

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 広島大学

1. 事業の実績

(1) 開発しているアプリケーション等

開発しているシステム：広島大学UD学習支援システム（オンラインで利用するシステム）である。同システムで製作するコンテンツは、氏間研究室で開発したUD-Bookという規格である。同システムは児童生徒が利用するリーダーの部分と、教員がコンテンツ製作のために利用するビルダーの部分で構成されている。令和4年度はリーダーの開発、令和5年度はビルダーの開発を予定している。

対象障害は、視覚障害と発達障害である。

① 児童生徒の学習を支援する機能（見る、聞く、読む、書く）を搭載したシステムを開発している。  
<https://hs.udbook-hs.com/Entrance/> にて利用可能である。令和4年度に掲げた目標は達成し、さらに当初想定していない機能を搭載できたことから進捗率は120%である。

見る：見ることが苦手な児童生徒へのピンチアウト、文字の拡大（行移モード）

聞く：聞くことが苦手な児童生徒への振り仮名表示による音韻情報の表示（色・表示位置指定可）

読む：読むことが苦手な児童生徒への読み上げ、ハイライト表示

書く：手書きによる書き込みとテキストによる書き込みの2種類の書き込み機能

② 教員の教材作成を支援する機能（教材のカスタマイズ）

教員がMicrosoft WordやPowerPoint等で作成した教材をUD学習支援システムで利用するためのビルダーを開発中である。既にPDFからUD-Bookを製作できる段階であり、①で利用できるUD-Bookコンテンツを製作できるシステムとして稼働している。現在は、教員が使いやすくなるための機能の精選、およびMicrosoft Word, PowerPointのxmlファイルから直接UD-Bookコンテンツを製作できるシステムの開発を行っている。令和4年度に必要な機能は達成できており進捗率は100%である。令和5年度にPowerpoint等の各アプリケーションで作成された教材を取り込める機能を実装する予定である。

事業計画で予定していた内容と比較すると、予定以上に進んでいる。

(2) 取組内容

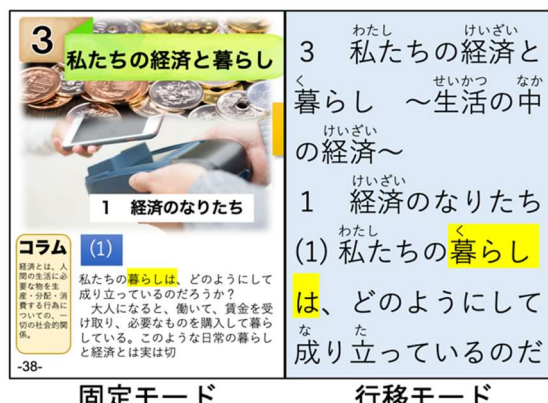
【共通機能】

<事業計画で想定していた機能>

①の機能について

UD-Book リーダーの表示モードは、右図の通り、固定モードと行移（ぎょううつし）モードの2つで構成される。

●固定モード機能：学校の教員が製作した自作教材の原本のままの配置で表示するモードである。自作教材と同一配置であるため、「ページの右上の図」と



いった原本の配置情報に依拠した説明に児童生徒が対応できる。一方、原本の配置情報を維持する必要があるため、文字サイズは可変できない。

●行移モード機能：原本の配置情報及び画像・動画等の非文字情報を排した文字情報のみで構成された表示モードである。文字のみの表示であり、配置や配色を自由に設定することが可能であり、文字サイズの設定幅が大きい点が特徴である。ページという概念にとらわれる必要がないため、振り仮名を表示したり非表示にしたり、文字のサイズを自在に設定できるなど、自由度の高い表示設定が可能である。

●読み上げ機能：UD-Book に製作者が漢字等の読み方を指定した合成音声による読み上げ機能を搭載する。合成音声であるため独特な抑揚で読み上げる場合がある。一方で、データ量を圧縮できるため、音声ファイルを再生する方式よりも GIGA 端末の仕様（CPU: Intel Celeron 以上、メモリ: 4GB）で安定した動作を実現できる。合成音声エンジンはサーバーサイドで準備するため、端末に標準的に搭載されているサウンドチップにより発声可能である。

●ハイライト機能：UD-Book のコンテンツを読み上げ中、読み上げ部分をハイライト表示する。固定モードと行移モードを同時表示した場合は、両モードのハイライトを同期して表示するため、固定モードでの原本配置情報を利用しながらも、行移モードで適した文字サイズで読むことができる。また、文節でのハイライトと、文章や段落といった長め範囲のハイライトを選択できる。ハイライト範囲の長短の設定ができる点は、SMIL 規格を用いたコンテンツでは実現できない特徴である。

