

ICT を活用した障害のある児童生徒等に対する指導の充実
(文部科学省著作教科書のデジタルデータを活用した指導の実践研究) 成果報告書

受託団体名

国立大学法人信州大学

1. 事業の実績

(1) 開発しているアプリケーション等

【ハンズフリーのオーディオガイド】

開発しているアプリケーションは、視覚障害者用のオーディオガイド機器となる。視覚障害を持った生徒がハンズフリーで美術鑑賞を行えるシステムであり、展示作品の前に移動すると、近距離無線通信を使い、自動で作品の音声ガイダンスが骨伝導ヘッドホンを通じて流れるものである。教員の介入を極力抑え、展示テーマを自らの足で探索して学ぶ体験型学習を提供する。

対象障害は、視覚障害（弱視含む）となる。

また、搭載している支援機能は、①に相当し、生徒自身による学習を支援するものにあたる。

開発の進捗率は、現時点で 100%となり、去年の残件であった、展示作品の前に来たことを検知する位置検知機能とオーディオガイドの再生開始機能の開発が完了し、本オーディオガイド機器の全機能が完成した。

【デジタル教材アプリ】

開発しているアプリケーションは「美術作品鑑賞デジタル教材」であり、対象は弱視および全盲の学習者である。児童生徒の自立的な学習を支援するものであり、弱視および全盲の学習者向けにユーザーインターフェースが配慮された音声および美術作品画像を含むコンテンツを再生する美術作品鑑賞機能を搭載している。

支援機能の詳細：「美術作品鑑賞デジタル教材」はインターネットから利用できるWebアプリケーションであり、Apple社製iPadの対象機種種のWebブラウザを使って閲覧するものである。学習者は、「いろいろな風景」、「日本の神話と作家の想い1」、「日本の神話と作家の想い2」、「耳をすまそうー東京富士美術館のコレクションより」の4つのストーリーそれぞれについて複数の作品を鑑賞することができる。各ストーリー画面に入ると、5、6点の作品が並んでおり、順に鑑賞を進めていくことができる。連続スライドショーでの再生は、音声解説付きである。

美術作品鑑賞デジタル教材には、ログイン名とパスワードを使って対象者のみアクセスすることができる。アプリケーション内では、操作するボタンを大きく、見やすく、触りやすくする工夫がなされており、配色は明るい背景または暗い背景の2種類を選ぶことができる。各作品の画像は2本指のピンチ操作で直感的に拡大・縮小が可能で、最大16倍の大きさに拡大して細部を観ることができる。また、iPad標準装備のVoiceOver機能を有効にすることで画面の操作を逐一、音声による説明が流れるよう配慮されている。

開発の進捗率： 100%

【オーディオガイド及びアプリケーションの利用について】

完成したハンズフリーのオーディオガイド及びアプリケーションの利用については、信州大学WEBサ

イトにて鑑賞学習用教材として広く周知している。

<https://www.shinshu-u.ac.jp/faculty/education/news/news/ict-1.php>

機器貸出やアプリに関する相談は、信州大学教育学部にて受け付けている。

メールアドレス：eduweb※shinshu-u.ac.jp

※を@に置き換えること。

件名を「鑑賞学習用デジタル教材問合せ」とすること。

(2) 取組内容

【ハンズフリーのオーディオガイド開発機器】

本支援システムは、作品側に取り付けるオーディオガイドの送信機と生徒側が持ち歩くオーディオガイドの受信機からなる。

主な機能は、音声ガイダンスの送信機能、音声ガイダンスの受信機能、ハンズフリーで生徒が展示テーマを自らの足で探索するための位置検知機能となる。

音声ガイダンスの通信に関しては、Bluetooth LE Audio（以下、LE Audio）という無線通信の規格を利用して行う。この規格自体が、最近、標準化されたものであるため、弊社にて基本機能からすべての開発を行った。このLE Audioでは、不特定多数の受信機に対して、音声データを圧縮して、送信できるため、ラジオのようなブロードキャスト通信が可能である。このブロードキャスト通信機能を利用し、視覚障害を持った生徒が複数人で美術鑑賞などをできるようにする。

また、位置検知機能に関しては、無線の電波を利用し、作品の前に視覚障害を持った生徒が移動したことを検知し、ヘッドホンに流れる音声ガイダンスの内容を、作品に即したものに、自動で変更するものである。この機能に関しても、特殊な機能であるため、弊社ですべての開発をおこなった。この自動で音声ガイダンスを切り替える仕組みにより、視覚障害を持った生徒の両手を常に空けることができ、安全に、自らの足で展示テーマを探索することが実現できる。

