

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

国立大学法人愛媛大学

I. 事業の実績

(I) 開発しているアプリケーション等

愛媛大学では、令和3年度に「インクルーシブ教育時代におけるセキュアな遠隔学習支援システム：志（以下、LMS「志」）」を開発した。LMS「志」には、各種障害により一般的な入力インタフェースを利用することが難しい学習者を支援するアクセシビリティ機能（図1）、生体認証機能（顔認証機能）等により本人認証をセキュアに行う機能、および小テスト等の課題作成・提示機能が搭載されている。文部科学省著作教科書のデジタルデータを活用する上で、著作権や個人情報保護の側面からも高い汎用性を有することから、当事業において開発するアプリ等の基盤技術としてLMS「志」を用い、開発したアプリ群はオンライン上で当該システムにログインした状態、もしくは当該システムにより配信したアプリを用いてオフライン状態で使用する形式で開発を進めた。



図1 LMS「志」のアクセシビリティ設定画面

以下、開発・機能改変したアプリケーション①～⑥を示す。

① アプリケーション等の名称：LMS「志」（機能改変）

対象障害：知的障害・発達障害・肢体不自由・病弱

搭載している支援機能：教員の教材作成を支援するもの

支援機能の内容：支援機能の内容：LMS「志」には、小テスト等の課題作成・提示機能が搭載されており、既述のアクセシビリティ機能も有していることから、学習者が障害者用スイッチインタフェースを用いて解答することを支援する。初等中等教育におけるニーズに基づき、LMS「志」の課題作成・提示機能や管理機能を改変した。

設計開発の進捗率：100%

② アプリケーション等の名称：スライド型教材作成ツール

対象障害：知的障害・発達障害・肢体不自由・病弱

搭載している支援機能：教員の教材作成を支援するもの

支援機能の内容：特別支援教育の教員を対象にしたインタラクティブなデジタル教材を作成するためのWebアプリケーションである。教員が直感的に操作でき、iPad、Windows、Chromebookなど、多様なデバイスに対応した。特別支援学校や特別支援学級の教員が、授業や予習復習のための教材を簡単に、かつ効果的に作成できるように設計した。

設計開発の進捗率：100%

③ アプリケーション等の名称：障害児者用デジタル教材

対象障害：肢体不自由・病弱

搭載している支援機能：児童生徒自身による学習を支援するもの

支援機能の内容：視線入力装置等の障害児者用スイッチインタフェースによる操作を容易にするアクセシビリティ機能を搭載したデジタル教材を開発した。LMS「志」には、障害児者用外部入力装置を用いて操作がしやすいアクセシビリティ機能(アイコン等を大きく配置して障害者用スイッチや視線入力装置で選択しやすいインタフェース等)が搭載されているため、LMS「志」で各種教材等を配信した(図2)(図3)。

開発の進捗率：100%

肢体不自由・病弱

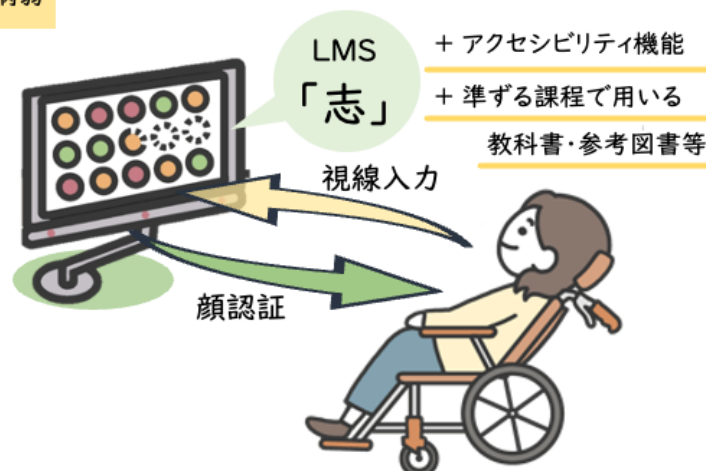


図 2 障害児者用デジタル教材の使い方

④ アプリケーション等の名称：ビューアーアプリ（コントロールパネル付き）

対象障害：知的障害・発達障害・肢体不自由・病弱

搭載している支援機能：教員の教材作成を支援するもの

支援機能の内容：ユーザーがPDF、JPEG、PNGファイルを直感的に容易に操作できるコントロールパネルを備えたiOSおよびiPadOSアプリを作成した。ユーザーはコントロールパネルによりページを簡単に前後に移動でき、また自動再生オプションを使用し、ページを手動でめくことなく関連するコンテンツを連続的に見ることができるようになった。

