田岬の複数のポイント（真栄田岬 1～2、真栄田岬「青の洞窟」、真栄田岬「青の洞窟」海上）、神秘的な洞窟であるウドウイガマの内部空間、同じく洞窟であるアボガマの内部空間、様々な種類のサンゴが見られるダイヤモンドビーチの複数のポイント（ダイヤモンドビーチ 1～4）、そして比較的静かで穴場のスポットである裏真栄田の海中空間である。これらのスポットは、それぞれ異なるサンゴの種類や地形、生息する海洋生物の特徴を持っており、児童生徒は多様な海中環境を比較しながら学習することができる。図 12-3 は、真栄田岬 1 のメタバース空間の様子を静止画で示している。360 度カメラで撮影された透明度の高い海中映像は、色鮮やかな熱帯魚や生き生きとしたサンゴ礁の様子を克明に捉えており、児童生徒は、まるで実際に沖縄の海の中に潜っているかのような臨場感を味わうことができる。また、一部のスポットでは、特定のサンゴや魚にカーソルを合わせると、その名前や生態に関する情報が表示されるインタラクティブな要素も導入した。



図 12-1 メタバースの海洋教育の部屋



図 12-3 真栄田岬 1

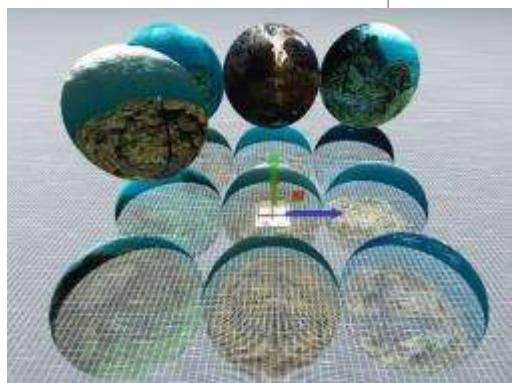


図 12-2 メタバースに作った沖縄本島のシュノーケリングスポット

メタバース空間内に配置する学習コンテンツは、小学校高学年および中学生の学習指導要領の内容を考慮し、海洋環境、特にサンゴ礁に関する基礎知識、白化現象のメカニズム、環境保全の重要性などを段階的に学べるように設計した。

- ・基礎知識 サンゴの生態、サンゴ礁の形成過程、サンゴ礁に生息する多様な生物に関する解説テキスト、画像、3D モデルを配置した。児童生徒は、これらのコンテンツに自由にアクセスし、自らのペースで学習を進めることができる。
- ・白化現象 サンゴの白化現象の原因（海水温上昇、汚染、紫外線など）とメカニズムを解説するアニメーションや図解を配置した。これにより、抽象的な現象を視覚的に理解しやすくなった。また、白化したサンゴと健康なサンゴの3D モデルを比較することで、その違いを具体的に認識できるように工夫した。
- ・環境保全 サンゴ礁の保全の重要性、人間活動がサンゴ礁に与える影響、そして私たちにできる環境保全の取り組み（ごみの削減、節電、環境に優しい製品の利用など）を紹介するテキストや動画を配置した。児童生徒が主体的に環境問題について考え、行動に移すきっかけとなるように、身近な事例を多く取り入れた。
- ・コミュニケーション機能 メタバース空間内では、音声チャットやテキストチャットを通じて、教師や他の児童生徒とリアルタイムにコミュニケーションを取ることができる。これにより、疑問点をすぐに質問したり、意見交換を行ったり、共同で課題に取り組んだりすることが可能になる。特に、肢体不自由のある児童生徒にとっては、ストレスを感じることなく、社会的な交流を深める貴重な機会となる。

2. 実証授業と調査

開発したメタバース教材の教育的効果を検証するため、沖縄県内の肢体不自由特別支援学校中学部において、実証授業を実施し、事前・事後アンケート調査、授業中の観察記録、ワークシートの分析を行った。実証授業の対象者は、沖縄県内の肢体不自由特別支援学校中学部に在籍する生徒2名（中学部1年生1名、2年生1名）であった。参加生徒は、車椅子を使用しており、手指の巧緻性にも個人差が見られたため、メタバースの操作においては、必要に応じて教師による支援を行った。実施にあたり、事前に学校長および保護者に対して研究の目的と内容、個人情報保護について十分に説明し、同意を得た。授業の様子を把握するための授業参観と、生徒の海との関わり、環境問題への関心、そして海に関する基本的な認識を把握するための事前アンケート調査を実施した。授業参観では、対象となる生徒2名が、普段の社会科の授業にどのように参加し、どのような学習スタイルを持っているかを注意深く観察した。

事前アンケート調査では、生徒の回答の偏りを防ぎ、より客観的なデータを収集するため、無記名形式とし、以下の項目について質問した。

- 【海との関わり】 「この1年間で、海水浴や水族館見学など、海に関連する場所へ行きましたか」という質問に対し、「はい」または「いいえ」で回答。
- 【環境問題への関心】 日常生活における環境保全への意識や行動について、「ごみを分別している」「ごみをへらすよう心がけている」「節電に心がけている」「環境問題に関心がある」の4つの項目それぞれについて、5段階のリッカート尺度（1：全くそう思わない～5：非常にそう思う）で回答。
- 【海に関する認識】 海に対する感情的な親しみや、海が持つ様々な価値についての認識について、「(海に) 親しみを感じる」「(海は) 生命の源として大切である」「(海は) 日本人の文化/食/教育/貿易にとって大切である」「(海は) 環境問題を考えるうえで大切である」の4つの項目それぞれについて、同様に5段階のリッカート尺度で回答。
- 【海が好きかどうか】 「あなたは海が好きですか」という質問に対し、「とても好き」「少し好き」「どちらでもない」「あまり好きではない」「全く好きではない」の5段階で回答。

実証授業は、肢体不自由特別支援学校中学部において、中学部1年生と2年生の計2名を対象に、社会科の合同授業として2時間（90分）実施した。授業は、以下の3つのパートで構成した。

導入（30分） 「サンゴのある海が沖縄に何をもたらしているのか？」というテーマを設定し、資料（写真、イラスト、簡単な解説文）を用いて、サンゴ礁が海洋生態系の中で果たす重要な役割について解説した。具体的には、サンゴ礁が多様な海洋生物の生息場所となり、その豊かな生態系が沖縄の観光業や漁業を支えていること、そしてサンゴ礁域全体の経済的な価値について説明した。授業のまとめとして、「サンゴが沖縄をささえている」というメッセージを強調し、私たちの生活、産業、そして環境がサンゴによって支えられていることを伝えた。このパートでは、口頭説明に加えて、視覚的な資料を多く提示することで、生徒の理解を促した。

展開（45分） VR（仮想現実）技術を用いた沖縄の海中映像を大型ディスプレイで視聴させ、生徒の興味関心を喚起した。その後、開発したメタバース「海洋教育の部屋」を生徒に体験してもらった。生徒は、教師のサポートを受けながら、アバターを操作して仮想空間の海中を自由に移動し、そこに生息する様々な海洋生物、美しいサンゴ礁、そして特徴的な海底地形を疑似体験することに熱心に取り組んだ。海に触れる機会が少ない生徒にとって、メタバースによる海中散策は新鮮で、写真 12-3 に示すように積極的に



写真 12-3 興味を持って熱心に「海洋教育の部屋」を疑似体験



写真 12-4 熱心に行う調べ学習

環境を探索する様子が見られた。「海洋教育の部屋」に設置したサンゴ礁や白化現象に関する解説文についても、生徒たちは興味を持って丁寧に読んでおり、教師に質問する場面も見られた。

まとめ（15分） 「沖縄の海にサンゴがある意味について考えてみよう」というテーマに基づき、サンゴの白化現象のメカニズムや、その主な原因（地球温暖化、汚染など）について解説した。そして、図 12-4 に示すように、事前に配布したワークシートをもとに、サンゴ礁の保全のために「自分たちにできる取り組みはなにか？」について調べ学習を行い、生徒一人ひとりが日常生活の中で実践できる環境配慮（節電、節水、ごみの分別、環境に優しい製品の利用など）について考える時間を設けた。授業の前後で、「沖縄の海はわたしにとってどのようなもの？」という項目についてワークシートに記述させ、生徒の意識の変化を捉える試みを行った。

事後調査 授業後、事前アンケートと同じ質問項目について、事後アンケートを実施した。回答は、「1：思わない，2：あまり思わない，3：どちらでもない，4：少し思う，5：思う」の5段階のリッカート尺度で行った。また、事後アンケートのみの質問として、「この授業を通して、海に対するあなたの意識は変わりましたか」と「この授業で学んだことを活かして、何か自分にできる環境保全の取り組みをしたいと思いますか」という自由記述式の質問を加えた。

教職員へのアンケート調査 実証授業と並行して、特別支援学校の教職員 12 名を対象に無記名式のアンケート調査を実施し、海洋教育に対する認知度、これまでの実践経験、そして現場が求める教材について尋ねた。質問項目は、海洋教育の授業実践経験の有無、海洋教育という概念の認知度、国の推進方針の認知度、今後の海洋教育授業実施意向、海洋教育の必要性の認識、そして自由記述による教材への要望などであった。

事前・事後アンケートの結果を表 12-1 に示す。

事前アンケートにおいて平均値が 2.0 から 2.5 であった「親しみを感じる」「心地よく感じる」「海が好きだ」の項目は、事後アンケートではいずれも 5.0 を示した。また、事前アンケートで平均値が 4.0 であった「海に関心がある」の項目も、事後アンケートでは 5.0 となった。さらに、事前アンケートで平均値が 3.0 であった「生命の源として大切である」「日本人の文化として大切である」「日本人の食として大切である」「日本人の教育にとって大切である」「日本の貿易にとって大切である」の各項目は、事後アンケートでは 4.0 から 5.0 の範囲の値を示した。「国際性を考える上で大切である」の項目は 4.5 から 5.0 へ、「環境問題を考える上で大切である」の項目は 3.0 から 5.0 へと、それぞれ平均値が上昇した。事後アンケートでのみ尋ねた「海に対する意識は変わったか」「自分にて

きる取り組みをしたいか」の問いに対しては、回答者はいずれも 5.0 という肯定的な評価を示した。

これらの結果から、授業においてサンゴが海洋生態系の中で重要な役割を担い、それが沖縄の観光業や漁業に恩恵を与えていること、そしてサンゴ礁域の経済的価値について学んだことが、事後アンケートの回答に影響を与えたと考えられる。加えて、メタバース「海洋教育の部屋」において、アバターを操作して仮想空間の海中を移動し、そこに生息する生物、サンゴ、海底地形を疑似体験したことが、海を身近なものとして感じさせ、事後アンケートの評価を高めた要因の一つと考えられる。「自分たちにてできる取り組みはなにか」について調べ学習を行い、自身で実践できる環境配慮について考える時間を設けたことも、「海に対する意識の変化」や「自分にてできる取り組みをしたい」という意欲の向上に寄与したと推察される。

