

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年5月30日現在

機関番号：23902

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22615037

研究課題名（和文）

デジタル教科書による、教科書ユニバーサルデザインの研究

研究課題名（英文）

The research for building the concept of the universal design for digital textbooks

研究代表者

柴崎 幸次（SHIBAZAKI KOJI）

愛知県立芸術大学・美術学部・准教授

研究者番号：10315872

研究成果の概要（和文）：

本報告は、教科書ユニバーサルデザインの概念構築として、様々な障害や個性にかかわらず、児童・生徒が使いこなせる教科書デザインについて研究と考察をおこなった。

拡大教科書やデジタル教科書の研究とデザインは特別支援教育や法的整備により注目されているが、その現況調査と実施デザイン及び制作支援をおこなった。デジタル教科書の構想については、ユニバーサルデザインの見地から、今後の教科書のデザイン、デバイスやコンテンツのコンセプトについて研究しデザイン構想としてまとめた。

研究成果の概要（英文）：

This research shows the concept of the universal design for digital textbooks that all students including various kinds of disability people can use with comfort.

Large-print textbooks and digital textbooks are increasingly given attention on the background of developing special needs education and making legislative preparations, so we surveyed the existing conditions and designed some examples.

And we show the design concept for digital textbooks from the viewpoint of the universal design for next-generation textbooks.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,600,000	780,000	3,380,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
2012年度	200,000	60,000	260,000
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野：時限

科研費の分科・細目：デザイン学

キーワード：デジタル教科書、拡大教科書、ユニバーサルデザイン、特別支援教育

1. 研究開始当初の背景

日本の教科書事情は、戦後一貫して継続されてきた学校教育において、全員が同じ教科書を使い、教師が板書し生徒はノートをとっておこなう形が一般的であったが、若干の障害のある生徒達は文字が読みにくいことに

より苦勞を強いられ、授業について行くことが困難であった。近年、特別支援教育等の整備や平成17年以降弱視生徒のための拡大教科書の無償給与など、国は法の整備により様々な障害に対して学ぶ権利を保障した教科用特定図書を提供し、一般学級、特別支援

学級にて障害をもつ生徒が自ら学べる環境作りを目指している。

教科書のデジタル化は日本では欧米やアジア諸国より遅れをとっており、3年前からようやく総務省による「フューチャースクール推進事業」や文部科学省「学びのイノベーション推進協議会」の実証実験が実施されているが、本格的な全校実施に向けてはその仕様決定やコスト面の問題などにより実現レベルには至っていない。研究開始当初からデジタル教科書は、通常の授業及び弱視生徒を含む特別支援教育等のツールとして期待されていたが、日本では現在においても発展途上で、通常授業に使用できるほど一般化されていない。また、最も重要な教科書のデジタルコンテンツの仕様作成が過渡期であるなどファイルフォーマットの検討も大きな課題であり、現実にこの仕組みを初等中等教育に展開するには相当な困難があると予想される。

これに対し大手の教科書出版社から発売されているデジタル教科書は、教員が授業に使う教材的な画像、音声を含むデジタルコンテンツのパッケージであり、一部の学校や教師の自己努力によって副教材として使用している例はあるが、生徒各自が持つ教科書自体のデジタル化には至っていない。

デジタル教科書は小中学校のみならず、文章量の多い高校での弱視や肢体不自由などの教科書として期待が大きい。実際に、障害のある生徒が一般学校で学ぶ場合、教科書を読むという行為に大変な苦勞があり学習の遅れが目立つことや、拡大教科書など特別な教科書を与えられる恥ずかしさなど心理的な問題も含め解決すべきことは様々である。一般生徒はもとより、すべての障害を持つ生徒達の対策として教科書ユニバーサルデザインの実現を目指したい。

2. 研究の目的

本研究は、ユニバーサルデザインの教科書を実現するため、デジタル教科書を視野に入れ、その標準的なコンテンツとインターフェースの構成等調査を行い、具体的なモデルケースを示すことにより、新しい教科書デザイン仕様を作成することを目的としている。将来的に、教科書そのものがデジタルデータで供給されることを想定し、デジタルデバイスやオンデマンド出版を駆使し、適切なカスタマイズによりユニバーサルデザインの教科書を作りあげる為の基礎研究として位置づけている。

また、平成20年5月に成立した「障害のある児童及び生徒のための教科用特定図書

等の普及の促進等に関する法律」による教科用特定図書の発行に関する教科書出版社の努力義務や特別支援教育のあり方に注目している。現在弱視生徒に無償給与されている紙による拡大教科書は、文字が大きく拡大される分、ページ増による分冊数の多さや一般教科書より重くなること、再編集される拡大教科書がわかりにくいことなど使い勝手の問題があり、弱視生徒にとって拡大教科書は大きなメリットもあるが、決して使いやすいものにはなっていない現状がある。さらに拡大教科書の事業には多大なコストが掛かっており、給与する国や教科書出版社にとっては無視できない問題である。