開発の進捗率：100%

⑤ アプリケーション等の名称：シール読み取り教材

対象障害：知的障害・発達障害

搭載している支援機能：児童生徒自身による学習を支援するもの

支援機能の内容：紙媒体の教科書・教材に不可視コードのシールを貼り、その不可視コードの情報をタブレット端末のカメラで読み取ることで、タブレット端末のアプリ内に保存してある音声ファイル等を再生する機能を実装した（図3）。教材を提供する媒体（サーバー）として、LMS「志」を用いた。当該システムに搭載されている生体認証機能（顔認証機能）等により本人認証をセキュアに行いつつ、学習コンテンツを遠隔地（学校・病院等）に配信できるようにした。

開発の進捗率：100%

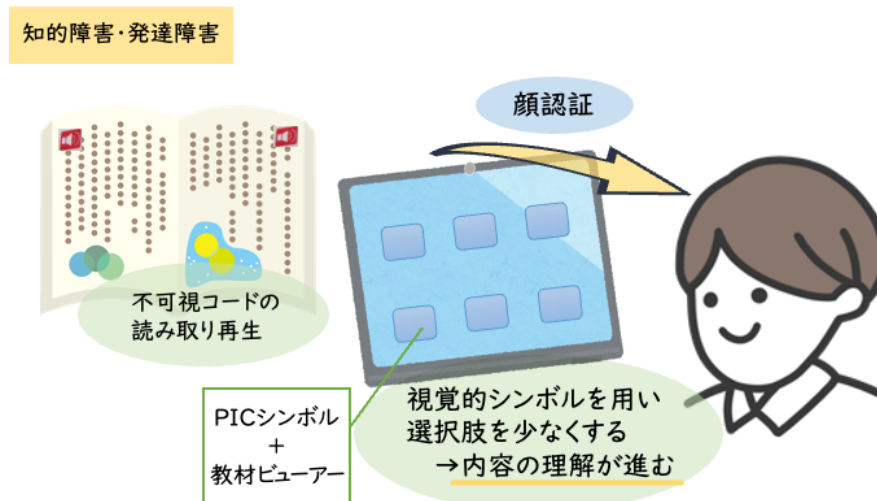


図 3 シール読み取り教材

⑥ アプリケーション等の名称：シール読み取り教材作成補助アプリ

対象障害：知的障害・発達障害

搭載している支援機能：教員の教材作成を支援するもの

支援機能の内容：1.不可視コードと連携した教材，2.視覚的記号で表示された教材の作成を補助するデジタルアプリを開発し，LMS「志」を介してダウンロードできるようにした。また，教材の作成・指導方法や指導上の工夫（追加の教材作成）などに関する動画コンテンツを参照できるように，LMS「志」を媒体として配信した。

開発の進捗率：100%

なお、作成したデジタル教材については以下のURLより利用申請が可能となっている。

<https://ehimeuniv-cie.jp/digital/>

(2) 取組内容

① LMS「志」の機能改善, 及び ③ 障害児者用デジタル教材

対象障害（知的障害・発達障害・肢体不自由・病弱）のある児童生徒が「志」を使用するにあたり、研究協力校での試用を通して改善すべき機能を明確にするとともに、重要度・緊急度を検討した。

初等中等教育段階の学校等において、LMS「志」を、文部科学省著作教科書等のデジタルデータの配信・提示媒体として用いる上で、想定される課題を検討した結果、令和4年度の開発期間において、以下の機能を実装した。