実証授業と並行して実施した教職員 12 名へのアンケート調査では、海洋教育の認知度と求める教材に関する実態が明らかになった。質問「これまで自分のクラスの授業で海について子ども達と勉強したことはありますか」に対して「はい」と回答した教員は 33%、「海洋教育というものがあることを知っていますか」に対して「はい」と回答した教員は 25%、「第三期海洋基本計画で内閣府、国土交通省、文部科学省が 2025 年までにすべての市町村で通う教育が実施されることを目指し、推進していることを知っていますか」に対して「はい」と回答した教員は 50% であった。「海洋教育の授業をしようと思いますか」という質問への回答は、「思わない」が 8%、

表 12-1 事前アンケートと事後アンケートの平均値

質問項目	事前	事後	変化量
親しみを感じる	2.5	5	+2.5
心地よく感じる	2	5	+3.0
海が好きだ	2.5	5	+2.5
海に関心がある	4	5	+1.0
生命の源として大切である	3	4.5	+1.5
日本人の文化として大切である	3	4	+1.0
日本人の食として大切である	3	5	+2.0
日本人の教育にとって大切である	3	4	+1.0
日本の貿易にとって大切である	3	5	+2.0
国際性を考える上で大切である	4.5	5	+0.5
環境問題を考える上で大切である	3	5	+2.0

「あまり思わない」が25%、「少し思う」が33%、「思う」が33%であった。一方、「海洋教育は必要だと思いますか」という質問への回答は、「思わない」が0%、「あまり思わない」が8%、「少し思う」が33%、「思う」が42%であった。「海洋教育の授業をしようと思いますか」と「海洋教育は必要だと思いますか」のクロス集計結果は図8に示される。また、「海洋教育の授業をしようと思いますか」と「海洋教育は必要だと思いますか」の間には、強い正の相関関係($r = .93, p < .001$)が認められた。

海洋教育の教材として、従来の ICT に加え、海中での観察を疑似的に体験できるメタバースを活用した。アバターを操作して仮想空間の海中を移動し、そこに生息する生物、サンゴ、地形を疑似体験することにより、生徒は高い興味を示し、熱心に取り組む様子が観察された。このことは、メタバースが海洋教育の教材として有効な可能性を示唆している。事後アンケートにおいても、「海に対する意識は変わったか」「海は環境問題を考える上で大切であるか」「自分にできる取り組みをしたいと思ったか」の各項目について、2名の生徒ともに肯定的な回答をしており、意識の変容が確認された。教職員へのアンケートの自由記述からは、海洋教育で活用できる教材の更なる充実が現場で求められていることが明らかになった。特に、肢体不自由のある特別支援学校の児童生徒に対する、より効果的な海洋教育を実現するためには、デジタル教材の継続的な開発と改善が必要である。

参考文献

- [1]国立研究開発法人 国立環境研究所 (2014), サンゴ礁の過去・現在・未来～環境変化との関わりから保全へ～, 環境儀, 53号, pp. 4-9
- [2]文部科学省 (2017) 小学校学習指導要領解説 社会編.
- [3]文部科学省 (2017) 中学校学習指導要領解説 社会編.
- [4]海洋政策本部 (2007) 海洋基本法.
- [5]海洋政策本部 (2018) 第三期海洋基本計画.

課題

1. 「海洋教育の部屋」の設計の概要を整理しなさい。
2. 「海洋教育の部屋」の活用方法について説明しなさい。

第13講 日本語教育

【学修到達目標】

- ・日本語指導の現状と課題について理解することができる。
- ・日本語教育用教材開発の意図と工夫について説明することができる。

1. 日本語教育教材

文部科学省の調査^[1]が示す通り、日本語指導を必要とする外国人児童生徒等の数は年々増加の一途を辿り、その背景も多様化している。しかしながら、日本語と教科内容を統合的に指導できる教員の不足、個別の学習ニーズに対応した特別的教育課程の編成の困難さといった課題が依然として存在する。また、教育現場におけるタブレット端末の普及が進み、児童生徒の主体的な学びを促す取り組みが活発化する一方で、日本語指導におけるICT端末の活用は十分とは言えず、学習に適したアプリケーションの更なる充実が求められているのが現状^[2]である。このような背景を踏まえ、近年、教育分野においてメタバースの可能性が注目されており、言語学習においても例外ではない。東京都^[3]は、不登校や適応指導教室への参加が断続的になっている児童生徒、日本語指導が必要な外国につながる児童生徒に対し、新たな居場所と学びの場を提供することを目的として、メタバース上にVLP（バーチャル・ラーニング・プラットフォーム）を展開し、都内の自治体に提供している。このVLPでは、小学生から高校生までの学習者が、支援員のサポートを受けつつ仮想空間内で他の学習者と話し、JLPT（日本語能力試験）に対応したICT教材『すららにほんご』を活用して、『文字』『語彙』『文法（会話）』の各分野を学習できる。

文部科学省^[4]の示すように、公立学校における日本語指導は、「文字・表記・語彙・文法」といった言語知識の習得に加え、学校生活や教科の学習に必要な基礎的な指導が中心となっている。同時に、教科内容の補習も日本語指導における重要な側面として認識されている。同省は、日本語と教科内容を統合的に学習するためのカリキュラム開発を進めているものの、その実践はまだ十分に進んでいない現状がある。

日本語学習が必要な児童が、学年を超えて互いに助け合いながら学習に取り組んだり、タブレット端末を主体的に活用して教科の補習を進めたり、休日には家族と共に地域の文化的な名所を訪れ、それが教科内容の理解や地域への親しみにつながったりする様子を目の当たりにした。具体例として、5年生の児童が、家族と共に沖縄県にある稲作発祥の地とされる史跡を訪れ、英語によるガイドの説明を聞くことで、社会科で学習していた稲作に関する理解を深め、さらにそ

の地に伝わる昔話を聞いたことが、沖縄の歴史や文化への興味関心を喚起したという事例があった。これらのことから、地域に伝わる民話・伝承の中には、教科内容と深く関連付けられる題材が多く存在すると考え、これらの作品を教育教材として活用できることが示唆されている。

教材を使用する児童生徒の第一言語は多様化が進んでいるため、物語の理解を促進するためには多言語への翻訳が不可欠であり、各言語による朗読音声も必要であると考えた。日本語の習得レベルが十分でない児童や、母語においても文字認識が未熟な児童が、物語の内容を理解することで学習への興味を持ち、主体的に教材に取り組めるよう配慮した。また、開発した教材をメタバースの仮想図書館に配置することで、児童生徒が自身のタブレット等の端末を用いて容易にアクセスできる環境を構築することとした。安全なインターネット環境下で、異なる場所にいる学習者が同じ仮想空間に入室し、共通言語を用いてコミュニケーションを取ることにも可能となるため、通級教室における学年を超えた学び合いの機会を仮想空間上でも実現できると思われる。

第二言語習得研究における S.クラッシェンとメイソン紅子^[5]は、「大量かつ良質（最適）なインプットが最も効率よく言語習得を促進する」と提唱し、その効果的な方法の一つとして語り聞かせを挙げている。また、語り聞かせの素材としては、児童の興味を引きやすく、文化的な背景も学べる童話や民話が最適であるとしている。そこで、選定した沖縄の民話をやさしい日本語に書き換え、日本語のネイティブスピーカーによる朗読音声を収録した。さらに、教材を利用する児童生徒の第一言語の多様化に対応するため、文部科学省の「日本語指導が必要な児童生徒の言語別在籍状況」^[6]に示される言語を中心に、10 言語（英語、中国語、フィリピン語、ベトナム語、ポルトガル語、韓国語、スペイン語、フランス語、ネパール語、タイ語）の母語話者による翻訳と朗読音声を用意した。また、物語を通して教科への関心や理解を深めるため、表 1 に示す 4 作品を選定し、それぞれの物語の内容に関連付けた教科学習クイズを副教材として提示した。副教材では、物語の内容理解を問う設問に加え、文法ドリル形式の日本語学習も可能とした。

さらに、児童生徒が実際に物語の舞台となった地域を訪れ、その土地の文化や環境に親しむきっかけとなるよう、民話の舞台である名所旧跡の風景や事物を撮影し、物語のイラストと関連する音楽を組み合わせることで動画教材として制作した。これらの動画をメタバース内で視聴することで、児童生徒は臨場感のある学習体験を得られるように工夫した。また、動画の撮影場所に関する情報（名称、所在地、歴史的背景など）を資料としてまとめ、教師や保護者が閲覧できるようにした。

これらの教材は、図 13-1 に示すメタバースの仮想図書館内に配置し、デジタル民話教材『おきなわむかしばなし in メタバース』と名付けて、国内および海外での調査と実証授業に使用し

た。教材化した沖縄の民話は、表 13-1 に示す『ガジャンピラ』（蚊坂）、『ニヌファブシ』（北極星）、『ミミチリボーシ』（耳切坊主）、『ウキンジュハインジュ』（受水走水）である。



図 13-1 デジタル民話教材『おきなわむかしばなし in メタバース』図書館の入り口

表 13-1 教材化した沖縄の民話

作品名	関連教科	関連地
『ガジャンピラ』（蚊坂）	小 5 社会（貿易）	那覇市
『ニヌファブシ』（北極星）	小 4 理科（星座）	西表島（北部）
『ミミチリボーシ』（耳切坊主）	小 4 国語（数え方）	那覇市
『ウキンジュハインジュ』（受水走水）	小 5 社会（稲作）	南城市

国内と海外の二つの側面から調査を実施した。

国内においては、開発した教材の適性や有効性を検証するため、日本語学習が必要な児童生徒と関わりのある教員や保護者等に教材を試用してもらい、Google Forms を用いたアンケート調査を行った。調査内容は以下の通りである。

- ・ 教材を使用する子供の国籍と使用言語
- ・ 子供は本教材をいつ、どこで、誰と使用したか（または使用することが予想されるか）
- ・ 教材についてどのように思ったか（自由記述および選択式）
- ・ メタバースの利用についてどのように思ったか（自由記述および選択式）
- ・ 意見、感想、提案など（自由記述）

海外においては、南太平洋のトンガ王国で日本語教育で、開発した民話教材の使用に加え、メタバースと Zoom を用いた遠隔協働学習を沖縄県の小学校と試験的に実施した。交流後、トンガの生徒（日本語学習を始めたばかりの中学 2 年生）に対し、質問紙によるアンケート調査を行った。調査内容は以下の通りである。

- ・ 相手の話す言葉がどのくらい理解できたか（選択式）
- ・ 自分たちのことを相手に知ってもらえたと思うか（選択式）
- ・ 何か驚いたことがあったか（自由記述）

- ・ Zoom とメタバースはどちらが面白かったか（選択式）
- ・ Zoom が面白い理由は何か（自由記述）
- ・ メタバースが面白い理由は何か（自由記述）
- ・ Zoom とメタバースはどちらが話しやすかったか（選択式）

2. メタバースを利用した学習

国内の調査においては、有効回答数が少数であり、回答者の子供の国籍と言語は英語と中国語が中心であった。しかしながら、回答の中には「日本語教室だけでなく通常学級でも、地域の伝統文化を学ぶ教材として利用したい」という声があり、実際に5年生の総合的な学習の時間において、開発した教材が地域の伝統文化に関する学習素材として使用された事例があった。