【ハンズフリーのオーディオガイドを用いた模擬展覧会】

1. 長野盲学校、松本盲学校において模擬展覧会を開催するための準備

① 再委託業者（フィールド・デザイン）との打ち合わせ、②長野盲学校、松本盲学校の実施会場を下見し、動線確認、機器の動作確認、③心理検査や質問用紙作成のための先行研究調査と選定、④信州大学教育学部生を対象として質問紙尺度を実施して、心理の質問項目を検討、⑤心理検査のための質問用紙の作成、⑥生理検査方法の検討、⑦アンケート調査用紙作成、⑧会場設営、生理心理評価、アンケート調査補助のためのアルバイト雇用学生に対するガイダンス、⑨晴眼者を対象として模擬展覧会のテストラン、⑩盲学校及び保護者への説明文書及び同意書等の作成（した実施内容や日程）。

2. 長野盲学校、松本盲学校で模擬展覧会を開催

5月31日（長野盲学校）、6月7日（松本盲学校）の体育館において、模擬展覧会を実施。ハンズフリーのオーディオガイドを用いて展覧会形式で体験的に行う鑑賞学習の有用性を検討するために、視覚障害児童生徒を対象に行動面・生理面・心理面からの客観的評価を行った。

また、再委託業者が技術支援者として模擬展覧会に参加した。

3. ハンズフリーのオーディオガイドを用いた模擬展覧会に関する報告書の作成

視覚障害者のための美術鑑賞プログラムやICTを用いた鑑賞方法についての世界の動向、ハンズフリーのオーディオガイドの着想から開発に至るまでの経緯、模擬展覧会実践の計画、実施の詳細、心理整理評価の分析、実践観察等について報告書を作成。世界にも発信するために、日英のバイリンガルとした。冊子体は盲学校、特別支援教育を有する教員養成課程、美術館等に送付した。また、PDF版は事業代表者のウェブサイトにて公開すると共に、海外の美術館、研究者に送付した。

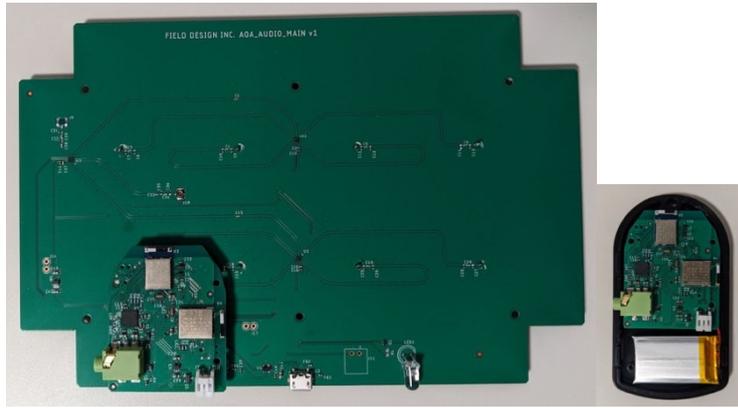
【デジタル教材アプリの制作】

1. コンテンツ（テーマ）の検討。作品の選定とテキストの執筆、音声データ化。利用作品の著作権のクリア、許諾等の手続きを行った。
2. 研究会を開催して、盲学校教師、美術館学芸員、実務家教員とともに α 版をベースとして仕様について検討した。
3. 実践の検討。研究会を開催して、盲学校教師とともにアプリ検証の実施方法（図画工作あるいは美術科の授業としての実施と評価）について検討を行った。決定した実施方法をもとに、学習上の有効性を評価するためのアンケートを作成した。
4. 視覚障害者（長野盲学校、松本盲学校の児童生徒、教諭、理療科に所属する生徒、信州大学学部生）、晴眼者（信州大学の学部生、大学院生、実務家教員、美術館学芸員等）が広く β 版の検証を行い、改善点等について検討した。また、デジタル教材の仕様する際に生じるストレス等を検討するために、簡易的な心理評価を実施した。
5. 機器の使用に関するアンケートから、「一時停止機能」、「戻るボタンでエラー（アプリリセットされる）」、「絵画が小さい（画面一杯に見たい）、解説の終わりが分かりにくい」、「絵を選ぶ画面、2列の絵を1列にした方がよい、絵を表示する最後の画面は下のスペースは狭くして（ボタンすこし小さく）」、「絵をできるだけ大きく見せた方がよい」、「ログイン画面に急に戻ってしまう」、「全体の解説中に、それぞれの作品の音声を聞くと音が重なってしまう」、「クリックしたときにバグがおきてログインからやり直しになってしまった」という結果が得られたことから、最終版において改善を行った。
6. 視覚障害に関わる多様な障害類型に対するアプリの汎用性の検討として、重複障害児童生徒が多く在籍する肢体不自由特別支援学校（長野県稲荷山養護学校）にて β 版を紹介し、学習への活用可能性について教員等への聞き取りを行った。