- 学外教職員登録機能：愛媛大学外の教員を「教職員アカウント」として登録できる機能であり、LMS「志」は愛媛大学の教職員・学生データと連携しており、学外の教職員アカウントを登録できない設定となっていたことから、管理者権限の設定に改変を加えた。
- 教材配信サーバ：教材ビューアー連携・配信機能を実装した。
- 音声ファイル登録機能：学習コンテンツとして音声ファイル（mp3, m4a）を登録できる機能を実装した。
- 講座登録管理機能：複数の講座をグループとして管理する機能を実装した。
- 成績確認出力機能：児童生徒の成績を講座毎に入力する機能を実装した。
- 認証アプリの開発：「志」には画面の前に着座している人物が講座を履修している本人かどうかを確認するため、顔画像による認証を行う顔認証機能を有している。しかし特別支援学校に在籍する児童生徒の中には、①肢体不自由のために顔を動かすことができない、また顔に補助具をつけているために、画面に対して正面に顔を移動させることが困難な場合がある、②視覚障害のために補助用メガネをかけており、認証精度が大幅に下がるといった問題が判明した。よって顔認証ではなく、学生証等のICカード情報をリーダーによって読み取ることで本人確認を行う、NFC認証が可能なアプリを開発した。

そして、複数の特別支援学校での試用において、児童生徒（特に肢体不自由）・教員、および事業に参画した委員から以下のような課題が明らかになった。これらのことから、令和5年度においては、オンスクリーンコントローラーの実装、教科書データの表示方式の改変、データ検索・表記機能の改変を検討し、実装した。

- 上肢の動きに制限のある肢体不自由児が、タブレット端末を使用する場合に、ユーザーインタフェースの改善として、オンスクリーンコントローラーの搭載が望ましい。
- 肢体不自由児の特性にあわせて、カテゴリーごとにフォルダを作成するなど、画面上の選択肢を少なくするユーザーインタフェースの実装が望ましい。

② 教材配信機能の補助システム：スライド型教材作成ツール

児童生徒が操作可能な教材を作成するため、ブラウザ上で動作する教員向けスライド型教材作成ツールを開発を行った。なお、セキュアな環境で実行できるよう、「志」上で動くように設計を行った。

③ アプリケーション等の名称：障害児者用デジタル教材

視線入力装置等の障害児者用スイッチインタフェースによる操作を容易にするアクセシビリティ機能を搭載したデジタル教材を開発した。LMS「志」には、障害児者用外部入力装置を用いて操作がしやすいアクセシビリティ機能（アイコン等を大きく配置して障害者用スイッチや視線入力装

置で選択しやすいインタフェース等)が搭載されているため、LMS「志」で各種教材等を配信できるようにした(図3)。

④ 児童生徒用教材提示機能の補助システム：ビューアーアプリ

児童生徒が、随意的に動かすことができる部位を使い、コンパクトなコントロールパネルを使って、表示されたPDF、JPEG、PNGファイル等を閲覧できるiOSアプリケーションを開発した。

⑤ シール読み取り教材、及び ⑥ シール読み取り教材作成補助アプリ

紙媒体の教科書・教材に不可視コードのシールを貼り、その不可視コードの情報をタブレット端末のカメラで読み取り、タブレット端末のアプリ内に保存してある音声ファイル等を再生する機能は、国内企業が基盤技術の特許を有している。令和4年度には、当該基盤技術の特許を、LMS「志」上に開発中の「シール読み取り教材アプリ」に実装するため、知財の通常実施権に関する協議を行った。表示される選択項目に視覚シンボルを表示する機能は既に実装されており、LMS「志」上で、文部科学省著作教科書のデジタルファイル(PDFファイル)を表示する上で、紙媒体での利用に近似的な使用感にするため、ユーザーインタフェースの調整を行った。