教材の使用場面については、「帰宅後、自宅で、一人で、保護者と」という回答に加えて、「学校で、先生と」という回答も複数見られた。この結果は、開発した教材が、児童生徒が単独で学習に取り組む場面だけでなく、教師との協働学習においても活用可能であり、メタバースの持つ、異なる場所にいる他者と協同して活動できる特性が示されたものと考えられる。

教材の使用感に関するアンケートでは、「楽しい」「わかりやすい」「意欲的に取り組める」といった肯定的な評価が多く得られた。しかし一方で、日本語教材としての改善点も指摘されており、「レベルの細分化」や「覚えた語句のチェック表があると良い」といった意見があった。これらの意見は、多様な日本語学習レベルの児童生徒に対応するためには、教材の更なる精緻化と、学習者が主体的に進捗を管理できるような工夫が必要であることを示唆している。また、「教科学習の役に立つ」「伝統・文化の理解につながる」「国際理解につながる」「物語のゆかりの場所を訪れる機会につながる」といった項目では肯定的な回答が得られ、開発した教材が「教科学習」「伝統・文化」「国際理解」の教材として一定の期待を持たれていることが示唆される結果となった。

メタバースの利用については、「おもしろい」「意欲的に取り組める」「もっとやりたい」といった項目で肯定的な回答が得られた。しかし、「わかりやすい」「親しみやすい」「使いやすい」といった項目では肯定的な回答が少なく、メタバースという仮想空間の利用にまだ馴染みが薄い層が存在することが示唆された。メタバースを教育現場でより広く活用するためには、操作性の向上や導入のサポート体制の整備が重要であると考えられる。

海外調査は、トンガ王国のトゥポウカレッジ国際コース（オーストラリアの教育シラバスを採用し、授業は英語で行われ、ICT活用、異文化理解、自国の伝統文化継承を重視している）の中

学 2 年生の日本語入門レベルのクラスを対象に行った。インターネット環境が不安定であったため、開発した民話学習教材の使用は、沖縄の小学校との遠隔協働学習に先立ち、授業内で行った。

授業では、教師のパソコンをプロジェクターで投影し、以下の手順で教材を使用した。

- ・ メタバースへの入室（仮想図書館の共有）
- ・ 日本語による民話動画の視聴
- ・ 英語による物語内容の理解確認
- ・ 英語と日本語を用いた関連学習クイズへの取り組み

具体的には、『ガジャンビラ』の物語（交易時代に中国から持ち帰った蚊が逃げってしまう話）を用いて、「ブーン」などの擬音語を日本語、英語、トンガ語で比較し、現代の貿易についても話し合った。『ミミチリボーシ』の物語（琉球王国の王子が悪僧を退治する話）では、琉球とトンガの王国の歴史を比較した後、「ひとり、ふたり、さんにん…」という人の数え方とその他の助数詞について学習した。授業後、一部の生徒が自ら進んでメタバースに再入室し、他の作品を級友と操作しながら読む様子が確認された。この行動は、開発した教材が、教師主導の授業だけでなく、生徒の自律的な学習意欲を喚起する可能性を示唆している。

写真 13-1 は、クラス単位の遠隔協働学習に先立って試験的に沖縄の教師 2 名とメタバースで交流を行った際の様子を示す。トンガと沖縄の双方が仮想図書館に入室し、お互いのアバターを見つけて話しかけることから交流を開始した。トンガの生徒は、スピーカーに耳を近づけながら、沖縄から聞こえる日本語を理解しようと努めていた。アバターを通して音声による簡単な挨拶を交わした後、Zoom を接続して実際のお互いの姿を確認した際には、相手が大人であったため、生徒は非常に驚いていた。彼らは、交流相手を沖縄の小学生であると想像していたとのことである。相手が教師だと事前に知っていたら緊張していたかもしれないという声も聞かれた。このエピソードは、メタバースにおけるアバターを介した匿名性が、言語学習の初期段階における学習者の心理的な障壁を低減する可能性があることを示唆している。



写真 13-1 アバターの動きを見ながら音声を確認

Zoom での交流では、最初からお互いの顔や服装、周囲の環境を目にしながらのコミュニケーションとなり、トンガの中学生は沖縄の小学生から、伝統衣装である腰巻きをつけた制服について「腰に巻いているものは何ですか」と質問を受けた。この直接的な視覚情報に基づいた質問は、異文化理解の第一歩として重要な意味を持つと考えられる。

最終的に、沖縄の小学5年生との3回目の交流で、子供同士のメタバースによる遠隔協働学習が実現した。操作は生徒に順番に行わせたが、この時には生徒はメタバースの操作に慣れてお



写真 13-2 相手のアバターとスタンプ交換

り、館内を歩き回って相手のアバターを見つけると、写真 13-2 に示すように、教師も知らなかったスタンプ機能を使いこなし、相手に「握手」や「ハート」のスタンプを送っていた。沖縄の小学生からも同様のスタンプが返ってきた。続いて、相手の「行きましょう」という言葉を聞き取って前進したり、階段を下りたりした後、「音楽を聞きましょう」という言葉を聞き取って、音声ファイルの音符マークをクリックし、一緒に民話の朗読を聞いたりした。生徒たちは、仮想空間内のアバターの反応を集中して観察し、コミュニケーションの成立を互いに確認していた。メ

タバース体験の後、Zoom を接続すると、今度は相手が前回の3年生よりも年上であったため、生徒は再び驚いていた。この一連の交流は、メタバースが、言語の壁を越えたコミュニケーションを促進し、異文化理解の機会を提供し得ることを示唆している。

交流後のアンケート調査によると、①日本語の理解については、「少し理解できた」という回答が最も多かった。自信はまだ十分ではないものの、メタバースを使用することで、音声のみで言葉を判断し、それに対する自分の行動が正しかったかどうか、相手のアバターの反応によって確認できたことは、教師以外の日本人とのコミュニケーション成功体験として、生徒にとって大きな成果であったと考えられる。②自分たちのことを知ってもらえたかについては、トンガの衣装を見せたことによる視覚的な印象が強く、③の驚いたことと合わせて Zoom の役割が大きかったことが伺えた。メタバースでのアバターを通じた交流に加えて、Zoom での実際の姿を見せることで、より深い相互理解に繋がったと考えられる。

④～⑥の面白さについては、自由に動き回れるメタバースに対し、新鮮で視覚的な情報が得られる Zoom が若干優勢となった。メタバースの自由度は、言語学習初期の生徒にとっては、操作に慣れるまでの負担感があった可能性も考えられる。一方、Zoom は、直接的な視覚情報が豊富であるため、コミュニケーションの初期段階においては安心感を与えたと考えられる。

⑦話しやすさについては、相手の表情や視線を気にする必要がないメタバースに若干支持が集まり、「好奇心」と「気軽さ」が対比される結果となった。メタバースにおけるアバターを介したコミュニケーションは、言語学習の初期段階において、発話への心理的な障壁を低減する効果があると考えられる。

日本語教育におけるメタバースを利用した民話を素材とする多言語教材の活用について調査と検証を行い、特に海外での遠隔利用を通して、メタバースの特性が言語学習の効果として体感

できる可能性を示唆することができた。また、民話の多言語使用は、伝統文化や異文化の理解に加え、母語継承やアイデンティティー認識にも肯定的な影響を与えたとの意見も寄せられており、3D空間を活用した物語の場面提供といった更なる教材開発の可能性も示唆された。

参考文献

- [1]文部科学省（2022）「日本語指導が必要な児童生徒の受け入れ状況等に関する調査（令和3年度）の結果（速報）」pp.19
- [2]文部科学省（2022）「日本語指導が必要な児童生徒の受け入れ状況等に関する調査（令和3年度）の結果（速報）」pp.20
- [3]東京都（2023）VLPバーチャル・ラーニング・プラットフォーム
<https://vlp.metro.tokyo.lg.jp/>
- [4]文部科学省（2022）「日本語指導が必要な児童生徒の受け入れ状況等に関する調査（令和3年度）の結果（速報）」pp.13
- [5]クラッシェン, S. ,メイスン紅子（2019）Interview Stephen Krashen talks to Beniko Mason, Language and Language Teaching Volume 8 Number 1 Issue 15 pp.55
- [6]文部科学省（2022）「日本語指導が必要な児童生徒の受け入れ状況等に関する調査（令和3年度）の結果（速報）」pp.36-39

課 題

1. 日本語指導の現状と課題について説明しなさい。
2. 日本語教育用教材開発の意図と工夫について整理しなさい。

第 14 講 メタバース開発

【学修到達目標】

- ・メタバースプラットフォームについて理解することができる。
- ・メタバース制作の工程について理解することができる。

1. メタバースプラットフォーム

メタバースプラットフォームは、メタバースを利用するためのサービス基盤・仕組みのことである。VR 技術やデバイスの進化などにより、数多くのメタバースプラットフォームが開発されている。プラットフォーム上では、ゲーム、バーチャルライブ、ビジネス利用、E コマースなどができる。中でもゲームでの利用が広がっており、没入感や臨場感を味わいながらゲームをプレイできる。2021 年に米 Facebook 社が社名を Meta に変更し、Horizon Worlds というメタバースプラットフォームの提供を開始したことにより、世界的に大きな注目を浴びた。代表的なサービスとして VRChat、Roblox、cluster(図 14-1)、The Sandbox、Decentraland、ZEPETO などがあり、次のような特徴がある。



図 14-1 cluster

VRChat	世界最大のソーシャル VR プラットフォーム。多人数でのコミュニケーションが可能。
Cluster	日本発のメタバースプラットフォーム。イベント開催やワールド作成ができる。
Fortnite	ゲームとして知られるが、メタバースプラットフォームとしても活用されている。
REALITY	アバターを使ったライブ配信が可能な日本のプラットフォーム。
Horizon Worlds	Meta 社が提供するメタバース空間。

Roblox	ゲーム開発とプレイができるメタバースプラットフォーム。
ZEPETO	スマホで簡単に 3D アバターを作成し、交流できるアプリ。
Vket Cloud	ブラウザ上で動作する日本発のメタバース開発エンジン。
XR CLOUD	法人向けのメタバースプラットフォーム。企業イベントや研修に活用。
aU Place	リアルな都市環境を再現した仮想空間で、ショッピングやイベント参加が可能。

2. メタバース制作ツール

メタバースを制作する際は、明確な利活用の目標を設定し、それに沿った必要な機能を決めて開発する。メタバースに付加する機能により、制作者に必要なスキルが異なる。大きなメタバースを作る場合、複数人で役割を分担してメタバースを制作することになる。メタバースに必要な機能を作り込める知識やスキルを持った制作者が組織として動いて、効率的に開発することが大切である。ゲームのように様々な機能が必要とされるメタバースだと、次のような知識やスキルが必要となる。