●振り仮名表示機能：漢字などの読み方の表示又は非表示を利用者が設定できる機能を搭載した。

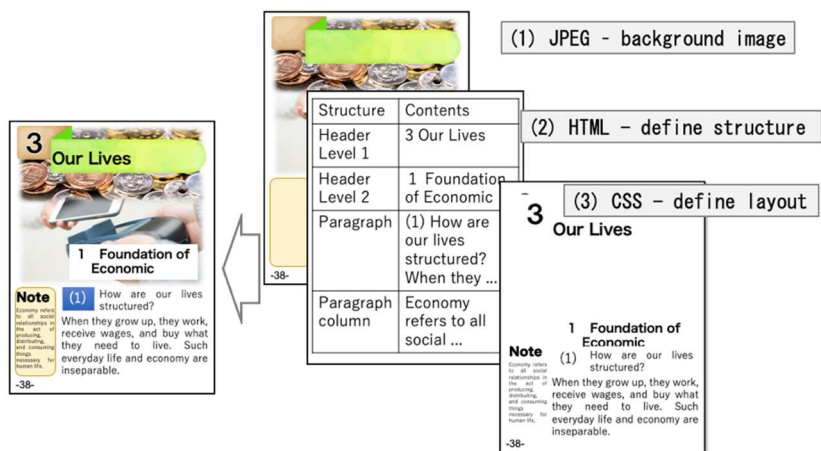
●書き込み機能：固定モードでは、手書き及びテキスト書き込み機能を搭載した。手書きは傍線やマーカーなどの描き込みが可能である。重要な語句に傍線を引いたり、○記をつけるなど図形を自在に書き込むことができたり、マーカー機能で文字を強調させたりすることができる。テキスト書き込みモードは、教材のテキストに対して利用者がテキスト文字を付箋のように追記することができる。文字によるメモを取ることが可能になっている。

## ②の機能について

●原本ファイル取り込み機能：UD-BookビルダーはUD-Bookの製作・編集・管理ができる。アップロードするファイルはPDFである。PDFは普段多くの教員が教材研究で利用するMicrosoft WordやPowerPointから容易に作成できる。本システムはPDFを取り込むと半自動でUD-Bookを製作する。製作工程は

右図に示した通り、①背景画像の抽出、②テキストの抽出配置、③ポップ及び画像の処理の3つである。UD-Bookで利用する規格は、画像はJPEG、テキストデータのマークアップはHTML、テキストや画像の配置や配色などの設定はCSSで行い、動作はJavaScriptで行う。HTML等は国際規格であり、本研究では対象外だが、EPUBやマルチメディアDAISY等への移行もできる。

●読み上げ指定機能：読み上げ情報はRUBYタグを用いて指定する。全ての作業を手作業で行うこと



は多忙な教員がUD-Bookを自作する上で過大な負担となり非現実的で、実行性が低い。そのため、形態素解析システム MeCab を中核として利用し、自動読み上げ指定機能を実装することで、製作者の読み方指定作業量を最小化する。ただし、完全に正確な自動読み上げ指定は不可能であるため手動での読み上げ設定機能を搭載した。

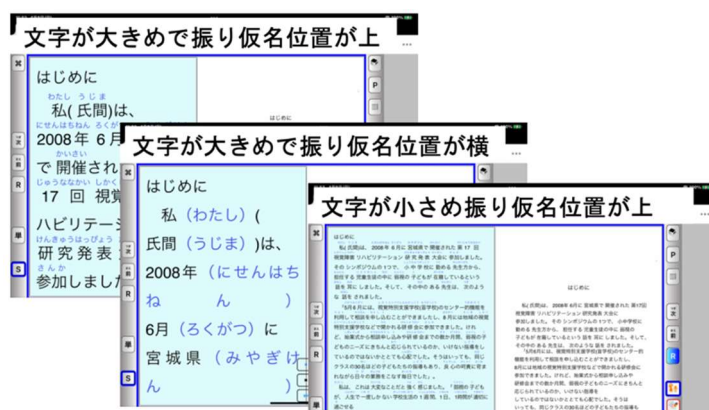
●接続情報配信機能：教員が利用者（児童生徒）に対してUD-Bookリーダーで利用させたいコンテンツの指定やそのURL、パスワード等の接続情報をメールで一斉送信する機能を搭載した。

#### <追加・修正した機能>

以下の機能を強化または追加した。

●「読み上げ機能」の英語読み上げ機能強化：コンテンツを記載するタグに、us クラスを設け、コンテンツを読み上げる際、us クラスでマークアップされた部分を英語読み上げエンジンで読み上げさせる機能を搭載した。このことにより、英語教材の発音がネイティブに近い読み上げとなり、活用できる教材の幅が広がった。

●振り仮名表示位置指定機能：振り仮名は振り仮名を振りたい文字の上に表示されることが一般的であるが、そうすると、弱視の利用者は振り仮名が見えにくくなる。そこで利用者からの要望により、右図の通り、対象文字の横に表示する機能を搭載した。



●「読み上げ機能」の文節間設定機能の

強化：文節読み上げではハイライト間のインターバル時間を秒単位で設定できる機能を搭載した。この機能により、1文節ごとにポーズを押さなくても、読みの練習をすることが可能となった。

●「ハイライト機能」の強化：文節、文、段落の3段階でのハイライト機能を搭載した。この機能によりマルチメディア DAISY のように固定したハイライトではなく、子供の実態に応じて長さを選択できるようになった。

●「表示時間指定機能」の追加：この機能は新機能である。実践校の中に、学校で実施する定期考査等の試験を本システムで実施したいとの要望があった。いわゆる CBT である。試験問題の表示は試験開始時間以降である必要がある。この要望を叶えるため、各 UD-Book コンテンツに表示時間を指定する機能を搭載した。

●「画面サイズ設定機能」の追加：本システムは様々な端末に対応しているが、このことは端末のAspect比や解像度が異なる状況への対応を迫ることを意味する。そこで、本システムでは利用者の利用状況の聞き取りに基づき、教材表示画面のサイズを設定する機能を搭載し、各種端末への対応を実現した。この機能により、1人のユーザーが家庭と学校などで複数の端末を利用した際に、それぞれの端末に最適化された設定環境を利用できるようになった。