これらを踏まえ小中学校、教育委員会、文部科学省教科書課、教科書出版社との連携により、デジタル教科書の一般普及における先駆的な取り組みとして検証と実験を行い、開発実現の先駆けとしたい。またそれに関連し、文科省拡大教科書普及推進会議における教科用特定図書関連の検討事項を参照しながら研究をすすめることとする。

3. 研究の方法

まず、新しい教科書デザインの基本概念を構築するため、コンテンツとデバイス、学校の教室環境、さらに進んだ海外の実施例の調査などを行った。これらの調査にもとづき教科書コンテンツの表現方法とデジタルデバイスの構成に関する検討を行った。

(1) 海外などの先進事例の調査

デジタル教科書に関して日本よりすすんだ取り組みを行っている韓国の事例を調査した。韓国では、2015年までにすべての教科を対象にデジタル教科書移行を表明しているが、現状で行われているデジタル教科書の授業を視察した。

①HANBAT Middle School ハンバツ中学校訪問、平成23年9月21日（韓国：大田廣域市東区太田路67番地）

②OSANDAEWON Elementary School オサンデウオン小学校訪問、平成23年9月22日（韓国：京畿道烏山市京畿大路25番道45）



以下に調査時の韓国のデジタル教科書事情の概略をまとめる。

- ・デジタル教科書の使用校は、小学校60校、中学校10校。
- ・タブレット型ノートパソコン（以下タブレットPC）を使用し、OSはウィンドウズでFlash

によるコンテンツを利用。他のプログラムも併用、書き込みも可。

- ・デジタル教科書の提供元は国の機関。
- ・デジタル教科書の対象学年は小学4年から中学1年までと、高校1年のみで推進。
- ・紙媒体の教科書がベースとして残っており、現状では一部のクラスがデジタルクラスとして授業の一部をデジタル教科書で行っている。
- ・デジタルデータの作成は、紙媒体が先につくられてからデジタルコンテンツがつけられている。
- ・現状では、デジタル教科書で授業をできる教師の数は少ない。講習の上認定する制度をとっている。

(2)教科書出版社への調査

拡大教科書、教科書データのデジタル化についてアンケート調査及びヒアリング調査を行った。以下は概略である。

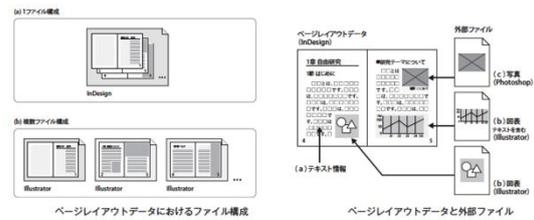
- ・現在の教科書は、そのほとんどがDTPシステムにより制作されているが、オリジナルフォントの使用やデータの互換性問題など、データ変換は難しい。(教育の場で使用する教科書の用途から、誤変換が一切許されない)
- ・教科書の発行点数は数多く、現状ではデジタルでの使用やデータ変換を想定していない。
- ・拡大教科書の制作もデータ変換により行っているが、実施においての作業は想像を絶する困難もあった。
- ・デジタル教科書に関しては、各出版社が自社の教科書の補助教材として、電子黒板などで使う教員指導用のものは開発しているが、生徒用はまだ実現にはほど遠い。

(3)教科書コンテンツについての調査

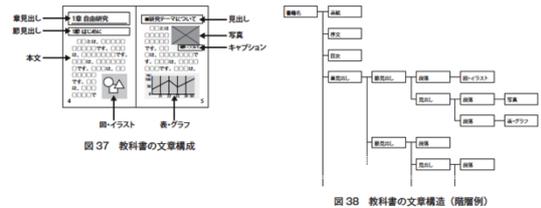
教科書のデジタル化に際して、教科書コンテンツとはどのような構造になっているのか検証を行った。教科書コンテンツは大きく分けて教科書の教える内容そのものと、どのように授業で教えるかを示す授業案に関する部分があり生徒の学習や授業での使用を想定している。

①教科書デジタルデータ

- ・教科書デジタルデータとは出版に向けてDTPシステムを使い修正を繰り返しながら完成させる最終印刷用デジタルデータを指す。
- ・教科書は、編集者とデザイナーにより2~3年の歳月で制作されている。
- ・DTPシステムを使用するが、デジタルデータの管理は、1ファイル構成(Adobe Indesign等)、複数ファイル構成(Adobe Illustretor等)により制作されている。後者はデータ変換が大変困難である。



