

# デジタル教科書プラットフォームの検討 —アクセシビリティを中心に—

松原 聡・山口 翔・岡山 将也・池田 敬二

## 要 約

電子書籍の普及開始と時を同じくして、教科書のデジタル化の議論も活発化している。電子書籍は、その音声読み上げ機能や、文字拡大機能などによって、「読書困難者」への読書機会を大きく広げる可能性が期待される。従来、紙の教科書について障害のある児童・生徒のために、点字化や文字を拡大した教科書作成などの対応が取られてきたが、こうした手間や費用のかかる対応は、教科書がデジタル化することで、大きく軽減される可能性がある。

デジタル教科書がどのような形で提供されるかは今後の動向次第であるが、複数の教科書会社から、複数の種類の端末に提供されることとなれば、それは一般の電子書籍と同様に、教科書プラットフォームと呼ぶことも可能である。<sup>1</sup>

本研究では、電子書籍のアクセシビリティや、プラットフォームを前提に、デジタル教科書がアクセシビリティを確保するための課題を明らかにし、それを踏まえデジタル教科書の在り方等についてまとめていく。

## 序章 問題意識

### 第一節 電子書籍普及と教科書デジタル化によるアクセシビリティの向上

義務教育に使われる教科用図書（教科書）には、教育の公平の観点等からさまざまな障害がある児童生徒も利用可能な、高度なアクセシビリティが求められる。現状では、拡大教科書のために著作権法が改正されるなどしてきたが、十分な対応がなされているとは言いがたい。

一方、2010年が「電子書籍元年」とよばれたように、一般の書籍のデジタル化が進展している。松原・山口・岡山・池田 [2012]<sup>2</sup>で明らかにしたとおり、電子書籍であれば、文字データをはじめとするコンテンツがデジタル化されているのでタブレットのユーザーインターフェースでおなじみ

---

松原聡：東洋大学、山口翔：立命館大学、岡山将也：日立コンサルティング、池田敬二：電子出版制作・流通協議会

1 山田肇 松原聡 藤井大輔 [2012] 「わが国のデジタル教科書のあり方」『国際公共経済研究』第23号

2 [2012] 松原聡 山口翔 岡山将也 池田敬二 「電子書籍のアクセシビリティ」『情報通信学会誌』第30巻第3号（通巻104号）P.77-P.87（情報通信学会）

のピンチイン、ピンチアウト（タッチパネル上で2本の指で画面をつまむようにして操作すること）による文字の拡大縮小機能や、音声読み上げを可能にするTTS（Text To Speech）といった技術によって、相当のアクセシビリティが確保される。

日本においては、まだ音声読み上げ等に対応する電子書籍、デバイスは少ないが、アメリカでは2007年発売のKindle2をはじめ、多くの電子書籍、デバイスが対応している。このTTSは視覚障害者や高齢者だけでなく、健常者にも聴覚で「読む」という行為が新しい読書スタイルとして定着する可能性がある。満員電車の中でいくら読みたくても物理的に本を開くことができないような「読書困難」な状態でも、TTSであれば聴くことで「読書」が可能となる。こうした電子書籍によるアクセシビリティは社会的意義や福祉の側面で重要であるのと同時に新しい読書スタイルを生み出し、市場拡大につなげるという意味でも見逃せない視点である。新刊書籍や過去の膨大な出版コンテンツにもアクセスできる環境が整備され、誰もが読める電子書籍の環境が整備されることは、出版界そしてあらゆる読者にとって理想的な姿といえる。

日本において電子書籍の普及が遅れ、またアクセシビリティの実現が遅れた原因の一つに、日本語の特性である漢字仮名交じり文、縦書き、ルビ等複数の要因によるものがある。このため、書籍の電子化自体が難しく、さらに文字等の拡大や音声読み上げといったアクセシビリティの確保も困難にした。しかし、EPUB3等、複雑な日本語の書式に対応するフォーマットの開発も進み、電子書籍が、日本語においてもアクセシビリティを確保する条件が整ってきた。同時に、紙の書籍を視覚不自由者等が音声読み上げ等のために電子化する際に、著作権処理を容易にする制度改正も進められてきている。