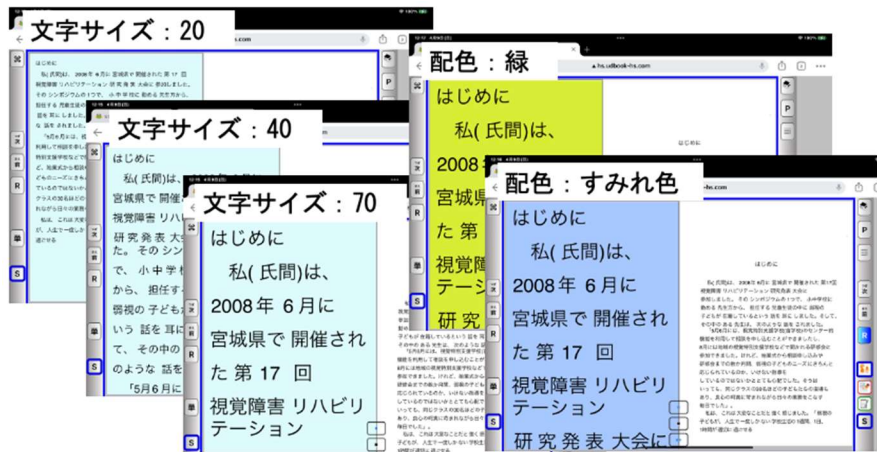
●「プロファイル個別管理機能」の追加：オンラインで本システムを利用する場合、学校ではGIGA端末のChromebook、家庭ではWindows、通学途中の電車ではiPhoneといった具合に様々な場所で、様々な端末による利用が想定される。その場合、例えば、家庭では文節間設定を長くして読みの練習、学校ではふりがな表示といった具合にニーズにより設定内容が異なったり、各端末で解像度が異なったりする。その場面ごと、端末ごとに設定を変更することは利用者の利便性を低下させる。そこで、

ユーザーごとに画面設定および各種設定を保存するプロファイルを複数作成できる機能と、それらの設定を呼び出して利用できる機能を搭載した。

## 【視覚障害】

### ①の機能について

●文字サイズ設定機能：弱視の児童生徒が文字を知覚しやすいように、行移モードでは広い設定幅で文字サイズを設定できるようにする。弱視の視機能は多様である。低視力では文字サイズを大きくする必要はあるが、求心性視野狭窄ではそこまで大きくすることは不適切となる。右図のように個に応じた行移モードにおいて文字サイズを設定できる機能を搭載した。



一方で、行移モードは、原本とレイアウトが異なる点で扱いにくく、全ての弱視の児童生徒が利用するわけではない。そこで、右図のように原本モードのページをピンチアウトで拡大できる機能を搭載し、より弱視の利用者の声に沿った開発を行った。



ピンチアウトで拡大

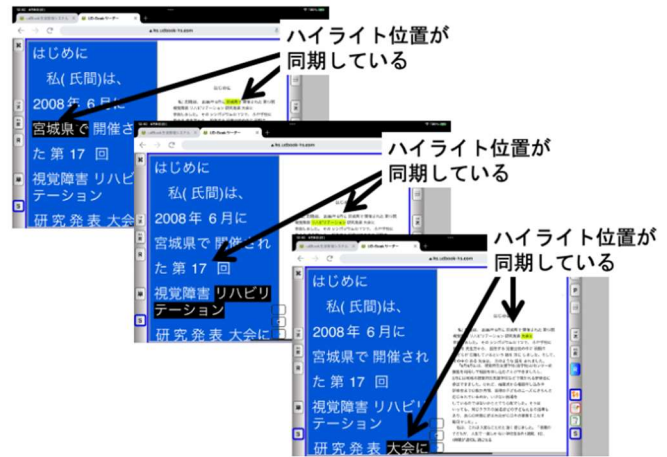
●配色設定：弱視の児童生徒が文字を認識しやすいように、固定モードでは文字色，行移モードでは文字及び背景の配色設定を行えるようにした。弱視の視機能は多様である。白内障等の透光体混濁がある場合は黒い背景が適するが、白い背景が適する状態もある。個に応じた配色設定は文字の知覚可能性を向上する上で効果的である。

●読み上げ機能：強度弱視及び盲の児童生徒が文字にアクセスするために、固定モード・行移モードでは文字の読み上げ機能を実装した。その際、製作者が読み方指定を行うことで、正確な読みを実現できる。本機能により、盲の児童生徒で点字デバイスユーザーに対して正確な表記を提供できる。

●スクリーンリーダー対応：盲の児童生徒がスクリーンリーダーで利用することを想定して、本システムのすべてのインターフェイス用画像に等価テキストを付与する。このことにより画面情報の取得可能性が向上し、盲の児童生徒の主体的な操作を可能にする効果がある。

●テキストメモ：テキストメモは、細かな文字を書くことが難しい弱視の児童生徒が記録を取るのに適した方法である。本システムのテキストメモは、ページ単位で書き込むのではなく、固定モードの文字に関連づけて貼り付けることができるため、文字の近くに表示されるメモマークをタップしていつでもメモを確認できる。弱視の児童生徒が視線をあちこちに動かすことなくメモを確認できるため、学習の効率を高める効果を見込むことができる。

●**ハイライト・シンクロ機能**：読み上げの際、行移モードと固定モードのハイライトをシンクロする機能を搭載した（右図）。弱視の児童生徒は文字サイズを大きめに設定して利用することが多いため、行移モードが読み速度を向上する上で有効である。しかし、行移モードを利用する弱視の児童生徒は利用期間が長くなるのに従って減少することが知られている。その理由の1つに行移モードでは原本配置情報が欠落することが挙げられる。そこで、