（3）事業の成果

【ハンズフリーのオーディオガイド開発機器】

本年の成果は、前年に制作したハードウェアに対するソフトウェアの残部分の開発を完了させた。具体的には、前年に開発した下記の専用のハードウェア（プリント基板）に対するソフトウェアを開発し、オーディオガイダンスシステムとしての動作を確認した。



これらの開発成果は、「視覚障害のある児童のための鑑賞会」という形で、2023年5月31日に長野盲学校、2023年6月7日に松本盲学校にて開催した。

鑑賞会は、7枚の絵画それぞれに対し、送信機を設置し、生徒が骨伝導イヤホン付きの受信機を首から下げ、移動する形となっている。絵画の前に生徒が移動したことを送信機側で検出し、オーディオガイドを生徒の身につけた受信機に送信し、音声を再生するものとなっている。

これら2つの鑑賞会にて、すべての機能が正常に動作することを、実際の使用において確認した。

【ハンズフリーのオーディオガイドを用いた模擬展覧会での行動面・生理面・心理面からの客観的評価】

1. 行動面：3分間の解説音声に対し、鑑賞時間が全ての作品で平均5分間を上回っており、児童生徒が音声の終了後も作品の鑑賞を続けていたことが明らかであった。聞き終えた解説内容を手掛かりに、実際の絵画を積極的に観察していたと考えられ、作品解説音声コンテンツが視覚障害のある児童生徒の鑑賞への能動性を高めたと考えられる。
2. 生理面：小型のウェアラブル心拍計を用いて測定し、平均心拍値、周波数解析からの交感・副交感系作用の評価を行った。模擬展覧会では、作品間の移動を伴う鑑賞が行われた。参加児童生徒の半数以上は、体験開始前の安静状態と比べて体験中の平均心拍値が高く、少なくとも本実践の鑑賞体験は眠気を生じさせるものではなかったと思われる。また、交感神経優位の程度を反映するLF/HFの参加者平均は、作品鑑賞中が最も高く、安静状態と作品移動中については同程度だった。視覚障害者は移動や運動に対し緊張等が生じやすいことがよく報告されているが、この結果からは移動中の緊張等による交感神経の活性化はなかったといえる。一方で、むしろ鑑賞中に交感神経優位となったことから、行動面の結果も併せて考察すると、作品鑑賞への能動性・積極性が生じていたことが推察された。
3. 心理面：美術鑑賞体験の前後で心理状態を測定し、指標得点の変化を検討した。その結果、鑑賞会体験後に、「恐怖」や「嫌悪」などの得点が大きく低下し、「喜び」の得点が上昇した。全体的に、ネガティブな指標得点が低下し、ポジティブな指標得点が増加したことから、当該機器を使用した美術鑑賞体験は、視覚に障害を有する児童生徒の興味関心を高めるものであることが示唆された。ハンズフリーのオーディオガイドの使用感について、半数以上の参加者が、当該機器の「作品を説明する音量」や「作品説明の切り替えのタイミング」などを適切だと評価した。この結果から、当該機器の使用感に関しては、現段階でも大きな問題は認められないことが示唆された。

4. 視覚障害児童生徒向けに制作された作品解説音声コンテンツの有効性：複数の児童生徒について鑑賞中の心拍変動に共通性がみられた。またこの共通性は、特定の作品に対する共通性としてもみられた。これらの結果は、作品解説音声コンテンツが、児童生徒に共通した心理的作用を与えていたことを示唆している。すなわち、ロービジョン等のため絵画自体の見え方は個人差があったとしても、音声によって絵画の情感等を共通して感じられていた可能性がある。

これらより、本事業において制作した視覚障害児童生徒向け作品解説音声コンテンツの有効性、また、補助ツールとしてのハンズフリーオーディオガイドの有用性が示された。

【デジタル教材アプリ】

1. 「いろいろな風景」、「日本の神話と作家の思い1」、「日本の神話と作家の思い2」、「耳をすまそうー東京富士美術館のコレクションより」という4つのテーマをストーリーとして学ぶことができるコンテンツを作成した。
2. 各テーマはストーリーとしてだけでなく、一つ一つの作品を個別に再生して解説を視聴することができるようにデザインしたことから、単元学習や制作活動のための鑑賞学習等、幅広く使用することができるものとなった。
3. α 版から β 版と手順を踏んで開発を行い、 β 版では視覚障害者（長野盲学校、松本盲学校の児童生徒、教諭、理療科に所属する生徒、信州大学学部生）、晴眼者（信州大学の学部生、大学院生、実務家教員、美術館学芸員等）が広く β 版の検証を行い、肢体不自由特別支援学校で意見徴収して改善点等について検討したことで、視覚障害者だけでなく、多様な障害類型に対するアプリの汎用性のある鑑賞教材を作ることができた。この汎用性は、障害がある児童生徒が普通学校に通う児童生徒とともに学ぶことができるものになったことが大きな成果である。
4. 晴眼者による体験の結果は、概ね好評であり、アプリの動作やレイアウトについて細かな改善点についての意見を得ることができ、大変有益であった。視覚障害者の体験によるアンケートとのすり合わせを行いながら、より汎用性のある教材を作成することができたと考えている。