プログラミング言語 ⇒ プログラミング言語（資料 2）：メタバースを構築するためには、Java、C++、C#、PHP、Go、Python、JavaScript などのプログラミング言語の知識が必要。

3DCG* ⇒ メタバースには、3DCG で作成された世界やオブジェクトが存在するため、3DCG の知識とスキル。

グラフィックデザイン ⇒ メタバースの世界をリアルにしたり美しくしたりするため、グラフィックデザインのスキル。

ゲーム開発 ⇒ メタバースは、ゲームのような体験を提供することができるため、ゲーム開発のスキル。

ネットワーク ⇒ メタバースは、インターネット上で動作するため、ネットワークの知識とスキル。

セキュリティ ⇒ メタバースは、ユーザーの個人情報やデータを扱うシステムであるため、セキュリティの知識とスキル。

これらの知識やスキルを活かしてメタバースを制作するときに必要な機材は、ゲームのように様々な機能が必要とされるメタバースだと次のものがある。

パソコン ⇒ メタバースを制作するには、スペックの比較的高いパソコンが必要で、CPU が Core i7 以上、第 11 世代以上、メモリが 16GB 以上、グラフィックカードが NVIDIA



Unlimited
Potential

*3DCG
(3 Dimensional
Computer
Graphics) とは、3 次元空間でのデジタルグラフィックスの略称で、3 次元のデータを利用して画像や動画を生成する技術のこと

GeForce RTX 2070 以上、または、これらと同等品。

3DCG ソフト ⇒ メタバースを制作するには、3DCG ソフトが必要で、代表的なメタバース制作に適した 3DCG ソフトは、Autodesk Maya、Blender、3ds Max など。

ゲームエンジン ⇒ メタバースを制作するには、ゲームエンジンが必要で、メタバース制作に適したゲームエンジンは、Unreal Engine、Unity など。

VR ゴーグル ⇒ メタバースを体験するには、VR ゴーグルが必要で、メタバース体験に適した VR ゴーグルは、Oculus Quest 2、HTC Vive Pro 2 など。

コントローラー ⇒ メタバースを操作するには、コントローラーが必要で、メタバース操作に適したコントローラーは、Oculus Touch、Vive Wands など。(VR ゴーグルとコントローラーは、VR 対応のメタバースを制作する際に動作確認をする際に必要となる。VR 非対応のものであれば必須ではない。)

ゲームのように多くの機能が必要とされるメタバースの場合、その制作手順は次のとおりである。

プラットフォームの選定 ⇒ ユーザーに提供したい体験を具体化し、制作するメタバースの目的に必要な機能の明確化。これが実現できるプラットフォームを選定。

メタバース空間の設計 ⇒ 例えば、メタバース内に下呂温泉を再現する場合、その土地や建物の規模、機能、配置する要素を決定する必要がある。(プラットフォームにより、中に置くことができるデータサイズの制限がある。メタバースで動くアバターの最大数、設置するものの最適な値を決める。)

3D 素材の作成 ⇒ メ空間内に配置するアイテムやアバターなどの 3D モデルを制作。(ポリゴン数が多いと必然的にメタバースのワールドが重くなるので、質感を変えずにデフォルメするなど、データサイズを小さくする。)

3D 素材の配置 ⇒ 作成した 3D 素材をメタバース空間に配置。(メタバース空間を公開するプラットフォームによっては、アバターの細かな動きや、別の空間への移動方法などを設定する必要がある。)

空間のアップロード ⇒ メメタバースにアップロード。(場合によっては、Unity のゲームエンジンの SDK や、ゲーム開発に必要な各種ライブラリやツールが含まれたものを使うことが前提の場合がある。)

メタバースの構成要素は、図 14-2 に示すとおり、アプリケーション (Application)、プラットフォーム (Platform)、テクノロジー (Technology) の 3 層構造で考えることができる。



DATA
INSIGHT
NTT データ

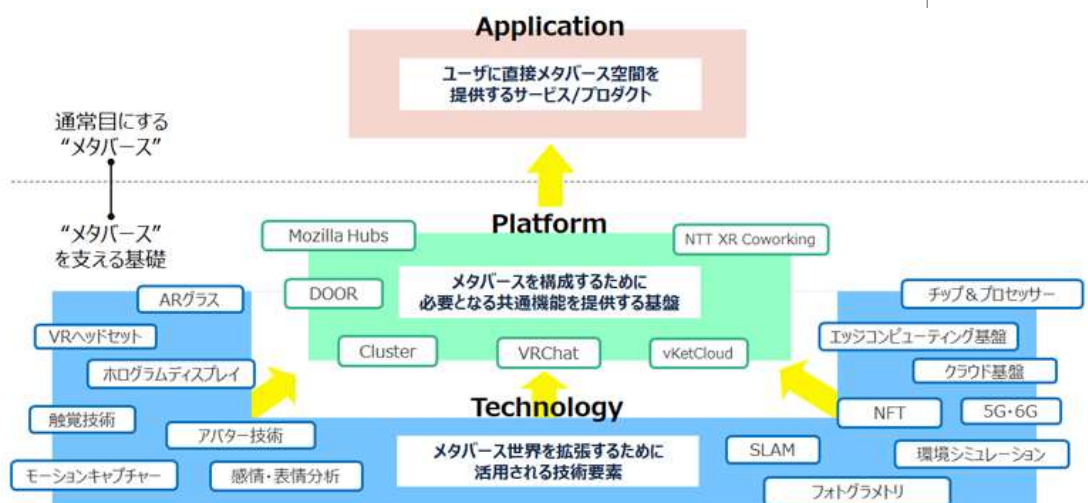


図 14-2 メタバースの構成要素 (引用: DATA INSIGHT NTT データ)

Application は、VR ゴーグル、パソコンのブラウザ、スマートフォンのブラウザから利用できる仮想空間である。ゲーム、工場見学、下呂温泉の散策、会議、打ち合わせなどの目的や活用シーンに応じて、仮想空間が作成されている。Platform は、メタバースを構成するために必要な共通機能を備えた基盤である。プラットフォームによって、利用時の対応デバイスやユーザーのアクセシビリティ、描画性能機能などが異なる。メタバースの目的や利用したい機能によって、メタバースの制作に適切なプラットフォームとソフトウェアを選ぶ必要がある。

Technology は、VR ヘッドセット、モーションキャプチャー、アバター技術などがあり、これらの技術がメタバースを支えている。

3. Web 上での 3D コンテンツ作成

メタバースの開発を手軽に行うには、blender などの DCC ツールと A-Frame などの WebVR サービスを利用する。DCC は、Digital Content Creation の略である。DCC ツール*とは、統合型 3DCG ソフトのことで、モデリング、シェーディング、ライティング、リギング、アニメーション、レンダリングなど、3DCG 制作に必要なツールが揃ったソフトである。代表的なものに、MAYA、Blender、Zbrush、3ds Max などがある。WebVR は、ブラウザ上で簡単に VR 体験ができる技術で、WebVR に対応した Web サイトを作ることできる。Mozilla が中心に開発を進めてきた技術で、特別なソフトウェアをインストールすることなく Web ブラウザで VR 体験を実現でき、VR ヘッドセットでメタバースを利用することもできる。WebVR のコンテンツは、ブラウザで利用できるコンテンツなので、デバイスに関係なく、VR ゴーグルや PC、タブレット

*DCC ツールとは、3DCG 制作に必要な機能が全て含まれたソフトウェアのことである。具体的には、モデリング、シェーディング、ライティング、リギング、アニメーション、レンダリングなどの機能がある。

PC、スマホから閲覧できる。しかし、WebVR で作ったコンテンツは、データサイズが制限され、Unity で作ったような高度なコンテンツは作ることができない。

WebVR で閲覧できるコンテンツは、3D 対応にする必要があり、Web 上で 3D コンテンツを作成する方法には、WebGL (Web Graphics Library) を使う方法と A-Frame を使う方法がある。WebGL は Web 上で 3D コンテンツを作成するための技術(図 14-3)で、Javascript のプラグインである Three.js を使用すると比較的簡単に実装できる。A-Frame は FireFox を開発する Mozilla の VR チーム MozVR によって設計された WebVR 用フレームワーク(図 14-4)で、HTML を書くような感覚で WebVR コンテンツを開発できる。Unity などのエンジンで使用されている一般的なゲーム開発パターンを取り入れながら、オーサリングツールを提供する。A-Frame は WebGL 上に構築されたフレームワークで、アプリケーション内で使える構築済みコンポーネント (モデル、ビデオプレイヤー、スカイボックス、ジオメトリ、コントロール、カーソルなど) が準備されている。WebGL は、ウェブブラウザ上でプラグインを使用せずにインタラクティブな 2 次元や 3 次元のコンピュータグラフィックをレンダリングするための JavaScript API である。この機能により、比較的簡単に Web 上で 3D コンテンツを作成することができる。なお、API(Application Programming Interface)は、ソフトウェア同士が情報をやり取りする際に使

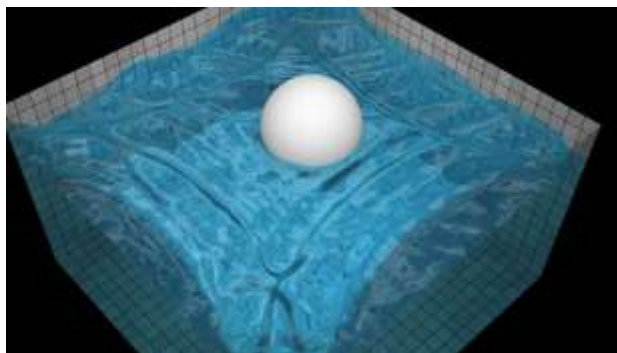


図 14-3 WebGL Water (1stWebDesigner)



図 14-4 A-Frame Animation Tutorial

用されるインターフェースのことで、アプリケーション同士が接続する際のプロトコルや接続部分の仕様を取り決めたものである。

4. メタバースの開発

高度なコンテンツが利用できるメタバースの開発には、Unity などのゲームエンジン開発環境と Blender などの DCC ツールが必要となる。また、プログラミングが必要で、プログラミング言語は、C#やC++などである。メタバースを制作のためのゲームエンジンは、Unity や Unreal Engine が利用される。Unity ではC#が、Unreal Engine ではC++が使われている。Unity を利用しているのが VRChat や Clusterなどで、Unreal Engine が使われているゲームが Fortnite などである。

メタバースは、3DCG の領域に含まれており、3DCG の制作に必要な機能が全て揃えられている DCC ツールには多くの種類がある。DCC ツールには特徴があり、代表的な DCC ツールと費用は、MAYA・3dsMax(約 28 万円)、Houdini(Houdini Core:約 27 万円、Houdini FX:約 60 万円)、LightWave(約 15 万円)、Cinema 4D(スタンドアローン版:約 45 万円)、Blender(オープンソース(無料)) である。