UD-Bookリーダーは、固定モードの際は、画面を左右に分割し、片側に固定モード、反対側に行移モードを表示する。また行移モードの際は、画面上部に固定モードを小さく表示する。1画面に固定モードと行移モードの両方を提示し、読み上げ時のハイライトを両モードで同期させる機能を搭載した。

## ②の機能について

UD-Bookビルダーで製作時に、画像を組み込む際、alt属性で等価テキストを指定できるようにすることで、画像を視覚できない児童生徒の教材へのアクセシビリティを向上させる。

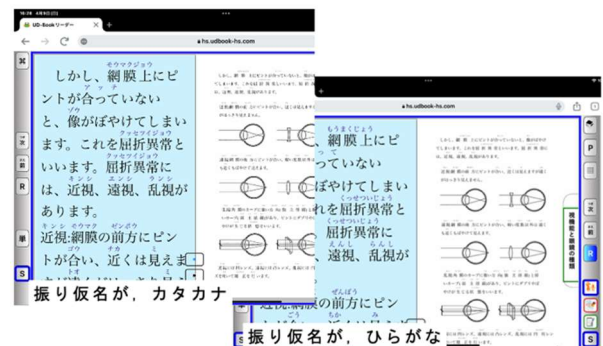
インターフェイスの画像には等価テキストを付与することで視覚障害のある教員のアクセシビリティを向上させる。

製作者が読みを指定できることで、正確な読みが可能となり、点字デバイスへの正確な表示の可能性が高められる。

## 【発達障害】

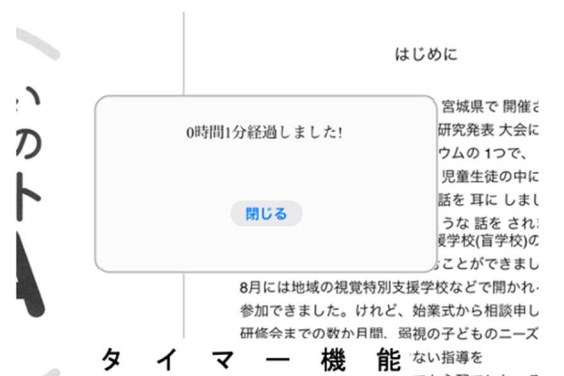
### ①の機能について

●**振り仮名表示機能**：漢字の振り仮名の表示機能をひらがな、カタカナから選択できる機能を搭載した（右図）。設定画面で、ふりがなの種類を選択するだけで切り替えができる。



●**配色設定機能**：発達障害の中には感覚過敏により白い背景を眩しく感じる場合がある。そのような場合に背景色を設定することで、適した刺激量を個別に設定できる機能を搭載した。

●**カウントダウン機能**：見通しを持って本システムを利用できるようにするために、カウントダウン機能を搭載した。UD-Bookリーダーを利用する時間を時と分で指定できる。例えば、これから80分利用しようと思った場合、1時間20分と指定すると、時間がくると、右図のようにアラートで知らせてくれる機能となっている。



●**読み上げ機能**：読み障害のある児童生徒にとって、読み方を教材製作者が指定することで、できるだけ正

確に読み上げる機能を搭載した。

## ②の機能について

●読み順序指定機能：教材の構造は複雑である。よって、音声読み上げの際、その順序が重要となる。UD-Bookビルダーは、読み上げの順序を教員などの製作者が指定できるように読み上げ順選択機能を搭載した。この機能により音声読み上げ＋ハイライトは製作者が意図した順序で連続的に行われ、読み上げによる理解を助ける効果を見込める。

●数式表示・読み上げ指定機能：発達障害の児童生徒の中には、3桁以上の数詞や分数などの数式の読み上げに困難を生じ、数詞や数式へのアクセスが滞ることがある。そこで、UD-Bookビルダーには、数式の表示とその読み上げ方を製作者が指定できる機能を搭載した。

●ポップ機能：発達障害の児童生徒の中には、写真や絵を見たときに、その表情を認識することや表情の意図を捉えること、図の意図を汲み取ることに困難を生じることがある。そのような困難が想定される場合、製作者がUD-Bookビルダーで図にポップを置き、利用者の操作でポップを表示して文字による説明が読むことができる機能を搭載した。ポップ内の文字は読み上げ、読み方指定に対応しているため、正確に音声で伝えることが可能となる。抽象的な画像情報を理解する上で効果を見込むことができる。

### (3) 事業の成果

#### 1 委託研究の成果の概要

UD-Bookを児童生徒が利用する部分については当初の予定通り、既に稼働しており、視覚障害特別支援学校、小学校、中学校の実践校で利用していただいている。以下のコンテンツを製作し、活用中である。試験での利用も複数回行われており、本システムの機能性・信頼性の高さを示していると捉えることができる。

- ・サンプル（著作権フリーの教材） 小学校（3コンテンツ）、中学校（3コンテンツ）
- ・テスト（試験） 中学校（16コンテンツ） 3期実施
- ・授業用資料 小学校（6コンテンツ）、中学校（1コンテンツ）、特別支援学校（小）（1コンテンツ）、特別支援学校（中）（1コンテンツ）、特別支援学校（高）（7コンテンツ）、特別支援学校（専攻科）（1コンテンツ）
- ・宿題（家庭学習、配布資料） 特別支援学校（全校）（1コンテンツ）、特別支援学校（中）（1コンテンツ）、特別支援学校（高）（1コンテンツ）であった。