さて、こういった電子書籍の普及を受けて、教科書のデジタル化が議論されるようになった。政府は、文部科学省「学びのイノベーション事業」と総務省「フューチャースクール推進事業」等の取り組みを始め、また民間も、教科書会社や電機メーカー等が「デジタル教材・教科書推進協議会（DiTT）」を組織し、官・民によるデジタル教科書導入への動きがでてきている。

デジタル教科書が導入されれば、これまで多くの費用や手間をかけながらも不十分であった障害がある児童生徒へのアクセシビリティの確保が容易に行えるようになる。例えば、拡大教科書に求められていた機能である文字拡大は、教科書デバイス上で容易に実現でき、点字教科書も、音声読み上げ機能や点字デバイスとの接続で相当部分が代替できる。さらに、肢体不自由等の理由で紙の教科書のページめくり等が困難な児童生徒も、デジタル教科書であれば、利用が可能となる場合もある。

本稿では、教科書がデジタル化されることを前提に、その際にどのような形でアクセシビリティを確保するかについて、検討を進めていく。

## 第二節 デジタル教科書のプラットフォーム

紙の書籍は、印刷された出版物としての書籍を読者に手渡すことで、「読書」が可能となる。紙の教科書も同様である。しかし、電子書籍となると、読者が電子書籍デバイスを持ち、そこに書籍コンテンツがダウンロードされることで初めて、読書が可能となる。

デジタル教科書も同様であり、教科書のデジタル化されたコンテンツがあり、それを、なんらかの形で、児童生徒が持つ電子書籍デバイスにダウンロードする必要がある。デジタル教科書でも、複数の教科書会社が教科書のコンテンツを提供し、複数の会社が提供するデバイスがあるとなれば、一般の電子書籍と同様の、「教科書提供プラットフォーム」ともいうべきものが必要となる。そこで、障害がある児童生徒へのアクセシビリティがいかに確保されるかが課題となる。

日本においては、デジタル教科書の導入について、まだ議論の途中である。紙の教科書と併存する形で、その紙の教科書をPDF化する形でデジタル教科書が導入されるのか、デジタル教科書専用のコンテンツが、紙の教科書に替わる形で導入されるのかも、まだ明らかではない。

しかし、一般の書籍以上に、公教育を担うものとして高度なアクセシビリティが要求される教科書では、そのデジタル化において、アクセシビリティの確保は大きな課題となる。さらに、日本には小中学生が1000万人以上おり、この大きな市場に、電子書籍の一つといえるデジタル教科書が提供されることは、日本の電子書籍市場全体に大きな影響を与えることになる。デジタル教科書で、高度なアクセシビリティが実現されれば、日本の電子書籍全体のアクセシビリティ確保にも繋がることになる。

こういった視点の元で、次章以降で、デジタル教科書のアクセシビリティ確保の技術的、制度的課題について論じていくことにしたい。

## 第一章 教科書のアクセシビリティの現状

### 第一節 紙の教科書のアクセシビリティの実際

教科書のアクセシビリティ向上については、日本においては2008年6月にいわゆる教科書バリアフリー法（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）が成立し、教科書発行者に標準的な規格の拡大教科書（「標準教科用拡大図書」）の発行等が義務づけられた。これを受けて、DAISYコンソーシアム及び日本障害者リハビリテーション協会が、ボランティア団体と協力して、マルチメディアDAISY版教科書を積極的に展開している。

教科書バリアフリー法は「障害のある児童及び生徒のための教科用特定図書等の発行の促進を図るとともに、その使用の支援について必要な措置を講ずること等により、教科用特定図書等の普及の促進等を図り、もって障害その他の特性の有無にかかわらず児童及び生徒が十分な教育を受けることができる学校教育の推進に資することを目的」（同法第1条）としたものである。これによって、

教科用図書発行者からの電磁的記録の提供が明示された他、視覚障害だけでなく、発達障害その他の障害のある児童及び生徒の使用する教科用図書についても調査研究等を推進することが明示されている。

これに対応して、著作権法も第33条及び34条で、教科書では、視覚障害等を持つ児童、生徒のために、対応が進められてきた。弱視などの児童生徒のために教科書を拡大する「拡大教科書」はその代表例である。著作権法33条の2では、「教科用図書に掲載された著作物は、視覚障害、発達障害その他の障害により教科用図書に掲載された著作物を使用することが困難な児童又は生徒の学習の用に供するため、当該教科用図書に用いられている文字、図形等の拡大その他の当該児童又は生徒が当該著作物を使用するために必要な方式により複製することができる。」と、著作者の許諾なしに「複製」することが認められている。