- ・教科書の構成は書籍とほぼ同じで、文章等は構造化されている。科目によって、図、式、問題、読み、書き、聞きなど授業で使いやすい構成になっている。



- ・最近の小学校などの教科書は、写真やイラストが多用されており、雑誌等に近いようなレイアウトも存在する。

②授業案、教科書の内容

授業案は、教科書及び学習指導要領に沿った内容をどの時期にどのように教えるのか具体的な授業計画であり、様々な授業構築の例など主に教員が作成し共有している。また、教科書出版社は教員の意見を取り入れ、この授業案となる内容を教科書に盛り込み、わかりやすく使いやすい工夫を重ね現在の教科書を作ってきた。

(4)学校の環境についての調査

授業の実践において、学校の環境整備はとても重要な要素であるが、デジタルツールの使用について近隣の小中学校3校にヒアリング調査を行った。

- ・小中学校、高校のデジタルツールの使用環境は、新しい校舎と古い校舎でその環境構築の難しさが大きく変わっている。
- ・各教員においては、誤作動、準備の大変さ、生徒の視認性の差など教室でのデジタル活用に抵抗もある。
- ・授業でのデジタルツールの使用時と不使用時の生徒の反応の差なども問題視している。

(5)新しい教科書構成とデジタルデバイス

教科書を表現する新しい仕組みとそれを活用するには具体的にどのような方法があるのか検討した。デジタル教科書とはいえ、完全にデジタル化するのか、従来の紙とデジタルデバイス等を組み合わせる教科書構成もメリットがあるのか検証した。まずは、それぞれの教科書表現の要素と特徴をまとめた。

- ①紙：現在の教科書やノート、最も馴染みがある媒体。将来的な紙の利用としてドットタ

グや2次元タグなど、デジタルに応用は可能。
②タブレット端末など：昨今急速に普及し電子書籍やネット機能など充実している。ただし仕様が様々で、教員とのデータ共有や画面共有など連携機能は開発途上である。教育用にカスタマイズされている訳ではなく使用には習熟度に個人差がでる。

③電子ペン：ドイツのアノト社が開発したドット紙にボールペンで書き込み、その情報が電子化されるペン。教員のパソコンとの通信・共有機能を有する。

(6)まとめ

新しい教科書デザインを計画するには、デバイス、コンテンツ、教室環境、教員のリテラシーをどのように整備するかが実施のポイントになることを確認した。また、現在の教科書のデジタル化には、PDFなどの印刷ドキュメントとして移行することは容易いが、拡大・縮小、文字組を含めたレイアウト変更など、正確な文章と画像情報の関連性を常に保ちカスタマイズできるデジタルデータの変換は困難である。これらを達成するには、データ制作時における、教科書デジタルデータの構造化が必要である。

教科書コンテンツの分析により、デジタル教科書とはいえタブレット PC など使う完全なデジタル教科書の移行もあれば、紙などを効果的に活用しデジタルで補う形の使いやすい教科書を検討可能であることがあきらかになった。

4. 研究成果

本研究の目的は、教科書のユニバーサルデザインに関する新しい形を模索し、デザイン構想としてまとめることであるが、昨今の現状を踏まえ、拡大教科書の発行情形を念頭において研究を進めた。

申請時、教科書デザインの基本概念設計としてD2教科書構成を示したが、この仕様に関しては、タブレット端末など専用デバイスが進化し、PDFや画像、映像のリンク活用によるデジタル表示を達成することができた。

(PDFによる検証は、新興出版社啓林館(以下啓林館)、小学校、わくわく算数1~6年、わくわく理科3~6年を実施した)

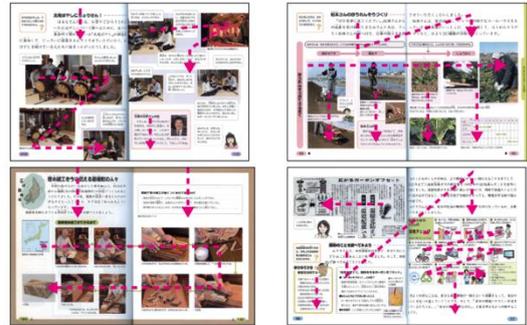


(1)教科書コンテンツについて

次の目標である教科書コンテンツの完全デジタル化を目指し研究を行った。これは紙媒体からデジタルへのコンテンツの変換を

意味し、教科書情報が実際どのように使われているか順序立てて分析した上、その内容すべての関係性を把握する必要がある。

まず、現行教科書の読み方を分析し、教師の授業案との融合や理科の実験の工程など紙では表現しにくかったが、本来は時間軸のあるマルチメディアでの表現がふさわしいものなど、様々なコンテンツとしての分析を行った。