コンテンツの製作依頼を複数回行う学校もあることは、本システムの機能への評価と捉えることができる。

本システムの機能性、UD-Bookの仕様の妥当性の評価のため、実践校を訪問して実地での調査を行い、システムへの反映を行った。県外は2回、県内は30回以上の訪問調査、オンライン説明会を実施した。

次年度着手予定のオンラインUD-Bookビルダーは、現在、ローカルサーバーでは稼働しており、現在、本サーバへの移行を進めている。ビルダー部分の開発は予定を上回って進んでいる。

## 2 システム開発

再委託業者によりサーバーの構築を行い、<https://hs.udbook-hs.com/Entrance/> で広大UD学習支援システムは既に稼働している。サーバーはセキュリティ情報及びシステムを定期的に更新しており、海外のIPアドレスからのアクセスを遮断する設定を行い、DOMを含むあらゆる海外からのアクセスを遮断し、システムのセキュリティの向上に取り組んでいる。

システム開発は、雇用した研究員4名で行った。分担は、プログラム開発、広大UD学習支援システムデータベース及びミドルウェア開発、広大UD学習支援システムミドルウェア及びユーザーインターフェイス開発、リーダーの各端末への最適化作業担当であった。教育研究補助職員は、各学校との調整、コンテンツ開発を担当した。

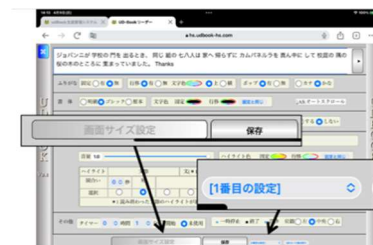
広大UD学習支援システムのページを開くと右図上のようなユーザー認証画面が表示される。指定されたユーザーIDとパスワードによりログインして利用することができる。



ログイン後の画面は右図中の通りである。利用できる教材がマトリクス状に配置された画面が表示される。ここでは、教員やシステム管理者などの管理者が、児童生徒の利用者に割り付けた教材コンテンツのみが提示される。教材の名称と、1枚目の画像のサムネイルが表示され、文字と画像から教材を特定できるようにしてある。右図中の図の左上の設定ボタン（私たちは、利用者へ伝える際「四つ葉のクローバー」と呼んでいる。）を押すことで設定画面に移動する。



右図下は、設定画面である。最下部を拡大している。最下部には、自分のプロフィールを設定するボタンがあり、ここで自身が使用する端末の台数分プロフィールを作り、使用端末別に画面サイズ設定や、ここで設定できる項目を各プロフィールで保存できる。左下の「画面サイズ設定」ボタンを押すことで、端末の縦横比や解像度に応じて、自身で画面サイズを設定することができる。これらの機能は、利用者への聞き取りの中で、「学校と家庭とで利用する端末が異なり、それぞれで使うたびに縦横比設定し直すのが大変である。」との声に応えるために設けられた機能である。



広大UD学習支援システムの仕様について、その妥当性を確かめるために令和4年1月20日から1ヶ月間アンケート調査を実施した。33名の利用者から回答があった。回答の詳細は下表に掲載した。

質問項目	効果有	効果無	未使用
固定モードで原本と似たレイアウトで表示する機能	21	0	12
固定モードで振り仮名が表示できる機能	20	0	13
固定モードで読み上げる機能	18	1	14
固定モードでハイライトする機能	19	0	14
固定モードで背景色を設定できる機能	14	4	15
固定と行移モードを1画面で表示する機能	7	0	26
行移モードで文字のみが表示できる機能	8	0	25
行移モードで振り仮名が表示できる機能	8	0	25
行移モードで読み上げる機能	7	0	26
行移モードで背景及び文字色を設定できる機能	6	1	26
行移モードで文字サイズを変更できる機能	8	1	24
行移モードで縦書き/横書きを設定できる機能	4	3	26
行移モードで書体を設定できる機能	12	3	18

33名が回答したが、半数程度は行移モードを利用していないことが伺える。行移モードを利用した回答者は視覚特別支援学校の在籍者であり、行移モードのニーズは主に、弱視の児童生徒であることが伺えた。それ以外の機能について、行移モードに関連した機能を除くと、ほぼ全ての利用者が利用する上で効果的であると回答したことから、本システムの各種機能の妥当性が示されたと考えている。特に「固定モードで原本と似たレイアウトで表示する機能」、「固定モードで振り仮名が表示できる機能」、「固定モードでハイライトする機能」では100%、「固定モードで読み上げる機能」では95%が効果を感じたと回答しており、本システムの根幹部分の仕様について利用者全てに支持されたことは大きな成果である。

教材との関わり方についてアンケート結果を下の表に示した。「教材を読むことを前よりも嫌がらない」、「文章を読むことに興味をもつ/楽しいと感じる」、「授業や勉強が以前より楽しくなる」、「学習の効率が上がった」、「テストの点数が上がった」について効果があったとの回答は33%から48%であり、逆効果であったとの回答は0%であった。つまり、同システムを利用することで、効果を感じることができることはあるが、返って学習効果が低下するといった負の効果は認められなかったことが明らかとなった。

質問項目	効果有	効果無	逆効果
教材を読むことを前よりも嫌がらない	16	17	0
文章を読むことに興味をもつ/楽しいと感じる	13	20	0
授業や勉強が以前より楽しくなる	13	20	0
学習の効率が上がった	14	19	0
テストの点数が上がった	11	22	0