また、その上で、国立特別支援教育総合研究所（特総研）によって拡大教科書・教材の製作におけるガイドライン<sup>3</sup>が示されている。特総研は、特別支援教育における我が国唯一の国立研究所であり、政策課題や教育現場の課題に対応した研究とその成果の還元、各種研修や教育相談支援、情報普及を通じて、障害のある子ども一人ひとりの教育的ニーズに対応した教育の実現に貢献する研究機関である。

拡大教科書・教材の制作におけるガイドラインでは、できるだけ多くの弱視児童生徒が、活用可能にするために、「全国盲学校及び小・中学校弱視学級児童生徒の視覚障害原因等に関する調査研究」（筑波大学）から、弱視児童生徒の視力程度が0.1前後ということ突き止め、この0.1を基準に文字の大きさ等を設定している。これにより弱視児童生徒が楽に見える文字の大きさと携帯性を考慮し、拡大教科書のサイズをB5判と設定した。

その後、文部科学省による平成20年の「拡大教科書普及推進会議」における、第一次報告<sup>4</sup>によって、標準規格は、できるだけ多くの弱視児童生徒が利用できるものにするため、文字の大きさとして18ポイント～26ポイント（小学校3年までは発達段階を考慮して22ポイント～30ポイント）程度の文字を使用する弱視児童生徒を対象とし、更に、文字の大きさが22ポイントの版を基準に、その1.2倍と0.8倍の3パターンの版を作成することになった。また、これに伴い、B5版に限ることもなくなった。

これらの規格によって、18～26（小学3年までは22～30）ポイントで文字を使用する弱視児童

3 国立特別支援教育総合研究所「弱視児の視覚特性を踏まえた拡大教材に関する調査研究—弱視用拡大教材作成に関する開発および支援について—」

[http://www.nise.go.jp/kenshuka/josa/kankobutsu/pub\\_c/c-43.html](http://www.nise.go.jp/kenshuka/josa/kankobutsu/pub_c/c-43.html)

4 文部科学省 [2008] 『拡大教科書普及推進会議 第一次報告』

[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/kyoukasho/1282329.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/kyoukasho/1282329.htm)

生徒は教科書の利用ができるようになったが、それでも、弱視児童生徒のニーズすべては網羅できない。そのため、さらに対応が困難な弱視児童生徒については、拡大写本ボランティアが行うプライベートサービスに頼らざるを得ない現状もある。その際の編集は、原本に即して、同じ内容、同じレイアウトで制作することが基本原則となる。また、低学年での学習ポイントに応じて、レイアウトを考慮するが、地図の見方が理解できるようにわかりやすく編集する必要がある、といった指摘がなされている。

## 第二節 デジタル教科書のアクセシビリティに求められているもの

ここまで、教科書では障害のある児童生徒のための高度なアクセシビリティの確保が求められるとしてきた。視覚障害、聴覚障害、肢体不自由、学習障害、様々な障害について、現状では、特別支援教育での対応や、教科書の点字化、拡大教科書の作成などが行われている。これらは、多くの手間や費用のかかる作業となっている。例えば、点字データの準備や、拡大教科書の作成、音声データの作成などは、紙の教科書をベースに、それぞれ個別に制作しなくてはならなかった。しかし、現在でも、教科書会社が紙の教科書を作成する上では、DTPによるデータ編集が一般的となっている。デジタル教科書を待たずしても、この時のデジタルデータを効率的に利用することができれば、一つのデータから、拡大教科書、点字、音声など各種障害にあわせたデータの準備も可能となる。

デジタル教科書で、すべての障害のある児童生徒への対応ができるわけではないが、視覚障害等の多くの障害に対応できることに注目すべきである。その上で問題となるのは、一般の電子書籍と同様の、アクセシビリティ化における基準の策定である。たとえば、特定のフォーマットに依存しない制作手順ができれば、障害に応じて教科書をアクセシブルにできる可能性が広がる。