メタバースの開発は、要件定義→メタバース設計→プログラミング(3D アセット制作、コンポーネント開発とアタッチ)→テスト→リリースの手順(図 14-5)で行う。

開発手順

- 要件定義
- メタバース設計
- プログラミング(3D アセット制作、コンポーネント開発とアタッチ)
- テスト
- リリース



図 14-5 メタバースの開発手順

メタバースの設計では、最初に要件定義を行い、その要素は、バーチャル空間（ワールド）、オブジェクト（プロップ）、エージェント（アバター）である。バーチャル空間は、下呂温泉街、岐阜女子大学校舎などの仮想空間で、下呂温泉の土地、道路、鉄道、川、橋などである。オブジェクトは、ワールドに置く物で、メタバースの下呂温泉に置くホテルや旅館などである。日本旅館の和室を作る場合は、和室がバーチャル空間、和室の中の和机、座布団、花瓶、急須、湯飲みな

どの小物がオブジェクトになり、制作するメタバースの規模によって異なる。エージェントは、メタバース内でのユーザーの分身であるキャラクターで、形態を選ぶことができたり、ユーザーの好みの形態を制作できたりするものもある。

メタバースの開発目的は、製品設計・レビュー、人流・動線シミュレーション、ロールプレイスペース、ワークプレイス、イベント、展示会・マーケットプレイス、バーチャルライフの7つに分けられる。メタバースに置くバーチャル空間、オブジェクトを形状や質感にこだわって正確に作りこんだり、多くのエージェントが参加したりすると、データサイズが大きくなって、パソコンのスペックが高くて、エージェントが滑らかに動かなかったり、快適な操作ができなかったりする。そこで、開発目的に応じて、要素に軽重をつけて開発する。製品設計や展示会では、製品や展示物の掲示用や質感を正確に伝える必要があるため、オブジェクトを重視して開発する必要がある。遠隔地の小学生が交流する遠隔協働学習教室を作る場合は、メタバースでコミュニケーションが行われたため、掲示する資料やエージェントを重視することになる。

メタバース設計が終わったら、3Dアセットの制作に入る。制作は、デザイン、モデリング、セットアップ、アニメーションの順に行う。デザインは、目的に応じて製作する物のイメージを決めることで、下呂温泉での現地実習で、ドローンや360°カメラ、VTRなどで、動画や静止画などの資料を収集してイメージを決める。モデリングは、3Dを作成する工程であり、点・線・面を編集するポリゴンモデリング、粘土で成型するように作成するスカルプトモデリングなどの方法がある。セットアップは、モデルを動かすシステムを作る工程で、エージェントや動かしたいものの部位にボーン(骨)を入れ、モデルと関連付けるスキニングを行う。その後、アニメーションで動きを加える。コンポーネントは、オブジェクトに動作などの機能を与えることで、既存のものを利用したりプログラミングしたりする。ゲームエンジンに入れた3Dアセットに、コンポーネントをアタッチして実現する。

メタバースの開発の最後にテストを行い、使用目的、ユーザーの使い勝手、エージェントなどの動き、アバターの最大数などの観点から評価し、必要な改善を行って公開する(図14-6)。



図14-6 ガンダムプロジェクト
(バンダイナムコエンターテインメント)

メタバース開発に必要なデザイナーの職種とし、3DCG デザイナーと UI/UX デザイナーがある。3DCG デザイナーは、3DCG 技術を使用して、メタバース空間やアバターのデザイン・モデリングを行う職種である。リアルなメタバース空間、アバター、アイテム、建築物などのデザインを行う。

3DCG デザイナーは、モデラー、テクスチャリング、アニメーターなどの職種(図 14-7)に分けられる。モデラーは、アニメやゲームなどのキャラクターやアイテム、背景などを CG ソフトで立体的に作る。テクスチャリングは、Photoshop や Substance Painter などを使って、ソフトでモデリングをした物に、質感などの表現を加えるテクスチャリングの作業を行う。アニメーターは、CG に動きをつける。キャラクターや背景の然や動きをつけることで、臨場感のあるゲームの世界を実現する。CG デザイナーには、Maya や 3ds Max などの 3DCG ソフトウェアを扱えるスキルと、Photoshop、Illustrator など 2D のデザインソフトウェア両方を扱えるスキルが必要となる。



図 14-7 3DCG デザイナー（マイナビクリエイターより）

UI/UX デザイナーは、ユーザーにとって使い心地の良いシステムを提供して、顧客体験をデザインする仕事(図 14-8)である。UI デザイナーは、ユーザーと製品・サービスとの接触がスムーズにいく使いやすいデザインを実現する。ユーザーが訪問し、目的を達成できるために、どのような配置やデザインが良いのかといったユーザビリティを意識しつつ、検証と改善を重ねて最適なデザインを実現する。UI(User Interface)は、ユーザーと製品・サービスとの接点のことを指す。UX デザイナーは、ユーザー体験に焦点を当て、使って楽しい、心地いいと思われるデザインを作る。ユーザーが満足する体験を提供できるかについて考え、ユーザーインタビューやマーケティング、サイト解析などを行いながら、サービス全体の設計をデザインする。UX(User Experience)は、ユーザーが製品やサービスを使った際に得られる体験のことを指す。



図 14-8 UI Designer Vs UX Designer
(George alexandar A)

課題

1. メタバースプラットフォームについて説明しなさい。
2. メタバース制作の工程について整理しなさい。

第 15 講 3D モデリングとモーショキャプチャー

【学修到達目標】

- ・ 3D モデリングについて理解することができる。
- ・ モーショキャプチャーについて理解することができる。

1. 3D モデリング

メタバースの制作に利用するソフトウェアには、次のようなものがある。

- ・ 3D モデリングソフト：メタバースの世界を構成する 3D アセットを作成するために使用される。主なソフトウェアとしては、Autodesk Maya、Blender(図 15-1)、3ds Max などがある。
- ・ ゲームエンジン：メタバースの世界を動かすためのエンジン。主なソフトウェアとしては、Unreal Engine、Unity などがある。
- ・ モーショキャプチャーソフト：モーショキャプチャー装置を使用して、人間の動きを取り込むためのソフト。主なソフトウェアとしては、MotionBuilder、CATIA などがある。
- ・ レンダリングソフト：3D アセットを画像や動画に変換するためのソフト。主なソフトウェアとしては、V-Ray、Corona Renderer などがある。
- ・ エディタソフト：メタバースの世界を編集するためのソフト。主なソフトウェアとしては、Roblox Studio、Unity Editor などがある。

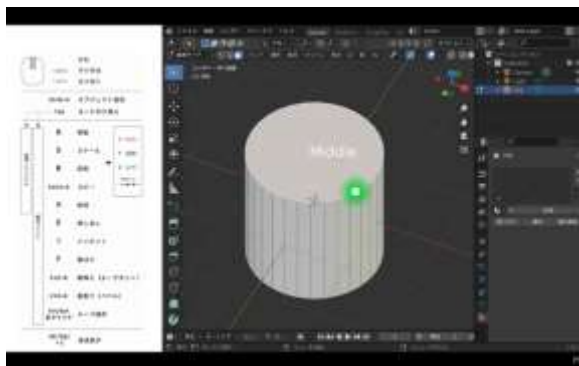


図 15-1 Blender

モデリングとは、形成や造形を意味する言葉で、立体物を形成することである。モデリングの

プロセスを3次元グラフィクスで行うことを3Dモデリング(図15-2)という。モデリングでは、模様や質感は表現せず、形状を決める。モデリングにはいくつかの種類があり、代表的なものに、ポリゴンモデリング、スカルプトモデル、CAD、曲面モデリングがある。

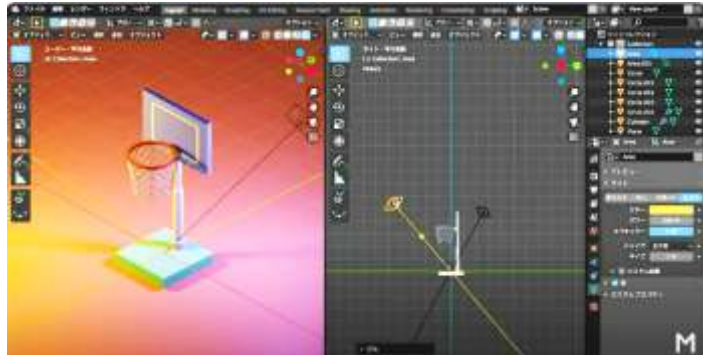


図 15-2 モデリング (M design)

ポリゴン(Polygon)は、多角形のことで、ポリゴンモデリングは、多角形を組み合わせる立体を作る手法(図 15-3)である。よく用いられるモデリングの手法である。頂点(ポイント)と、頂点を結ぶ直線(エッジ)で定義される。ポリゴンの内側部分のエリアを面(フェイス)、ポリゴンの集合体をポリゴンメッシュという。点、線、面の構造で作られているため、基の形を忠実にモデリングしやすい。多角形で構成されるため、角ばりやすい。ソフトウェアによって、表面をなめらかにすることはできる。

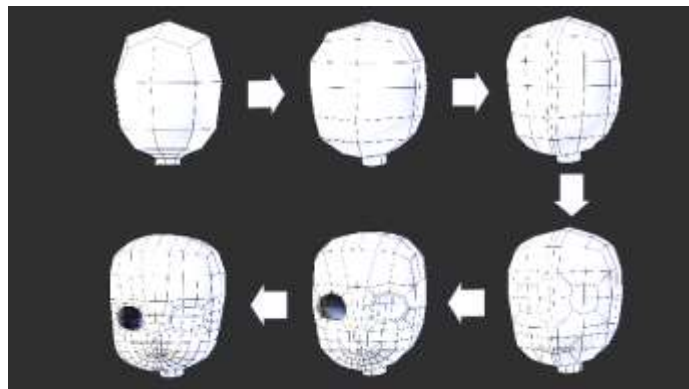


図 15-3 ポリゴンモデリング (榊樹@polymaple)

スカルプトモデリングは、粘土をこねて立体的に表現する方法である。粘土で形成するような手法のため直感的にモデリングしやすい。制作には主にペンタブを用いるため、ペンタブの筆圧で凹凸を表現でき、リアルな質感や複雑な形を表現しやすい。ポリゴンモデルではできない複雑な形状も簡単に作れる。そのため、ポリゴンモデリングで制作後、スカルプトモデリングで凹凸

を加えたり滑らかにしたりする。顔や人体、布、樹木、石などの不規則な形状のモデリングに利用(図 15-4)される。



図 15-4 スカルプトモデリング (Rhinogold)

コンピュータ上で図面などの作成を行う CAD (Computer Aided Design) を利用したモデリングもある。自動車、飛行機などの工業製品、家電製品などのモデリングでよく使われており、素材を正確なサイズでモデリングする場合や、宇宙船、メカなどの制作に向いているモデリング手法(図 15-5)である。設計物の形状や構造を 3D データで直感的に把握できることがメリットである。



図 15-5 CAD データを制作 (Rhinogold)

曲面モデリングは、スプライン曲線、NURBS 曲線など、数学的にあらわされるカーブ (曲線) を使う方法である。ポリゴンモデリングに比べて少ない情報量で曲線を引けるので、曲線のみで構成される形状のモデリング(図 15-6)に向いている。しかし、曲線状ではない形状のモデリングには向いていない。