次に、特に読みに困難のある利用者20名に限定して読みのどのような点で効果があったのかについて質問を行った。アンケートの結果は以下の表に示した通りである。ここでの問いは「スムーズ



（流暢）に読む助けとなる」、「文章を正確に読む助けとなる」、「ひらがなや特殊音節を正確に読むことができる」、「漢字を読む際の助けとなる」、「文章の内容理解の速度が上がった」、「文章の内容理解が促された」であった。これらの項目について、効果があったとの回答は60%から80%であり、逆効果であったとの回答は0%であった。これらの項目においても、流暢な読みや正確な読みを妨げるといった負の効果は認められず、逆にそれらを促す効果が40%前後の利用者で確認できた。

質問項目	効果有	効果無	逆効果
スムーズ（流暢）に読む助けとなる	15	5	0
文章を正確に読む助けとなる	16	4	0
ひらがなや特殊音節を正確に読むことができる	13	7	0
漢字を読む際の助けとなる	15	5	0
文章の内容理解の速度が上がった	13	7	0
文章の内容理解が促された	12	8	0

### 3 実地調査

本事業では、15校の学校に説明会を実施した。そのうち、利用に至った6校との協働の記録は以下の通りである。なお実践校の番号は承諾をいただいた順である。

#### 実践校 1 A 特別支援学校

開催日	会議名
2022年6月16日	全体会議
2022年8月22日	説明会
2022年12月16日	活用調査

#### 実践校 2 B 特別支援学校

開催日	会議名
2022年6月14日	全体会議
2022年8月22日	説明会
2022年12月12日	活用調査

#### 実践校 3 C 中学校

開催日	会議名
2022年7月12日	全体会議
2022年8月31日	説明会
2022年9月22日	活用調査
2022年11月16日	活用調査

#### 実践校 4 D 小学校

開催日	会議名
2022年7月22日	全体会議

2022年9月26日	説明会
2023年1月23日	活用調査

#### 実践校 5 E 特別支援学校

開催日	会議名
2022年6月14日	全体会議
2022年8月26日	説明会
2022年11月30日	活用調査
2022年12月14日	活用調査

#### 実践校 6 F 中学校

開催日	会議名
2022年7月13日	全体会議
2022年9月28日	説明会

全ての学校で全体会議、説明会を、F中学校を除く5校では活用調査を実施した。その中でも、事業にとって重要な「活用調査」について詳細を報告する。

(1) A 特別支援学校（調査日：2022年12月16日（金）8時45分～16時55分）

小学部と中学部の児童生徒4名が授業で利用する様子を観察した。端末はiPad、ブラウザはSafariを利用していた。

小学部の2名の児童は社会の授業で、教育委員会が作成した副読本を学習システムでUD-Book教材化して利用していた。児童2名の内1名は点字を使用しており教員と共にiPadを操作していた。教員のニーズとしては、教育委員会が配布している副読本を読み上げてほしいという内容であり、教育委員会から入手したPDFからUD-Book教材を製作して利用していた。本学習支援システムの長所として、人物名などの読み方が指定できる点、ブラウザで利用することでアップデートがすぐに反映される点が挙げられた。

中学部の2名の弱視の生徒の英語の授業で、不定動詞変化表を学習システムでUD-Book教材として利用していた。UD-Book化の狙いは「英語発音の確認ができ自宅学習で効果があると考えたため。」であった。本学習支援システムの利点として、英語をネイティブに近い発音で読み上げる点、リーダーの音声を利用することで生徒自身のペースで学習できる点及びブラウザで利用することでアップデートがすぐに反映される点が挙げられた。

UD学習支援システムの改善希望としては、「音声停止後別の音声再生される。」、「全体的に小さくて見えにくい。」、「表などの細かな文字をタップすることが難しい。」、「自動ページ送りができない。」があげられた。

本学習支援システムで実装しているUD-Bookリーダーについて、英語の発音、読み方の指定など、読み上げに関する評価が高かった。一方で、拡大の際の機能の点で改善する点が明らかとなった。ただ、機能や操作方法を十分に共有できていないこともあったため、周知の方法を検討することも大切である。

(2) B特別支援学校（調査日：2022年12月12日（月）14時30分～15時15分）

専攻科第2学年の専門科目（整形外科検査法）の授業を見学した。対象生徒の視力は0.06であった。使用機材はiPad第6世代、アップルペンシル、キーボード、アクセシビリティ機能は拡大機能やピンチによるズーム機能を使用していた。元となる教材はPowerPointで作成されていた。UD-Book化のねらいは、「量が多くない教材で、かつ、いくつかの学年で使える教材が好ましいと思い整形外科の教材を選んだ。」といったことであった。

学習支援システムの利点として、正確に音声読み上げができる点、マルチプラットフォームに対応している点、文字色の変更や拡大機能など教材を読むことに関係するレイアウトの設定項目が充実している点が挙げられた。

学習システムを用いての生徒の変容については「元々GoodNotesを利用して授業を行っていたが、今回はUD-Bookリーダーで授業を行なったという経緯がある。そのため利用した効果については評価しづらい（これについて「GoodNotesの機能をリーダーで代替して使用したため、今回は効果といった面で評価が難しかったですか？」といった趣旨の質問をしたところ「あくまで今回は評価ができないだけである」といった趣旨のことを回答された。）。機能についてはGoodNotesでも行える拡大などの機能をリーダーで利用して使用していた。評価ができない理由については生徒の困難さによってリーダーが適しているか適していないかが変わってくると感じた。特に漢字が読めない児童生徒などには効果があると感じたので、今回は20歳の生徒を対象としたが、学年を低くしたり、別の教材で試したりすると効果が見えてくると思う。今回は音声の読み上げについてはとても素晴らしい機能だと感じたが、生徒のニーズにあまり合わなかったようだ。」ということであった。