本文のページ例 様々なレイアウトが存在し、見開きではほぼ完結している。イラストキヤラクチャーによる吹き出しなどの文章も教科書の内容の一部となっている。

教科書コンテンツの分析により、現行教科書は、読む教科書と見る教科書に大別することができることが明らかになった。国語・英語など読む要素が強い教科書、算数・理科・社会などは情報量と図説が多く、見て読む行為を繰り返して理解できる形式の教科書レイアウトである。これらのことは教科書コンテンツのデジタル化の根幹に関わることであり教科書コンテンツをどのように扱うことが適切か判断する要素になる。

(2)教科書コンテンツのデジタル化

教科書データを iPad などのデバイスで表現をする実験を行った。条件は、PDF などラスタライズされたデータではなく、電子書籍フォーマットなど、文字の拡大縮小が可能で文字組、書体、レイアウトがカスタマイズできる仕様として制作した。検証は啓林館の教科書データを使用し、小学(算数1~6年、理科3~6年)、中学(数学、社会)、高校(数学I、英語)の中から抜粋して行った。その他、公開が可能である研究室の発行文書等のデジタル化の実践を行った。

①iBooks Authorによるデータ作成



・iBooks Author では、データ移行の作業環境が統一できることや、iPadに限定された閲覧環境ゆえ対応がしやすい。

- ・縦横表示の違いにより縦に表示したときのオブジェクトの扱いが難しい。
- ・縦書き・ルビに対応していない。

②Epubによるデータ作成



図 60 Epub 3



文字サイズ拡大時の見出し、図解番号の例

・ePub に関しては ePub2、ePub3 と更新があるごとに検証してみたが注釈や参考画像が多くレイアウトがある書籍の ePub 化は困難なのが現状である。

・閲覧環境（解像度、画面比率など）が多岐にわたり、レイアウトのある書籍の対応が複雑で困難である。

・ePub3 以降は読み物用のフォーマットとして日本の書籍の形式に対応した部分も多く文庫本などのデータ化には有効である。

・制作環境が複雑になる。（Adobe InDesign で文章の編集・書出後、Adobe Dreamweaver で再編集など）

・リフロー表示であるため、文字サイズの変更でイメージファイルが切れたり、思う位置に配置できなかつたりする。

・オープン仕様であるため、閲覧アプリにより機能が限定される可能性がある。

③補足 MBook (株式会社モリサワ製) 電子書籍作成ソリューションを使ったデータ作成の検証



MBook 3.2

(3) 現状の授業構築に対しての電子ペンの活用

電子ペンを活用した授業実験を行った。電子ペンは、大日本印刷製電子ペンソリューションを活用し、近隣小学校、本学において実

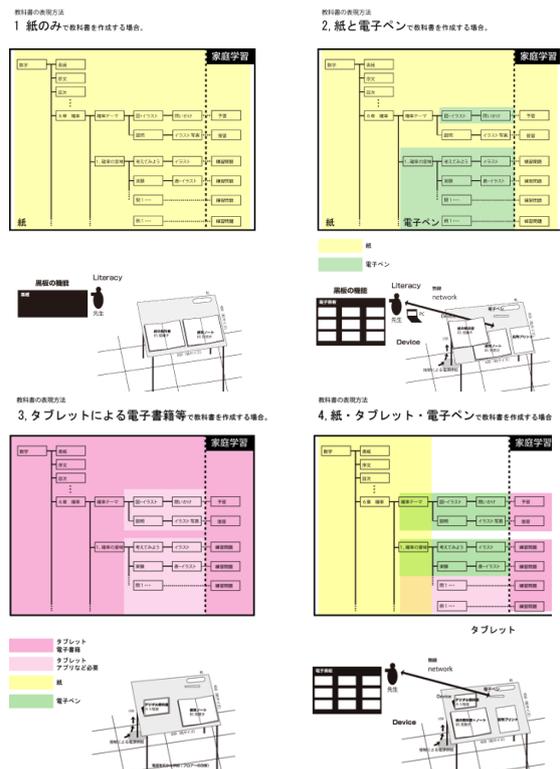
験的に授業で使用した。



(4) 教科書コンテンツの表現方法とデジタルデバイスの構成に関する検討

これまでの検証をふまえ、現在の教科書コンテンツが、デジタルデバイスを含めた新しい構成を構想すればどのように変わるのかを検証した。教科書コンテンツの構造を示し、どの部分をデジタル化するかを検証し教科書構成の概念モデルとし、それぞれの特徴を示した。

使用感、拡大機能、教師との通信機能、付加価値などの特徴を示す。



①紙のみを使用した従来の教科書

- ・慣れ親しんだ紙媒体の読みやすさ。
- ・レイアウトや色など美しい。
- ・拡大は不可。拡大教科書はコストや重さ、大きさが問題になる。

②紙と電子ペンで教科書作成する場合

- ・使用感は紙と変わらずに通信、共有、履歴機能など付加価値を盛り込むことができる。
- ・生徒が書くことを重視した授業が可能。
- ・現在は電子ペンが高価。