特総研では、特別支援教育におけるICTの活用に関する研究も進められている。この研究では、教科書の内容（意味実体）となるコンテキストと、コンテキストを再生及び実行するための入れ物（コンテナ）に分けて考え、どの教科書にも共通して含まれるコンテキストにはどのようなものがあり、ガイドラインを制定するために、コンテキストやコンテナがどのような仕組みになっているとよいかを整理している。

一方、教科書のデジタル化にも、電子書籍一般と同様の問題が存在する。漢字を別読みした場合、その漢字がどの字で構成しているかを説明しない限り、読者（児童生徒）には決して伝わらない。例えば、「宇宙」と書いて、「そら」と読む場合、単にルビ表記に従って「そら」と読んでしまうと、単なる「空」になってしまうため、漢字自体が本来持つ意味合いの微妙な違いが伝わらない問題がある。

しかし、教科書において、「宇宙」と書いて「そら」と読ませることが必要かどうか、も判断する必要がある。デジタル教科書を前提としたときに、デジタル化や音声読み上げに困難な表現その

ものを回避するという事も考慮に入れるべきかも知れない。ただその他、図や表の読み方、数式や化学式、写真などテキストデータになじまない部分の対応をどうするかなどの問題も存在する。

特総研は、2011年度の研究として障害のある子どもたちが活用できるためのデジタル教科書の在り方としてガイドラインを作成した。このガイドラインでは障害のある子どもたちの学習の困難さに注目し「見ることに困難のある場合」、「聞くことに困難のある場合」、「上肢の操作に困難のある場合」、「病気のために外出に困難のある場合」、「認知理解に困難のある場合」という5つの項目で検討を行った。また、それらをウェブ・コンテンツ・アクセシビリティ・ガイドライン（WCAG 2.0）の4原則である「知覚可能」、「操作可能」、「理解可能」、「互換性・堅牢性」という項目に分けて必要な要素を検討している。

1. 知覚可能 テキストの付加、代替コンテンツの提供、レイアウトの変更、カラーユニバーサルデザイン、白黒反転、表示形式の変更、音の調整や削除
2. 操作可能 キーボードインターフェイス、進行速度等の変更、光の強さの調整、現在位置の確認
3. 理解可能 表示形式の変更、用語の解説、ルビの表示、参照情報の提示、重要事項等の表示の変更、操作方法やデザインの統一、修正機能
4. 互換性・堅牢性 支援技術の利用、テキストデータの抽出

これら4つの視点から、特総研では、指導者用デジタル教科書、学習者用デジタル教科書、教科書のデジタルデータに関するガイドラインの規定を行っている。また、特総研では、デジタル教科書コンテンツをコンテキスト（意味実体）とコンテナ（入れ物）に分けて、デジタル教科書の元となる「紙の教科書」のコンテキストを洗い出し、コンテキストをどのように編集してコンテナに入れていくかの検討を行っている。特総研ではコンテキストを文書、図表、補助的情報の3つに分け、さらにコンテナをデータ、ブラウザ・ビューア、OS、ハードウェアに分類して、教科書としての基本構成要素が何かを検討中としている。これらの諸要素は、教科書だけでなく、電子書籍そのもののアクセシビリティ向上を考える上でも、寄与していくと考えられる。

現在の拡大教科書は、主に紙の教科書を原本にして制作するものである。今後の課題としては、拡大教科書のデジタル化を見据え、デジタル教科書の制作ガイドラインと統合する形で、教科書全体のアクセシビリティ向上を図ることが必要であろう。そしてこういった点を踏まえて、デジタル教科書のアクセシビリティが確保されることが、障害のある児童生徒の教科書の利用が格段に向上するとともに、健常な児童、生徒もまた教科書のTTS機能などを活用することもありえる。さらに、こういったアクセシブルなデジタル教科書の普及が、電子書籍自体のアクセシビリティ確保にも繋

がることが期待されるのである。

## 第二章 デジタル教科書のアクセシビリティ技術の課題

本章では、デジタル教科書のアクセシビリティに関する技術の課題について、合成音声による読み上げ（単に音声読み上げという）、ロービジョンケア（文字拡大等による弱視者支援）、カラーユニバーサルデザイン（色覚バリアフリー）の観点から確認する。