図 15-6 曲面モデリング (Rhinogold)

2. 3D モデリングの表現方法

3D モデリングには、ソリッドモデル、サーフェスモデル、ワイヤーフレームの表現方法がある。中身が詰まっている状態を認識するのがソリッドと呼ばれる表現方法で、中身が空の状態では表面だけを認識するのがサーフェスと呼ばれる表現方法、中身も面もなく枠だけを表示するのがワイヤーフレームと呼ばれる表現方法(図 15-7)である。コンピュータ上での処理では、ワイヤーフレームが最も軽い。これらを目的に応じて使い分けることになる。

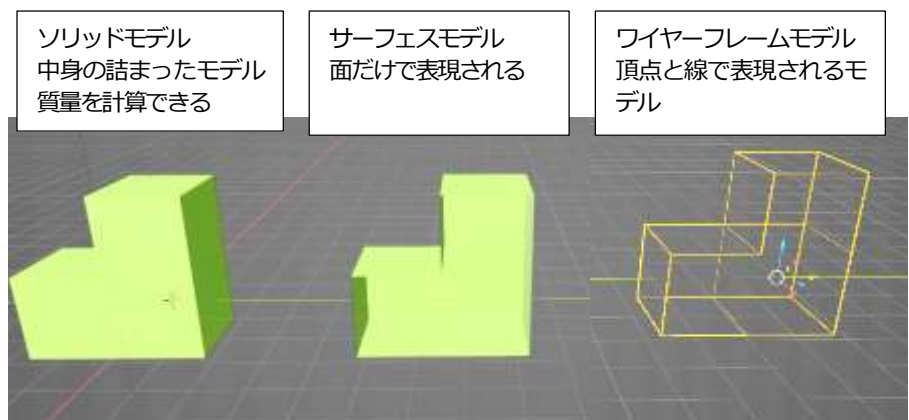


図 15-7 3D モデルの種類

中身が詰まっていて体積の情報がある立体をソリッドモデルといい、ソリッドモデルではすべての面が閉じられていて、完全な立体となっている。体積があるため、立体の重心の位置を求めたり、断面図を作ったり、使用する材料の密度を設定して質量を求めたりできる。現在の機械用 CAD の多くはソリッドモデルが採用されており、直方体、円柱などのシンプルな形状を作るときに適している。

サーフェスは表面や面の意味で、サーフェスモデルは立体物の表面の作成を行うモデリングである。立方体の 3D モデリングの場合、立方体は 6 面で構成されているため、6 つの正方形を組み合わせて立方体をつくる。面には厚みがないが、最終的に厚みをつけたり、中身を閉じてソリッ

ドに変換したりもする。サーフェスモデルは、ソリッドモデルでは処理できないような複雑な形状のモデリングに向いている。

ワイヤーフレームは、立体の形状を頂点と線で表現したモデルで、ワイヤー（線）とフレーム（骨組み）だけ使って立体を表現することから、ワイヤーフレームと呼ばれる。構造をはっきりと視覚化し、インターフェースの特徴を明確にでき、デザインにおける問題や見落としなどを発見しやすく、データサイズが小さく作れることから多く用いられてきた。1970年代に初めて使われてきたのがこのワイヤーフレームで、その後、サーフェスの表現方法やソリッドの表現方法が生まれてきた。モデリングの工程でワイヤーフレームが使われ、途中からサーフェスの表現方法に変換されたり、ソリッドの表現方法に変換されたりして、利用されている。

設計などのモデリングでは、ソリッドモデルとサーフェスモデルをうまく使い分けると、効率化と質の向上につながる。サーフェスは、いくつかの面からなる形状のものや、複雑な曲面を持つものを表現する場合に向いている。家電の外装部分の設計や自動車のボディーのデザインに使われ、サーフェスで作成したモデルを、最終的にソリッドへと変換し、厚みや質量を持たせる手法が取られる。その方法としてサーフェスに厚みを持たせる方法があり、形状をサーフェスで作り、それを厚くしてソリッドにする。または、直方体などの立体にサーフェスを差し込み、サーフェスによって削り取る方法があり、差し込むサーフェスに任意の曲面を持たせておくことで、削り取った後にその形状を出すことができる。さらに、2つ以上のサーフェスによって閉じた空間を作り出し、中身を詰めてソリッドに変換する方法もある。

3D モデリングの代表的なソフトウェアは、Blender、3ds Max、Sculptris、SketchUp、Tinkercad などがある。

Blender は、無料のソフトウェアで、モデリングからレンダリングまですべての 3DCG の工程で利用できる総合型ソフトである。外部のアドオンの豊富で、インターネットからインストールすることができ、3D データをインポートすることができる。bled ファイルを入出力したり、glb ファイルをエクスポートしてメタバースプラットフォームに読み込ませたりすることができる。使い方をまとめた動画やサイトが多く、それらを参考にしながら使うことができる。

3ds Max は、Autodesk の 3DCG 制作ソフト(図 15-8)で、アニメ「鬼滅の刃」の制作に使われた。ゲーム、アニメ、映画、モーショングラフィックスなど、多くの業界で使われている。3ds Max はプラグインが数多くあり、これらを組み合わせて目的とするモデリングを行うことができる。



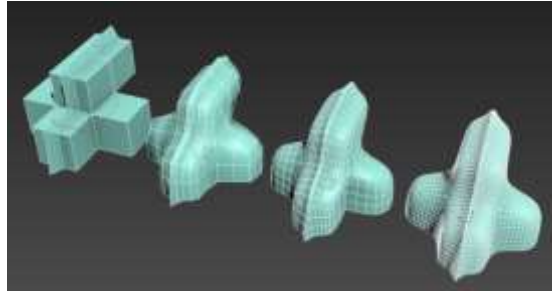


図 15-8 3ds Max (Autodesk)

スカルプトモデルを無料で作成できるのが Sculpttris で、初期画面に表示された球体を、粘土をこねるように目的とする形状に形成するソフトウェア(図 15-9)である。直感的で、使いやすく、細部まで作り込めるのでクオリティの高い 3D モデリングが可能である。英語のほかに日本語のマニュアルも配布されている。



Sculptris



図 15-9 SCULPTRIS

建築物やインテリアのモデリングに適しているのが SketchUp(図 15-10)である。有料版と無料版があり、無料版ではクラウド上にある 10GB のストレージが使える。直感的な操作が可能なソフトウェアで、間取りや家具、インテリアなどのモデリングが容易である。



SketchUp



図 15-10 SketchUp

Tinkercad は、無料で使える 3D モデリングのソフトウェアで、ブラウザ上で使うことができる。直感的に使いやすいインターフェース(図 15-11)である。英語表記であるが、日本語表記に変更できる。



図 15-11 SketchUp (Craftcloud)

写真を元に、自動で 3D モデリングを行う無料ソフトウェアが Smoothie-3D(図 15-12)で、写真を読み込み、画像の上をマウスでなぞるだけで、パーツごとにモデリングできる。写真の質感などをそのまま読み込めば、リアリティあふれる 3D モデルができる。



図 15-12 Smoothie-3D

3. モーションキャプチャー

モーションキャプチャーは、3DCG を制作する手法の一つで、制作したい人や物などにセンサーを取り付け、動きを測定してコンピュータに取り込む技法である。CG の動きのデータ作成に利用されたり、シミュレーションに用いられったりする。ソフトウェアでデータを処理することで、人の動きをリアルに再現したり、モノの動きを正確にシミュレーションしたりできる。動きをデジタル化できるので、映画やアニメーション、ゲームなどの映像制作のキャラクターのリアルな動き、自動車部品や機械製品の動きや振動のデータ化、スポーツバやリハビリテーション等の医療分野における身体の動きのデータ収集などで利用(図 15-13)されている。



Tinkercad



Smoothie-3D



図 15-13 現実の動きをそのままアニメーションに変換できる無料サービス
(Plask)

キャラクターのリアルな動きを作る事例として、岐阜女子大学メタバースクラブでは、キャラクターの動きとテキストで、日本文化の発信を行っている。岐阜女子大学メタバースクラブは、下呂市での現地調査を行い、海外の人に温泉でのマナーや日本食の食べ方などをわかりやすく伝える必要があることがわかった。そこで、海外の旅行者に向けて、温泉の入り方や和室での過ごし方などのマナーを、旅行者の母語の違いにかかわらず、キャラクターの動きで誰にもわかりやすく伝えることにした。キャラクターの動画作成には、2D モーフィングソフト、アニメーションソフト、3D モデリングソフト、動画生成 AI 等の方法がある。これらの方法には、それぞれ特徴があり、和室での人の自然な動作、箸を使って和食を食べるなどの細かい指の動作を表現に適した方法として、モーションキャプチャーがある。そこで、モーションキャプチャーを利用(図 15-14)して、和室を歩く、かけ湯をするなどの動画を作ることにした。



図 15-14 モーションキャプチャーで動きを作る
(岐阜女子大学メタバースクラブ)

キャラクターの動きを作るには、次のような手順となる。最初に、モーションキャプチャーの構想を作る。動画のボリューム、ストーリー、物語の舞台や世界観、登場するキャラクターの人数、アイテムなどのデザインなどを決める。

次に、ストーリーに沿って、簡単に絵を描いてキャラクターの動きの絵コンテを制作する。絵

コンテに記載する主な内容は、シーンごとの構図、キャラクターの動き方、カメラワーク、セリフや効果音などの情報、カットの秒数などを決める。絵コンテには、わかりやすく最低限必要な情報を入れる。

ストーリーに合ったキャラクターを決める方法として、VRoid Studio で作った 3D モデルを利用する方法がある。VRoid Studio では、パーツのプリセット選択、パラメーター調整、カラー指定をしてアバターを作成する。プリセットとは調整されているパーツのことで、VRoid Studio には、顔パーツや髪型、衣装などの様々なプリセットが用意されている。パラメーター調整では、スライダーで調整するか、数値入力でパラメーターを調整して、各パーツを微調整できる。数値入力ではスライダー外の範囲まで指定できる。スライダーでは足りない場合やマイナス方向に調整したい場合に利用する。カラー指定で、髪や肌、服の色を変更することができる。パーツを指定して画面右のカラーで調整する。カラー指定の方法は、カラーパレットで実際の色を見ながら視覚的に調整、カラーピッカーで指定の場所から色をコピー、カラーコードで RGB 値を入力することで、指定することができる。VRoid Studio でキャラクターを作成したら、撮影・エクスポート の 右側の エクスポート ボタンを押すと、.vrm 形式のファイルを生成できる。人型 3D データ用ファイルフォーマット VRM は、人型の 3D アバターの細かなモデルデータの差異を吸収統一し、アプリケーション側の取り扱いを容易にする事で、複数のアプリケーション間で同じ 3D モデルを取り扱うことを可能とした規格である。