(3) 事業の成果

① LMS「志」の機能改変、③ 障害児者用デジタル教材、及び④児童生徒用教材提示機能の補助システム：ビューアーアプリ

上記(2)に記載の機能を実装した。これにより、以下のことを達成した。

- 学外教職員登録機能：愛媛大学外の教職員アカウントが登録できるようになり、愛媛大学の教職員以外の「志」の使用・学習コンテンツのアップロード等が可能となった。
- 教材配信サーバ：スムーズに「志」からの情報を配信できるようになった。
- 音声ファイル登録機能：音声教材として曲を再生するファイルの配信、国語・英語教材として文章を読み上げるファイルの配信が可能となった。その他、学習を補助するために教員自身の声を録音して配信することも可能である。
- 講座登録管理機能：講座ごとに学習到達目標における達成の可否を確認できるとともに、それらを併せた総合的な評価を行いやすくなった。
- 成績確認出力機能：「志」での成績を他のシステムを経由することなく直接出力できるようになり、成績の保存・成績証明書の再出力も容易に行えるようになった。
- 認証アプリの開発：顔画像による本人認証が困難な児童生徒であっても、簡単かつセキュアに本人認証を行えるようになった(図4)。

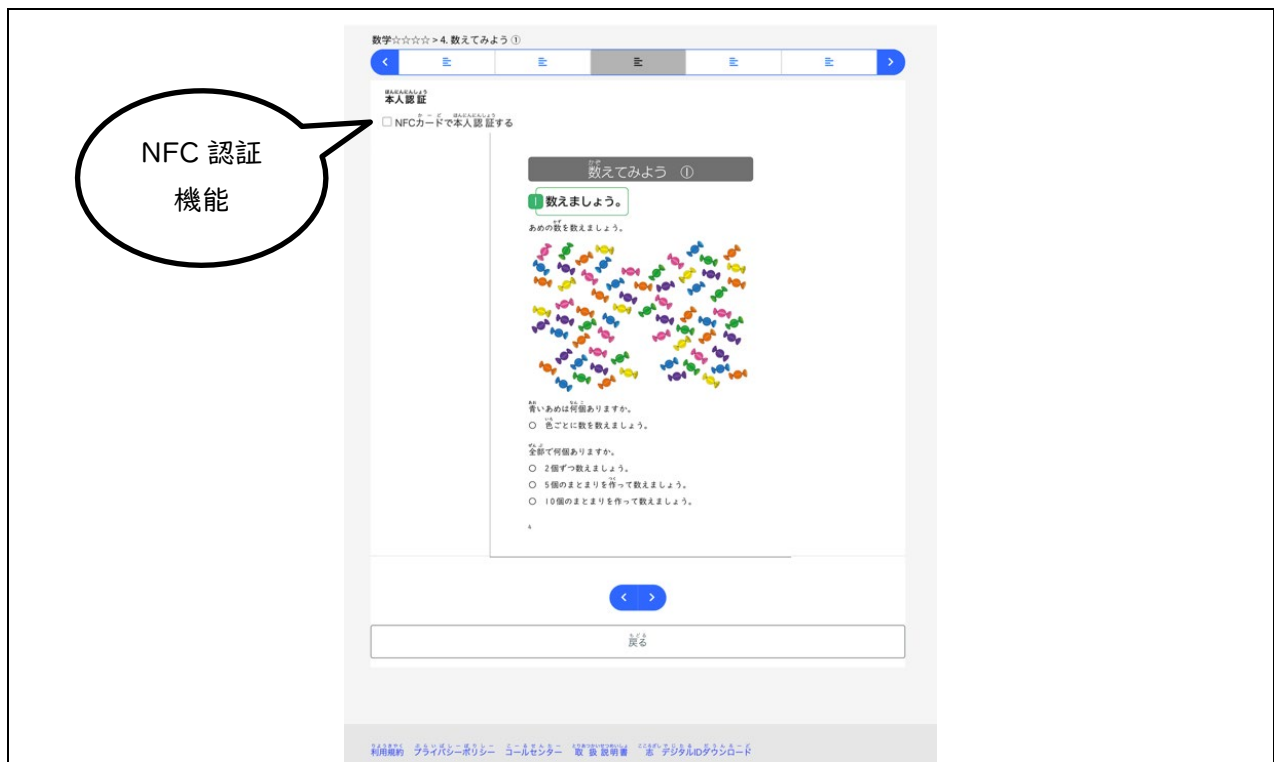


図 4 志上での障害者用デジタル教材及び NFC 認証機能

複数の特別支援学校での試用において、児童生徒（特に肢体不自由）・教員、および事業に参画した委員から得られたいくつかの意見を参考に、令和5年度においては、オンスクリーンコントローラーの実装、教科書データの表示方式の改変、データ検索・表記機能の改変を検討し、実装した（以下、④の項を参照されたい）。