アクセシビリティを向上させる要素としての各要素技術は既に揃っているが、その技術を如何に運用し、実用に耐えうるデジタル教科書を如何に効率よく制作するかが鍵となる。デジタル教科書のアクセシビリティ化は、電子書籍のアクセシビリティ化への布石として重要な役割を持つ。読書困難者と言われる読みに障害がある18歳未満の児童及び生徒、132万人<sup>5</sup>を対象とした機能と考えるのか、国民全体のうち1100万人以上いるとされる読書困難者に影響する機能と考えるのかは重要な観点となるだろう。

### 第一節 音声読み上げの技術的課題

本節では、音声読み上げにおける技術的課題について述べるが、その前に音声読み上げがデジタル教科書においてなぜ必要なかを論じておく。

教科書のアクセシビリティ化の実現方法の一つに点字教科書がある。視覚に障害を持つ児童及び生徒にとって点字教科書は重要な媒体であるが、実際に利用できる児童及び生徒は限られている。視覚障害者として確認されている31万人のうちの1割ほどしか文字として認識できない。生まれつきではなく、途中から視力が低下し始め、初等教育や中等教育から点字を学ぶ児童及び生徒も多いが、点字は気軽に読めるほど簡単な媒体ではないため、点字を読むために大変な苦勞をしている。

点字を文字として認識できない児童及び生徒の学習に使われているのが録音図書やDAISYである。これらの媒体は基本的に人が録音した音声を利用しているため、教科書や教材、課題図書などを含めて、ほとんどすべてをボランティア作業に依存しているのが実情である。教科書や教材は教育的な要素を持つため、文章や漢字の読み間違いはあってはならない。さらに多種多様の教科書や教材、課題図書や関連図書などをすべて音声化するのは大変な作業になる。この作業を緩和するために利用可能な技術として音声読み上げがある。

デジタル教科書における音声読み上げは、視覚に障害を持つ児童及び生徒だけでなく、ディスレ

---

5 18歳未満の児童及び生徒で、視覚障害4,900人、上肢切断300人、上肢機能障害11,800人、全身性運動機能障害10,200人（厚労省平成18年身体障害児・者実態調査結果）、及びLD（読字）障害129万人（平成21年度障害者白書と平成22年国勢調査から推計）の合計

クシアなどの読字障害を持つ児童及び生徒にとって必須の機能といえる。音声読み上げの技術の重要な要素は、文章を正しく読むことを可能にする高度な自然言語解析機能である。日本語は、漢字仮名交じりであつ、カタカナ、ローマ字まで組み合わさった複雑な言語であり、同じ漢字でも状況が違えば別の読み方をする言語である。この複雑な言語をすべて自動で読むのは至難の業である。そのためすべてを自動で行うのではなく、人が補助しながら音声データを制作することが重要となる。人が補助するための音声読み上げの校正ツールが普及すれば、デジタル教科書データの制作段階から利用でき、編集作業と同時に音声データも編集することが可能となる<sup>6</sup>。このようにデジタル教科書において音声読み上げが利用できるようになることで多くの児童生徒の学習障壁を減らすことが可能となる。

しかしながら、現段階のデジタル教科書は、基本的に紙の教科書を基盤に制作されているため、音声読み上げのための音声データを制作する際には、①ルビ表記の課題、②視覚情報に特化した表記の課題、③読みと漢字の表記の課題、の三つの課題に対応する必要がある。

1つ目の「ルビ表記の課題」とは、ルビの表記として、注釈や付属情報、英語表記、意味の説明など本来の読みの指定をするルビとして利用しない場合の課題である。通常、ルビがある場合には、ルビを優先して音声読み上げを行うが、読みの指定以外のルビ表記の場合、読む、読まないの判断が必要になる。

2つ目の「視覚情報に特化した表記の課題」とは、写真、図、イラスト・さし絵、表・グラフ、数式、化学式の表現の音声化に関する課題である。視覚で理解するものを文章化し、音声化するのだが、その際、なぜその写真や図が使われているのか、内容は何が表現されているか、表で着目する部分は何か、グラフで示したいものは何かを吟味し、文章化する必要がある。そのため視覚情報に特化した表記については、教科書をデジタル化する際に音声化データを制作する際は、真の意図が漏れる可能性が高いため、デジタル教科書を教科書として制作する際に音声化データを合わせて制作すると編集者の意向が反映されやすく、重要な要因となる。