学校現場全体での変容については「GIGAスクール構想や就学奨励費によって高等部の普通科までiPadを所持しているが専攻科は端末が配布されていない。端末面ではiPadを持っている生徒が多いが、Windows+PCトーカーの環境も存在するので環境整備が非常に難しく、こういった教材が適しているか、Windows+ナレーター+リーダーだとこういった状態になるかなど、そういった考慮が非常に難しいと感じている。特に毎年環境が変わるためその点が非常に困難。そのため、マルチプラットフォームに対応しているリーダーに期待しており、今後広がったら環境整備がある程度容易になるため学校で使用しやすいと感じた。」とのことであった。

本学習支援システムは読み方の指定が可能なおことから、同校専攻科のように専門教科・科目の資料についても正確に読み上げることができる点の評価が高かった。一方で、行移モードの文字サイズがより大きいほうが良いという改善点が挙げられた。弱視の児童生徒のニーズを満たすために、この点については検討をする必要がある。

(3) C中学校（調査日：2022年11月16日（水）11時00分～12時30分）

第1学年の中間考査で本学習支援システムを利用した。教科は、国語、数学、社会、理科、英語であり、利用機材は学校備品のiPadであった。利用生徒は1名で、当該生徒は読むことに困難を抱えているため、UD-Bookリーダーの利用を考えたとのことであった。試験は図書館を利用し別室で受験した。使用端末はiPadであり、学校端末（iPad無印世代不明）と個人端末（iPad Pro）の2台を使用していた。併せて、問題及び解答用紙を拡大コピーしたものも配布されていた。右にGoodNotesを起動した個人端末で解答していた。解答用紙は事前に写真撮影後、PDF化し、拡大して書き込みを行っていた。一画面5行（解答欄）程に拡大していた。拡大率が100%でも書き込む事ができていたが、拡大することで視覚的なノイズを減らすことで記入欄を明確に認識することを狙いにしてい

るようであった。左にUD-Bookリーダーを表示させている学校端末を置いていた。

UD-Book化したことによる効果について、生徒の変容としては、「ペンで書くときとキーボードで入力することを分けて記入しているが、打ち込みは慣れていないので遅い。書字にも困難さが出ている。しかし、本人はテストに時間内に入力を終わらせたいという気持ちが強く、このままではいけないと思い、タイピングの練習をしている。教師としては本人の意識が変わってとても嬉しく思っている。」とのことであった。教員の変容としては、「合理的配慮としてiPadをしっかり使わせてみよう」という姿勢が教員全体に出てきたため、普段の授業からiPadを本生徒に使わせる事ができていることが挙げられた。また、Google classroomを利用しているため、iPadを用いたファイル提出はインターネットを経由して行っている。これは印刷して提出など、他生徒と違う時間に行う必要がなくなり、対象生徒の提出物に対するハードルが低くなった。さらに、教員もファイルの入手・閲覧が楽になって良い状態になっているとのことであった。

UD-Bookの今後の期待としては、機能としては充実しているという意味で特になく、英語の発音についてはナチュラルな発音ではないが以前の学校で使っていた教材と比べると大変良いとのことであった。

同校は読みに困難のある生徒の合理的配慮として、定期考査及び業者テストを本学集支援システムを利用して実施している。試験で利用することを考慮し、コンテンツの表示開始日時、終了日時を設定できるモードを新たに開発し実装した。考査においても、読み上げの正確さや英語の読みの流暢さの評価が高かった。

#### (4) D小学校（調査日：2023年1月23日（月）13時30分～16時30分）

自閉症・情緒障害特別支援学級に在籍する7名の児童の授業を調査した。使用した教材は国語及び算数の教科書で、利用機材はiPad、ブラウザはsafariを利用していた。本学習システムでUD-Bookを利用したねらいは、読みが苦手な児童が多いため、音声を聞いて授業を行いたかった。普段は教科書を読んで皆に教示しているが、今回はそれをリーダーで行いたいということで教科書を利用した。

本学習支援システムを利用した理由としては、リーダーは、音読しにくい児童の保護者には好感触で、喜んでもらえており、スマホからでもアクセスできる点も良いとのことであった。児童の興味も高く、児童からハイライト表示が良いとの発言があり、児童にUD-Bookリーダーと自治体が導入しているシステムを比較してもらったところ、UD-Bookリーダーは「文字をハイライトで表示させるのが良い。」「発音は気持ち悪いと感じる。」、市のシステムは「声が聞きやすい。」「文字のハイライトは表示されない。」とのことであった。

本学習支援システムを導入したことによる効果を担任教員から聞き取ったところ、「調査日とは別に教科書会社のCDを使って授業を行った。音声の聞き取りが可能な児童に読むのと聞くのならどっちが頭に入りやすいか尋ねた。児童は聞く方が良いと回答した。この経験から文章を聞くことを重要視しており、音声教材についてもっと他に使い方があるのではないかと考えて模索している。今までの経験から、音声を聞いて教科書を見ない児童もいる。これは同時処理が難しいことの証だと感じている。音読は同時処理の負荷が高いと考えているため、児童にとってはかなりの負担だと感じている。そのため、音声教材はこれらの課題を解決できるものとして期待しており、今後児童に効果があると感じている。特に音声教材で一度音声を聞いた後に読みを行うことで効果が現れてくるのではないかと考えている。」とのことであった。児童の実態を考慮してさまざまな学習方法を