(4) 今後の課題と方策

ハンズフリーのオーディオガイド：本事業における模擬展覧会による検証では、視覚障害特別支援学校の体育館を会場とし、作品を横1列に約2m間隔で配置し、各作品の下に送信機を設置した。通信上のトラブルはほとんどなかったが、一部、目の前の作品の隣の作品の音声を受信されてしまう場合があった。心理面からの使用感に関する評価でも、概ねポジティブな意見が多く得られたが、自由記述のアンケートの中には、「作品説明の音声途中で途切れることがあり、作品によっては説明が途中から開始された」との意見も一部得られた。この問題については、今後、送信機同士が干渉しない距離や配置を工夫する検討を行ってゆく。実際の美術館などのように、仕切りがあったり通路が一直線でない会場であれば、送信機同士の干渉は起こりにくいといえるため、そうした会場を利用することや、学校の廊下などを鑑賞会場にする工夫も考えられる。学校の廊下の場合、児童生徒も慣れ親しんでいるため安全性も高く、散策的かつ主体的に鑑賞したい作品に赴いて楽しむこともできるかもしれない。学校間の訪問交流のきっかけにもなると思われ、今後交流活動を含めた多様な活用方法についてさらに検討する必

要がある。

鑑賞アプリ：①全盲の体験者：アプリの使いやすさについては、ピンチイン／ピンチアウトによる拡大・縮小機能が使いにくいという回答が多く、操作に干渉した可能性がある。一方で鑑賞画面のボタン配置・操作は使いやすいという評価がみられ、作品リストやボイスオーバー機能への対応についてもマイナス評価はなかった。つまり、音声での操作、鑑賞に関わる機能については概ね肯定的な評価といえる。ピンチイン／ピンチアウトによる拡大・縮小機能は弱視の児童生徒にとっては重要な機能であることから検討が必要である。②弱視の体験者：使いにくいとした機能として、作品リストの操作が挙げられた。教師からは、作品リスト内の縮小された絵は視認しにくいいため、作品の並べ方などの改良が有効ではないかという回答があった。ボイスオーバーを使用する全盲の体験者においては、リストの視認性はほとんど関係しないため、使いにくさはなかった。作品リストの配列を変えることが全盲児童生徒のボイスオーバー操作に影響しないよう確認しながら修正を行う予定である。また今後の対応課題として、弱視用、全盲用でピンチイン／ピンチアウト機能とボイスオーバー機能のON/OFFを切り替えるような改善が考えられるが、切り替え機能を実装することが児童生徒にとって操作を複雑にしてしまうリスクもある。なお全盲児童生徒の鑑賞学習については、視るための操作は必要としないことから、Web上での作品解説音声リンクの提供でも対応できる可能性がある。そこで、現在の鑑賞アプリについては、まずはロービジョン児童生徒が「視る」と「聴く」を両立させる上で使いやすいよう対応する必要がある。③多様な障害類型に対する汎用性の検討：重複障害児童生徒が在籍する特別支援学校でのアプリ紹介と聞き取りでは、内容の面白さや操作のしやすさから、肢体不自由との重複障害のある生徒にも適用できる可能性があること、さらに、肢体不自由の単一障害の児童生徒にとっても有効な学習ツールとなるのではないか、という意見が得られた。

コンテンツの開発：コンテンツは、展覧会を擬似的に体験できるように、ストーリー性を持たせたテーマ設定を行った。1点の作品解説の長さを一般的なオーディオガイドと同じくらいの3分以内としたが、「長い」と感じる児童や生徒もいた。また、教科横断的な教材とするために、社会科や国語科の学習内容を盛り込んだが、「難しい」と感じる児童や生徒もいた。「説明が細かい分、低学年の子どもや、理解に時間がかかる児童生徒にとっては説明が長いと感じてしまう可能性がある」、「説明の内容が小学生には難しいので、分かりやすい言葉の説明バージョンもあるとよい」という教師からの感想もあったことから、芸術作品の鑑賞に慣れていない、児童生徒のために、習熟度や学年に合わせたコンテンツの制作が課題である。広い知識を持つことが美術鑑賞に求められる一つの大切な要素である、ということも、学校の教育現場に広めて行くことも大きな課題である。