3つ目の「読みと漢字（熟語）の表記の課題」とは、正ルビと略ルビ<sup>7</sup>の音声化に関する課題である。正ルビとは、漢字を正しく読ませたい場合に振るルビを示し、通常は辞書に記載がある読みである。熟語や熟字訓も正ルビに分類される。一方、略ルビとは、ある漢字を著者が読ませたい場合に振るルビを示す。例えば、宇宙という漢字にルビを振る場合、正ルビは、“うちゅう”であり、略ルビは、“そら”となる。略ルビは当て字に相当するため、実際どのような漢字が利用されてい

---

6 Adobe InDesignのプラグインツールとして発売された「ボイスソムリエ ネオ 原稿読み上げ for InDesign」は、編集ソフトを利用しながら、目と耳で校正作業ができる校正ツールである (<http://www.hitachi-solutions-business.co.jp/products/package/sound/inDesign/index.html>)

7 「本の情報辞典」紀田順一郎監修



るのかを児童及び生徒に知らせるために漢字の詳細読みが必要になる場合がある。

## 第二節 ロービジョンケアの技術的課題

本節では、弱視（ロービジョン）者のための支援技術（ロービジョンケア）についての課題について述べる。

視覚障害者と確認されている7割の約20万人は、弱視者と呼ばれる人たちである。弱視というのは、全盲ではないが、文字の認識が困難で、眼鏡などで矯正しても低視力の状態を示す。日本眼科医会の資料によると、眼鏡など矯正した視力で0.5以下の人を弱視者としており、国民全体で約145万人と推計されている<sup>8</sup>。今後数年で202万人に達すると言われている。

ロービジョンの児童及び生徒を支援するために、視覚特別支援学校では、「見えにくい」状態を「見えやすい」状態にするために、前節で述べた朗読図書やDAISYなどの音声読み上げを利用した図書、拡大教科書、大活字本などの印刷された文字を拡大した書物の他、一般の書籍を拡大する拡大読書器や、拡大鏡（弱視レンズ）を利用した読書の方法を提供している。拡大教科書や大活字本は通常の書籍に使うフォントの大きさを数倍から数十倍にして表現する書籍である。一方、拡大読書器は、書籍をスキャナーやカメラで紙面を読み取り、その情報を画面に拡大表示する機器である。その他に、タイポスコープや罫線スリットなどは、視野狭窄などで一部の視野が欠損している場合、文章の位置を明確にできるため、読みたい部分のコントラストを向上させる効果がある。文字を明確にする方法として、白黒反転コピーという方法がある。この方法はコピー機の白黒反転機能を使い、黒地に白の文字にすると、コントラストの明暗が明確になり、読みやすくなる傾向がある。

しかしながら、こうした機器は誰でも利用できるわけではない。そこで、アクセシビリティを考慮したデジタル教科書が実現できれば、文字の拡大や白黒反転を利用した読み上げなど「読書困難者」に優しい読書環境の提供が可能となる。デジタル教科書になれば、文字の拡大やフォント変換などのロービジョンケアが簡単に可能になるかと言えばそうではない。前節でも述べたが、現段階のデジタル教科書は、基本的に紙の教科書を基盤に制作されているため、図表が多い教科、特に理科、社会は、注釈や側注など視覚情報に特化した表記が多々存在するため、デジタル教科書に移植する際は、特に留意が必要である。ただし教科書や教材がデジタル化されることで今までボランティアに制作を頼らざるを得なかった状況は打破できると考える。

今後デジタル教科書を推進する上においてロービジョンケアを行うためには、①単純な文字拡大の課題、②図表の簡略化の課題、③リフローによるレイアウト変更の課題、の三つの技術的課題に対応する必要がある。

8 日本眼科医会 報道用資料：[http://www.gankaikai.or.jp/info/20091115\\_socialcost.pdf](http://www.gankaikai.or.jp/info/20091115_socialcost.pdf)

1つ目の「単純な文字拡大の課題」は、文章中の文字の拡大に関する課題である。ロービジョン者には多様性があるため、単純な文字拡大ではなく、フォント、強調、改行など文章の一部としての文字を把握できるようにする必要がある。