検討されており、その一つとしてUD-Bookの利用も検討しているとのことであった。

本学習支援システムに今後望むこととして、集団で授業を行うとき音声重複するので授業への参加が難しい、タブレットを利用するため他のアプリやサイトなどを開いてしまう、ピッチなどの設定を変更して遊ぶなどのことがあり、授業実践での困難さが伺えた一方で、学習支援システムでの対応というよりも指導する際の工夫に依拠する点でもあると思われた。また、子供たちが簡単にログインできる、例えば二次元コードを使うなどの工夫があると良いとの意見があった。

今日はUD-Bookリーダーがなければ「何ページ何行目を見てください」という形でやろうと思ったが、それは今日の子供たちには難しく感じたため、電子黒板で教示させる方法なら可能かと思い、UD-Bookリーダーを電子黒板に映して、教室全体で共有する形で行った。今日は校内授業会と兼ねていたが、デジタル教科書導入後の提案も行いたいと感じてこの授業形態で行った。書き込み機能についてはまだ行っていないためUD-Bookリーダーでの感覚はわからないが、デジタル教科書のモニタリングをしたときに気になったのが、ノートやメモなどの機能が使いづらいことであった。一つのシステムで読み書きができた方が楽だと思うのでその機能は強化してほしい。結局紙と鉛筆を出さないといけなくなると、紙の教科書ノートに戻ってしまう。」とのことであった。

本学習支援システムにより、ハイライト付きの読み上げ機能は読みに困難のある児童の学習に貢献することやiPhoneまでも含め、マルチプラットフォームで本学習支援システムが利用できることは保護者の活用の敷居を下げることにもつながることが伺えた。一方で、音声の抑揚などの不自然さを指摘する声も見られることからこの点の改善は引き続き行なっていく必要がある。

#### (5) E特別支援学校（調査日：2022年12月14日（水）13時30分～14時15分）

高等部の弱視の生徒の古文の授業を調査した。利用機材はiPad及びアップルペンシル、利用ブラウザはSafariであった。教材を製作したソフトは、PowerPointであった。

UD-Book化のねらいは、「普段UDブラウザで教科書を使用しているが、古典はUDブラウザでは読み上げてくれないことが課題であった。それを解消できるのであればUD-Bookを使ってみたいと考えた。」とのことであった。

本学習支援システムを利用した利点は、UDブラウザは画面自体にノートとしてテキストデータを保存できないが、本学習支援システムで実装されているUD-Bookリーダーだとノートとしてテキストで入力して保存できることが良い。ただし、この機能は本日の授業中にうまくいかなかったので、改良して欲しい。音声の読み上げについてはそれほど気になることはないと思う。特に、細かく設定できるので良いと感じた。生徒本人には使いやすい状態に設定してもらい使用している。」とのことであった。生徒の感想は「読み上げ画面と図表が一度に見えるのが良い。ふりがなの表示ができるのが良い。テキストのノートを書き込みができるのが良い。保存ボタンがあるので保存しやすいのが良い。すぐにホーム画面に戻れるのが良い。」とのことであった。

上記の通り、通常の授業から、定期試験に至るまで、また小学校から高等部専攻科まで、さらに小学校から特別支援学校まで様々な学校種で実践に加わっていただき本学習支援システムを検証していただくことができた。頂戴した意見の中から以下のような改善を行った。

D小学校からいただいた「二次元コードログインできるように」という意見については、既に実装されている。設定画面の最下部に、二次元コードというボタンがあり、そこを押すことで、カメラ

が起動し、教材を共有したURLを二次元コード化した画像を写し込むことでその教材を閲覧できるようにした。

A特別支援学校からいただいた「家庭での学習にも導入すると効果が見込める」との意見を受けて、マルチプロファイル機能を搭載し、学校と家庭など複数の端末の設定を個別に保存・読み出しできる機能を実装した。

広島県立B学校からいただいた「リフローでもう少し大きな文字まで設定できるようにしてほしい」については、現在、70ポイントまで設定できるように設定値を大きくしている。

C中学校からは「英語の発音について、ナチュラルではないがよくなっている」との評価もいただき、リーダーの機能の向上が評価されるコメントもあった。

上記の通り、活用調査を行い、その結果を開発にフィードバックしている。

#### (4) 今後の課題と方策

現在、フリーの音声APIを利用しており音韻情報をX-sampa, SSMLなどのような音韻情報を直接定義する規格を利用することができず、「私は」の「は」にさえ「わ」と読み方を指定せざるを得ない状況である。商用の音声エンジンであればX-Sampaなどに対応したものもあるが、それを活用するためには、年間200万円程度の経費がかかる。そのため、現在は、読み方の指定にかなりの人件費を割いて作業をしている。受託事業者としては与えられた予算枠で、最大の努力を行っているが、それに加えて、そのような市場や技術的背景を見据えた予算措置がなされることも大切であると考え

る。

学校での端末状況、通信状況は千差万別である。GIGAスクール構想の実現に向けた整備が進んでいることから、オンラインでGIGA端末を使えば、どこの学校でも利用できるだろうといったことは幻想であると感じた。このような事業を通して、それらの端末の活用の有効さや活用方法を一つ一つ学校と共有しながら、その中で公正に個別最適化された活用について学校の実態に応じて提案をしながら広めていくといった、地道で根気強い取組が今後も求められると考えられる。