キャラクターが動く和室や、温泉などの物語の舞台は、blender で制作した。初めに、和室の平面図を作り、Blender にインポートして、下図とする。下図に沿って、壁を立ち上げ、障子や戸などの建具を作り、床には畳を作った。壁に装飾を加えて、モデリングとした。次に、マテリアルを作成し、建具、畳、柱などに色を付け、ライティングした。このようにして作った和室を glb ファイルとして保存する。glb ファイルは、3D モデルを保存するためのファイル形式の一つである。glTF フォーマットのバイナリ版で、glTF ファイルよりもファイルサイズが小さく、読み込み速度が速い。glTF は、3D モデルを表現するためのオープンフォーマットで、様々な 3D アプリケーションで利用されている。blender で制作した glb ファイルをメタバースプラットフォームが読み込んで、メタバースに和室を置くことができる。

glb ファイルをモーションキャプチャー用のソフトウェアに読み込んで、画面内の和室で、キャラクターを動かすことができる。キャラクターの動きは、演技者の体に付けたセンサーの位置をカメラで読み取る。演技者は、センサーを頭、腰、足と、ひざ、ひじなどの関節に付け、センサーのついたグローブをはめて、演技する。岐阜女子大学メタバースクラブが製作した「畳の歩き方：和室では、

畳縁(たたみべり)を踏まないように、畳の真ん中を歩くように意識しましょう。」では、画面に映ったキャラクターを確認しながら、演技(図 15-15)する。床には、畳縁の位置に印をつけるなどして、印を目安に脚の運び方などの動きを決める。視線を上げて前方を見る、ゆっくり動くなどの演技に気を付けながら、繰り返し演技して、画面を録画する。画面内のカメラの位置を変えることができ、記録済みのキャラクターと同時に画面に出すことなどができるため、ストーリーに応じて、わかりやすい動画を作成(図 15-16)することができる。



図 15-15 センサーを付けて仮想空間の和室でキャラクターを動かす



図 15-16 和室でキャラクターを動かす

4. モーションキャプチャーの種類

モーションキャプチャーの種類には、光学式、慣性式、ビデオ式（画像式）などがある。

光学式モーションキャプチャーは、複数台のカメラを使ってマーカ―の位置をトラッキングするシステム(図 15-17)で、位置精度が高く、人や物の動きのキャプチャーに利用される。光学式モーションキャプチャーのカメラは赤外光を照射



図 15-17 光学式 (SPACE)

し、再帰性反射材でできているマーカーから戻る光をとらえて、マーカーの位置を測定する。カメラは、一定以上の白さを持つ画素の部分とそれ以外の部分を2値化し、重心の位置 (X,Y) を算出する。複数台のカメラの位置情報を組み合わせて、マーカーの3次元の位置を算出することができる。光学式には、マーカーが赤外線を出すものもある。光学式は、位置精度が非常に高いため、ハリウッド映画のCG制作、ハイクオリティなVtuberの作るキャラクター、ドローンなどの機械の制御に用いられる。

慣性式モーションキャプチャーは、体に装着した慣性センサーから得た加速度・角速度・方位の情報を骨格モデルに当てはめることで体の動きを計測(図 15-18)する。動きを検知する慣性センサーとして、加速度計、角速度計(ジャイロセンサ)、地磁気計、気圧計がある。加速度計では直線的な動きの方向と量を測定し、角速度計では、回転した動きの方向と量を測定、地磁気計では地球をとりまく地磁気を検出して方角を測定する。慣性式モーションキャプチャーは、体に付けたセンサーからデータを取得するため、カメラや他の機材を設置する必要がなく、屋外での人の動きの計測などに利用される。体の各部位に慣性センサーを装着し、各センサーから加速度・角速度・方位情報を得る。えられた情報を骨格モデルの各セグメント(骨)とジョイント(関節)の動きに置き換えることで骨格モデルの位置(position)・姿勢(rotation)のデータを取り出す



図 15-18 慣性式 (SPACE)

ことができる。

ビデオ式モーションキャプチャーは、複数台のカメラを使って人の動きをトラッキングするシステム(図 15-19)で、マーカーをつけなくても計測できる。ビデオ式では、複数台のカメラやハイスピードカメラで光学式と同じくキャリブレーションを行う。撮影された画像から対象物と背景を分離させてシルエットを抽出し、抽出されたシルエットを基に自動で骨格モデルを作成する。3D ジョイントの位置と角度を抽出して、関節角度などのデータを得る。マーカーやセンサーが不要なため、スポーツ選手やリハビリ中の被験者など体に負担なく計測ができ、スポーツコーチングやトレーニング分野で導入されている。顔の表情をトラッキングする時はビデオ式のフェイシャルキャプチャを使うことが一般的で、光学式や慣性式で得た全身のモーションデータと組み合わせて使用することもできる。



図 15-19 ビデオ式 (SPACE)

課題

1. 3D モデリングについて説明することができる。
2. モーションキャプチャーについて説明することができる。

- 資料 -----

メタバースと法律

メタバースは、さまざまな産業で活用され、コンテンツビジネスにゲームチェンジをもたらす可能性がある。同時に、従来の法律が想定する範囲を超えてビジネスが展開されることになり、メタバースにおけるユーザー保護、コンテンツホルダーの権利保護の観点からも、その前提となる法的課題の整理は不可欠である。「知的財産推進計画2022」（知的財産戦略推進本部決定）は、コンテンツ等をめぐりメタバース等がもたらす新たな法的課題に対応するよう、有識者等による検討の場を設置して、課題把握や論点整理を進めるとともに、関係省庁・民間事業者が一体となって、ソフトローによる対応を含め、必要なルール整備について検討する施策を示した。これを受け、①民間事業者・団体等の関係者、②法律、コンテンツその他の関連分野の有識者、③関係省庁担当者等からなる「メタバース上のコンテンツ等をめぐる新たな法的課題への対応に関する官民連携会議」が設置(図 16-1)された。官民連携会議では、現実空間と仮想空間を交錯する知財利用、仮想オブジェクトのデザイン等に関する権利の取扱い、アバターの肖像等に関する取扱い、仮想オブジェクトやアバターに対する行為、アバター間の行為をめぐるルールの形成、規制措置等の取扱いが、主要な検討課題として、当面の論点整理を進めることとされた。官民連携会議の検討の結果、今後、新たな法律が施行されたり、指針が示されたりすることが予想される。以下に述べるメタバースと法律は、2023年5月現在の解釈であることに留意されたい。

メタバースでの経済活動や交流の特徴として、仮想通貨、DeFi、NFT、DAO などを用いて取引が行われ、デジタル上の価値を取扱うことがある。また、非対面で、簡単に海外の人々との取引ができ、アバターを介するため匿名性が高いことなどがある。メタバース上にデジタルの商品を展示し、NFT で所有権を管理して仮想通貨で支払うという取引や、アバター店員がデジタルの商品について音声で説明してクレジットカードで支払うといった取引が想定される。メタバースでの経済活動や交流には、現実社会のルールやマナーが適用される。メタバースでの経済活動やアバターを通じた交流が行われるようになるとトラブルが予想される。トラブルを防止し、安



知的財産戦略本部



メタバース上のコンテンツ等をめぐる新たな法的課題等に関する論点の整理

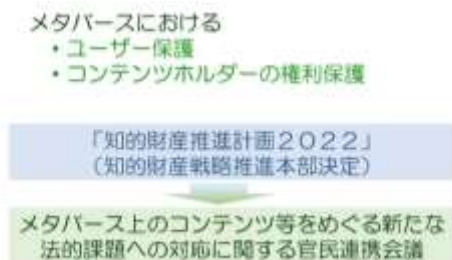


図 16-1 法的課題の整理



電子商取引及び
情報財取引等に
関する準則

全・安心な経済活動や交流を行うには、現実世界の法規制が適用(図 16-2)される。

メタバースにアバターの衣装などのアイテムが販売されていて、気に入ったアイテムを仮想通貨で購入する場合、アイテムは現実世界の物ではないので、民法上の所有権の対象とはならない。アイテムの取引は、ブロックチェーン上に売買が記録されるので、所有権ではなく利用規約に基

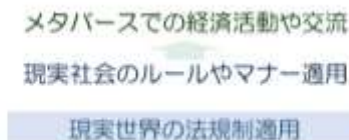


図 16-2 メタバースでの経済活動や交流

づくアイテムの利用権の取引(図 16-3)となる。そして、購入者は、購入したアイテムをメタバースのアバターの衣装などとして使い続けるので、法的保護が必要となる。アイテムを利用できるメタバースが閉鎖されたり変更されたりして、アイテムが利用できなくなった場合、アイテムのサービス提供義務の債務不履行があると判断され、損害賠償責任が発生する可能性があると考えられる。



図 16-3 利用規約に基づくアイテムの利用権の取引

メタバースに土地を作り、土地を販売するサービスがある。購入者は、購入した土地に商店を作ってデジタルの商品を販売したり、イベントを行ったりする。購入したメタバースの土地は、現実世界の土地ではないため、民法上の所有権はなく、土地の購入者が購入したのは利用規約に従った利用権(図 16-4)である。この土地を担保にしたり、他の人に貸したりすることもできる。担保の場合、メタバースの土地の利用権が担保になる。賃貸の場合、現実世界の土地ではないため、借地借家法は適用されない。ただし、これらはメタバースに土地を作って販売するサービスを提供し



図 16-4 利用規約に従った利用権の取引

ている企業が設定した規約に適合している必要がある。

メタバースでの取引に関しては、電子消費者契約に関する民法の特例第三条*が適用される。特例第三条の適用により、メタバース上の商店で、たくさん展示してあるアバターの衣装を選ぶときに、誤って隣のボタンをクリックして別の衣装を購入しても、購入を取り消すことができる(図 16-5)。このような間違いを防ぐため、メタバースの商店は、多くの EC サイトが行っているように、購入前にクリックした商品の画像を提示して訂正できる仕組みを取り入れたり、クリックする際に購入する意思表示となることを購入者が認知できる仕組みを取り入れたりする必要がある。

* (電子消費者契約に関する民法の特例) 第三条 民法第九十五条第三項の規定は、消費者が行う電子消費者契約の申込み又はその承諾の意思表示について、その意思表示が同条第一項第一号に掲げる錯誤に基づくものであって、その錯誤が法律行為の目的及び取引上の社会通念に照らして重要なものであり、かつ、次のいずれかに該当するときは、適用しない。



図 16-5 民法の特例第三条の適用

- 資料 -

トラブルへの対処

メタバース上の商店で取引を行う際に起こりうるトラブルへの対処として、「電子商取引及び情報取引等に関する準則、令和4年4月、経済産業省」が根拠とされる。例えば、メタバースを利用した取引で、トラブルが生じた場合、メタバースを運営するプラットフォーム事業者の責任が問われる場合(図 16-6)がある。

メタバースを運営するプラットフォーム事業者について「電子商取引及び情報取引等に関する準則 I-8-1 ユーザー間取引に関するプラットフォーム事業者の責任」には、次の記載がある。