2つ目の「図表の簡略化の課題」は、図表（写真、イラスト、さし絵も含む）を拡大する際の留意すべき課題である。図表は単純に大きくするだけでなく、簡略化して、線をはっきりと見やすく、比較対象はコントラストをはっきり強調するように描く必要がある。また点線はロービジョン者にとっては見にくいいため、実線で描くようにする必要がある。教科書及び教材における図表を簡略化は、内容の理解と密接に関係するため教育指導要領等の参考資料や学校側との協調が必要になる。

3つ目の「リフローによるレイアウト変更の課題」は、リフローによるページ概念の欠落の課題である。デジタル教科書には未だページ概念が残っており、リフローによるレイアウト変更がある場合には、何ページ目の何行目という相対的な参照ができなくなる。今後デジタル教科書及び教材が普及することにより、ページと行数の概念ではなく、何フレーズ目かといった絶対的な参照が必要になると考えられる。

こうした技術的な課題を解決することにより、ロービジョンケアが必要な18歳未満の児童及び生徒、およそ3000人<sup>9</sup>の教育支援が可能となる。なお対象とする児童及び生徒数は市場の大きさから見て小さいかもしれないが、デジタル教科書におけるロービジョンケアの技術的課題を解決することで、145万人のロービジョン者へのサービス向上につながれると考えられる。

### 第三節 カラーユニバーサルデザインの技術的課題

本節では、色弱者のための支援技術についての課題について述べる。

読書困難者には、色の違いが分かりにくい色弱者<sup>10</sup>がいる。「色」は、意味としての情報、感性表現としての情報の伝達手段として利用されている。しかし、色覚の多様性についての認知度は低く、一般色覚の人には、色が情報の伝達手段の役割を果たしているものの、色弱の人には、色の違いによる情報伝達がされない。色弱者は、世界で2億人を超えると考えられており、日本全体では約320万人以上と言われている。白内障や糖尿病性網膜症、網膜色素変性症などの疾患で視力が低下するロービジョンの人は、視力だけではなく、色の見え方に配慮が必要である。こうした後天的原因からくるロービジョンの色弱者を加えると、日本全体で、500万人以上が色弱者に該当することになる。

9 「拡大教科書の安定供給をめざして」、出版のユニバーサルデザインを考える（出版UD研究会編）

10 医学的には色覚異常というべきだが、本稿ではカラーユニバーサルデザイン機構（<http://www.cudo.jp>）で提唱している呼称「色弱者」に統一している。

しかし色弱者に考慮した色の配置を進めると、一般色覚の人が見にくくなる場合がある。そのため、色弱者を支援するためには、混同色軌跡を用いた色変換や同じ色相で明るさや濃度を変える方法、テロップ文字と背景とのコントラスト差を大きくするなどの色の変化を利用した方法、式弁別閾値を基準とした補正方法などがあるが、カラーユニバーサルデザイン機構やメディアユニバーサルデザイン協会が進める、「誰でも見やすい色のデザイン」化を進め、一般色覚者の人にとっても、整理されて見やすいデザインであることが色弱者にとっても重要な技術となると考える。

今後色弱の児童及び生徒に対して、色を考慮したデジタル教科書を制作するために、①色違いによる特性の認識の課題、②図表の色識別の課題、の二つの技術的課題に対応することが必要となる。

1つ目の「色違いによる特性の認識の課題」は、色の違いにより物事の特性の違いを示す場合の認識に関する課題である。色の違いによる特性の見極め方は、色弱者でも認識できる色に変換するか、ハッチングや同じ色相で明暗（輝度）や濃淡によって違いを明記する必要がある。

2つ目の「図表の色識別の課題」は、図表に利用される色に関する課題である。グラフなどには凡例で記載すると、色を探す必要があるため、できるだけ引き出し線を用いて、どのグラフが何を意味しているかを明示できる。

上記2つの課題を解決することで、グレースケール化を行った場合でも、児童及び生徒にはその違いが十分に分かる。デジタル教科書では、色覚の多様性を考慮に入れ、見やすい色による配慮が制作段階で必要と考える<sup>11</sup>。