- ユーザーインターフェースの改善として、オンスクリーンコントローラーを搭載した。これにより上肢運動に制限がある児童生徒がタブレット端末を使用する場合であっても、LMS「志」において、ページめくり等を行うことが可能となった。
- 肢体不自由児の特性にあわせて、カテゴリー毎にフォルダを作成し、画面上の選択肢を少なくするユーザーインターフェースを実現した。これにより、多数の教科書デジタルデータ、デジタル教材等があっても一覧表示されず、肢体不自由児が検索・選択することが容易になった。

④ 児童生徒用教材提示機能の補助システム：ビューアーアプリ

児童生徒が、随意的に動かすことができる部位を用い、コンパクトなコントロールパネルを使って、表示されたPDF、JPEG、PNGファイル等を閲覧できるiOSアプリケーションを開発した。これにより、児童生徒（特に肢体不自由）は、簡便な操作（微細な動作）でページをめくったり、自動再生機能により一定の時間でページをめくったりする機能を利用できる。なお、当該アプリには、以下のような機能も搭載している。

- 検索機能：児童生徒は特定のフォルダーやファイルを効率的に見つけることができる。タイトルや名前を入力することで、必要な教科書データやデジタル教材に迅速にアクセスできる（図7）。
- フォルダー/ファイル表示機能：教科書データやデジタル教材のファイル（PDF、JPEG、PNG ファイル等）が含まれるフォルダーを視覚的に示す。
- インポートボタン：サーバーや記憶デバイスから、ファイルをインポートできる。

- ホームボタン：クリックすることで、児童生徒はメインインターフェース（図 1）に戻ることができる。
- コントロールパネル：コントロールパネルには、教科書データやデジタル教材等のページを前進・後退させるボタンや、自動でページをめくるための自動再生機能を搭載した。
- 進行状況バーとページプレビュー：メイン表示エリアの下には、教科書データやデジタル教材内の現在の位置を示すプログレスバーが表示される。ページの下には、ページのサムネイルプレビューが表示される（図 8）。



図 3 ファイルインターフェース



図 4 コントロールパネル

② 教材配信機能の補助システム：スライド型教材作成ツール

児童生徒が操作可能な教材を作成するため、ブラウザ上で動作する教員向けスライド型教材作成ツールを開発した（図 5）。このツールでは、新しいスライドの追加や順序変更、ランダム表示が可能で、スライドには自由に画像やテキストを追加できる（図 6）。オブジェクトの移動やタッチ時の動作もカスタマイズ可能である。作成した教材は簡単に表示でき、使いやすいインターフェースが提供される。