(1) プラットフォーム事業者が取引に実質的に関与しない場合

①原則：プラットフォーム事業者はユーザーに対して責任を負わない

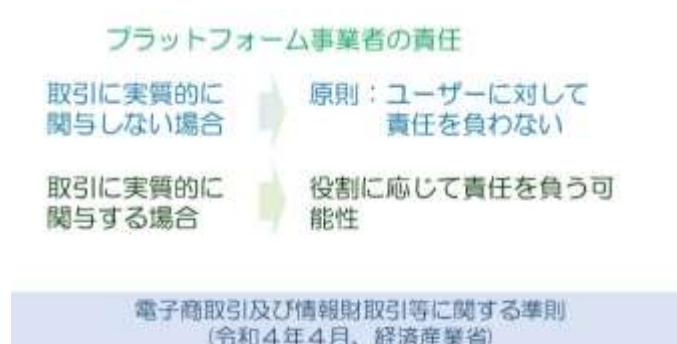


図 16-6 プラットフォーム事業者の責任

プラットフォーム事業者が、単に個人間の取引仲介システムを提供するだけであり、個々の取引に実質的に関与しない場合は、ユーザー間の取引によって生じた損害について、プラットフォーム事業者は原則として責任を負わない。

②例外：例えばインターネット・オークションにおける出品物について、警察本部長等から競りの中止の命令を受けたにもかかわらず、オークション事業者が当該出品物に係る競りを中止しなかったため、落札者が盗品等を購入し、盗品等の所有者から返還請求を受けた場合などについて、損害賠償義務を負う可能性がある。

(2) プラットフォーム事業者が取引に実質的に関与する場合

プラットフォーム事業者が、自らが提供するシステムを利用したユーザー間取引に、単なる仲介システムの提供を越えて実質的に関与する場合は、その役割に応じて責任を負う可能性がある。

(責任を負う可能性がある例)

- ・インターネット・オークションにおける出品物について、警察本部長等から競りの中止の命令を受けたにもかかわらず、オークション事業者が当該出品物に係る競りを中止しなかったため、落札者が盗品等を購入し、盗品等の所有者から返還請求を受けた場合
- ・インターネット・オークションやフリマサービスにおけるブランド品の出品等に関し、プラットフォーム事業者がユーザーから電話で申込みを受け、当該ブランド品をプラットフォーム事業者宛てに送付してもらい、プラットフォーム事業者がユーザー名で出品行為を代行し、出品に伴う手数料や落札に伴う報酬を受領する場合

(責任を負わないと思われる例)

- ・ユーザーの信頼が取引の相手方であるユーザーに対するものであり、プラットフォーム事業者は「場の提供者」としての役割のみを行っている状況で、取引の相手方のユーザーの詐欺、

倒産、不良品販売等が発生した場合

AI が簡単に利用できるようになり、メタバースに AI を組み込んで、ゲームエンジンとして利用したり、メタバース上の商店の注文受付に利用したりすることある。また、ユーザーの AI スピーカーを利用したメタバースの利用も想定される。AI スピーカーを利用した注文受付の場合、誤発注が生ずる可能性がある。AI スピーカー利用の場合、「電子商取引及び情報財取引等に関する準則 I-11-1 AI スピーカーが音声を誤認識した場合」に記載がある。

1. 考え方

発注者が実際には注文を行っていないケースでは、法律行為としての注文の意思表示はなかったと解釈されるので、AI スピーカーを通じた契約は成立していない(図 16-7)。事業者としては、契約が成立しない事態を防ぐために、AI スピーカーが認識した注文内容をユーザーに通知し、ユーザーから確認が得られた場合に注文を確定するという確認措置を講じることが有用である。

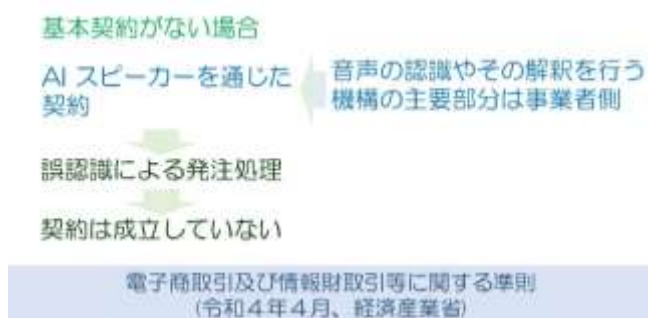


図 16-7 AI スピーカーを通じた契約

2. 説明

(1) 基本契約がない場合に想定される法律関係

AI スピーカーとともに当該 AI スピーカーを介したサービスを提供する事業者は、多くの場合、ユーザーが利用を開始する際に、利用規約に基づく基本契約をユーザーとの間で締結するものと思われるが、まず基本契約がなかったときに、事業者とユーザー間の法律関係がどうなるのかを検討する。

AI に法人格を認めるような法律は現時点で存在しない。したがって、AI スピーカーに独立した法人格が認められるわけではなく、事業者に対し契約の申込み又は承諾の意思表示を行っているのはそのユーザーであって、ユーザーの契約の申込み又は承諾の意思表示を受けているのは事業者であり、そのようなユーザーの意思表示が AI スピーカーを通じて行われ

たものと解釈されることになる。

AI スピーカーは、多くの場合ユーザーの家庭や事業所等、ユーザーの支配下にある場所に置かれている。そこで、一見すると、AI スピーカーの機構もユーザーの支配下にあり、比的に言えば、AI スピーカーは「ユーザーのエージェント」（ユーザー側の意思表示の道具）であるかのように見え、その誤動作や不具合により生じたトラブルについては、AI スピーカーを支配下に置くユーザーにその責任が帰属するようにも思われる。しかし、少なくとも現在市場に投入され、又は投入されつつある AI スピーカーは、インターネットに接続され、音声の認識やその解釈を行う機構の主要部分は事業者側に存在している。また、ユーザー側がシステムの修正や入れ替えを自由に行うことはできない。このような形態の AI スピーカーは、事業者が取扱説明書等で示している環境や設定等に従って使用されているときは、事業者の支配下にある事業者側の注文受付端末と解釈すべきであり、「ユーザーのエージェント」と解釈すべきではない。

とすると、事業者の提供する AI スピーカーが、例えばテレビの音声や子供の声を認識して発注処理をした場合、発注者による発注の意思表示と解釈できる行為がないので、当該注文による契約は成立していない。

メタバースには、現実環境の建物などの外観を再現する。再現方法は、3D モデリングソフトを使ったり、ドローンで撮影した写真を点群データにして 3D で建物を再現したり、3D スキャンでデータ化して再現したり、GIS データを利用して市街を作ったりする。その際、3D モデリングソフトで正確に建物の外観を再現したり、オブジェクトに画像テクスチャーを張り付けたりして、他者のデザイン等や標識の取り込みも生じることがある。その際、他者の知的財産権の侵害とならないかが問題となる。メタバースに、設計者の許諾を得ないで、市の図書館を再現した場合、図書館の設計者の著作権などの侵害にあたるのかについて考えてみる。図書館が意匠登録**されていた場合、メタバース上に再現した図書館は、意匠登録された用途・機能に従った使用ではないことから、意匠権は及ばないと判断される(図 16-8)ことが多いと考えられる。

** 意匠登録とは、新しく創作された意匠を創作者の財産と位置付け、その保護と利用のルールについて定めることにより、意匠の創作を奨励し、産業の発展に寄与することを目的とした制度である。意匠登録を受けるためには、保護を受けようとする意匠について、特許庁に意匠登録出願をし、意匠登録を受ける必要がある。

著作権との関係では、著作権の保護対象となるデザイン等の著作権等の取扱いが問題になる。デザイン等が著作物と認められる場合、当該デザイン等を取り込み、ネット上に公開する等の行



図 16-8 知的財産の侵害

為は著作物の利用（複製、公衆送信など）に当たる。このような著作物利用については、著作権の権利制限により円滑化されているが、当該権利制限の対象とならないものは、原則として、著作権者の許諾を受けることが必要となる。著作権者の意に反して著作物又は題号の変更、切除その他の改変を行った場合には、一定の場合を除き、著作人格権（同一性保持権）との関係が問題となる場合がある。

公開の美術の著作物・建築の著作物の再現の場合、著作権法第46条では、「美術の著作物でその原作品が前条第2項に規定する屋外の場所に恒常的に設置されているもの又は建築の著作物」は、一定の場合を除き、「いずれの方法によるかを問わず、利用することができる」とされている。これにより、一般的な往來みの再現等について、著作権の利用許諾を得ずに利用することが可能となり得る。ただし、許諾なしに利用できるのは、①その「原作品」が「一般公衆の見やすい屋外の場所」に恒常設置されている「美術の著作物」、及び②「建築の著作物」とされる。メタバースに建物を作る場合、許諾を得て制作することが望まれる。岐阜女子大学メタバースクラブは、メタバースの下呂温泉に市役所や39軒のホテルを建てているが、下呂市やホテルの許可を得たうえで、建物を撮影し、データを収集して制作している。

付随対象著作物の利用（いわゆる「写り込み」）に係る著作権の権利制限規定（著作権法第30条の2）として、「事物の影像又は音を複製し、又は複製を行うことなく伝達する行為」（複製伝達行為）を行うに当たり、その対象となる事物等に付随する事物等に係る著作物（付随対象著作物）の利用は、それが軽微であり、正当な範囲内であって、著作権者の権利を不当に害しない限り、許諾なく行うことができるものとしている。著作物の種類や設置場所を問わずに適用されることとされており、これにより、軽微性その他の要件を満たせば、現実環境のCG化等に関しても、メインの被写体に付随して取り込まれる様々な著作物の利用が可能(図16-7)となる。

メタバースでは、アバターが接近すると対象の影像が大写しになる。付随対象著作物の要件と

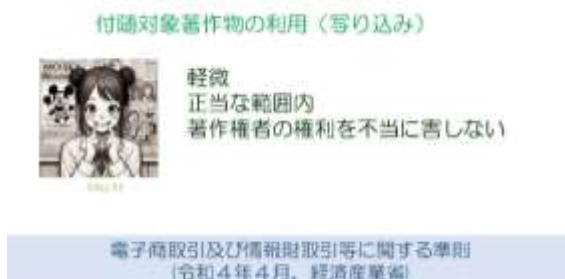


図 16-9 付随対象著作物の利用（写り込み）

される軽微性の該否判断は、「当該著作物の占める割合…その他の要素に照らして」、軽微な構成部分となるか否かによって判断するものとされている。メタバースの場合、空間内でアバターが移動し、アバターが接近した対象の影像は、画面内に大写しされる設計となっているため、このようなものは付随対象著作物とされないのではないかと心配する声が、事業者等の中にある。この点については、例えば、映像の場合には、画面上に著作物が大きく写るような場合であっても、映る時間が短い場合には、軽微であると評価されることもあろうとされており、メタバースの場合にも、接近すれば大写しになるとしても、メタバース空間全体の中の割合からみれば軽微と評価できる場合が、一般的には多いのではないかと想定される。ただし、この点は、複製伝達行為がどのような場面で行われるのかによっても判断が変わり得るほか、当該部分が大写しになるように敢えて作り込む場合などは、付随対象物の利用とは次元が異なり、別の取扱いがなされるものと考えられる。