これにより、教員が直感的かつ効果的に教材を作成することが可能になり、児童生徒にとって理解しやすい学習環境を構築することが可能になった。

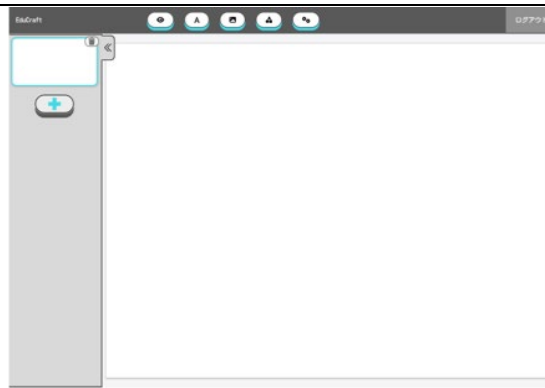


図 5 「スライド型教材作成ツール」のメイン・インターフェース

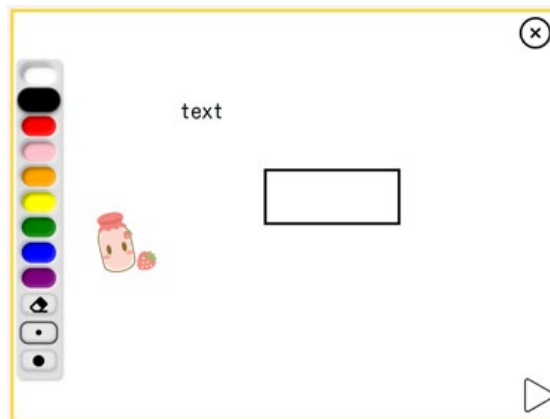


図 6 「スライド型教材作成ツール」ドローイング、テキスト、イメージの作成と編集機能

⑤ シール読み取り教材、及び ⑥ シール読み取り教材作成補助アプリ

スクリーン印刷の特性を活かし、「見えない」コード（スクリーンコード）を使った、コードを読み取るためのスマートフォンのアプリケーションである。専用読取機を必要とせず、スマートフォンのスクリーンコードを読み取ることが可能である。スクリーンコードは限りなく透明に近い独自開発の「見えないコード」を紙面の上に印刷により埋め込む技術であり、このことにより、デザインを一切損なうことなく、どこにでもコードを埋め込むことが可能となった。また、不可視コードの利用に関するスマホで解読したスクリーンコード固有の番号をマッピングシステムに送信する方式をとっており、マッピングシステムでリンク先を書き換えれば、スクリーンコードの変更は伴わずに簡単に音声ファイル等の差し替えをすることが可能となった。

以下に、不可視コードを表示するカメラインターフェース(図9)と、コード表示後に音声ファイルを再生する音声ファイル再生インターフェース(図10)を示す。

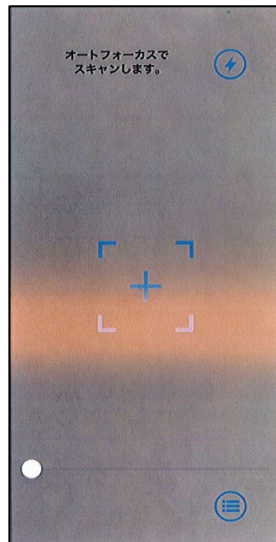


図 7 不可視コードカメラインターフェース

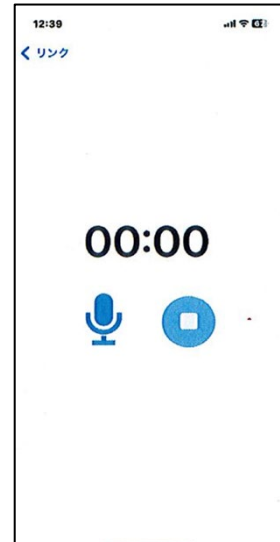


図 8 音声ファイル再生インターフェース

(4) 今後の課題と方策

令和5年度の事業においては、②スライド型教材作成ツールの作成を優先したため、④ビューアーアプリ、⑤シール読み取り教材、及び⑥シール読み取り教材作成補助アプリにおいてはiOSおよびiPadOSの対応までとした。今後はiOS、Windows、Android、ChromeOS等、複数OSに対応可能なブラウザアプリケーションでの開発も検討したい。

本研究でのデジタル教材配信プラットフォームおよび作成ツールは、教育現場の声を参考に適宜修正を行い開発した。今後はこれらのツールを用いて、特別支援学校等の教育現場での実践的な使用調査を行う必要があるだろう。

また、事業に参画した委員から、「星本はよく考えられている教科書だが、全国的にもあまり知られておらず、使用している場合でも、メリットがきちんと理解されないまま使用されているように見受けられるため、使い方をレクチャーしてはどうか」という意見が得られたため、当該教科書に関連するデジタル教材および関連するツールの検討設計も行うことも課題として挙げられる。