#### 第四節 支援デバイスと汎用的なテキストデータ

教育の現場では、障害のある児童に対して障害に合わせた様々な支援機器、あるいは工夫を凝らした独自の機器が用いられている。比較的、視覚障害者向けには専門のデバイスは数々存在するが、既成の製品では対応できない場合には、例えば肢体不自由者などがパソコンに情報を入力するためのスイッチ、リモコンなどを障害にあわせ自作の機器で対応する場合もある。特に、iPadなどに代表される汎用的なタブレット端末の登場は、アプリケーション開発の敷居をプロセス的にも配布コスト的にも下げたことと相まって、より個別的なニーズに対応すべく、取り組みが続けられている。

これらの取り組みは、教科書バリアフリー法に代表されるような、個別の障害に、個別の対策でもってのぞむ取り組みの積み重ねであるとも言える。だが、どのようなニーズに対しても、デジタルデータをデバイスで扱う上では、機器の準備とともに、プレーンな、あるいは構造化されたテキ

---

11 カラーユニバーサルへの対応については、教科書会社によって専門家のチェック行程を経るなどの取り組みもなされている。

ストデータが必要となる。このデータが障害者教育において容易に利用できる形で提供されていれば、多くの支援の現場における取り組みは、より効率的に、具体的なニーズに応えることが可能となるのである。

しかし、従来の制作フローにおいて、データを準備する教科書会社が、点字データや、音声データ、あるいは総ルビのデータ…と、個別に各種の障害に対応した各種のデータを取り揃えることは本質的に困難である。だが、ワンソース・マルチユース的な発想において、マルチユースのあり方をそれぞれ経験豊富な現場にゆだねる考え方は、データを準備する側、利用する側双方において効率化を期待できるものとする。その対応において、教科書会社がいかにデータを準備しやすい環境を整えていくかが重要となる。

### 第三章 デジタル教科書アクセシビリティ実現のための課題

#### 第一節 FLASHを前提とした開発の現状

既存のデジタル教材開発の多くは、Adobe社のFLASHでの制作を前提とした教材の開発が行われている。FLASHは文字情報や写真、映像などを動的に見せることに優れた表現形態であると同時に、開発者にとってもユーザーの動きにあわせた双方向なコンテンツ制作が可能なることから、主にWeb制作の現場から普及していった技術である。このことから、PC上で動く書籍に準じたインタラクティブなラーニングコンテンツなどが多数開発され、教科書会社も、デジタル教材を制作する上では、来るべきデジタル教科書時代に向けて、こうした技術を取り入れていった。この動きは、主にデジタル教材の実行及び利用環境に現在のような実用的なタブレットの存在がなく、パソコンを想定していた時代から行われていたことによるところが大きい。当時としては、教科書会社がデジタル教材を制作する上で、制作から利用に至るまでのツールをできるだけAdobe社で統一し、また実行環境として普及率・安定性において実績のあったFLASHで開発を行うことには一定のメリットがあったのである。また、ルビ振り機能や、ハイライトやマーカー機能、読み上げ機能など、教科書会社による独自機能の実装を自社での仕様で追求し、他社と差別化できる点も、独自性のある教材開発においては重要な要素といえた。

一方で、デメリットとしては、操作系統が教科書会社ごとに異なってしまうため、教科毎に違う教科書会社のデジタル教材を利用すれば、ページをめくり方という基本的なところから、ハイライトやメモ書きの方法が異なってしまうなどの問題も発生する。また、教科書会社にとっては、縦書きを中心とした国語、横書きを中心とした社会科、図版の多い理科、など、教科毎に専用の設計を行う必要もある。

さらに、FLASHは世界有数のインタラクティブなコンテンツの実行環境であるが、PCを前提とした仕組みのため、携帯端末での実行においては安定性やバッテリー消費の問題が解決できず、ス

スマートフォン、タブレット端末で世界最大のシェアを誇るApple社は、iPhoneやiPadなどの自社端末での、FLASHのサポートを打ち切ったことから、Apple社のデバイスにFLASHで制作したデジタル教材を対応させるためには、別ラインでの開発を行う必要が発生する場合もある。

極端な見方をすれば、現状の制作フローのままでは、教科書会社は、紙の教科書をまず作り、そのデータをもとにPC版と、タブレット版をそれぞれ制作し、且つ、障害者のためアクセシビリティ対応のデータを別途制作する、それも教科毎に、ということにもなりかねないのである。このままでは、ワンソース・マルチユースとは真逆のアプローチとなる。

しかし、ここまでみてきた通り、時代は特定の機器を選ばない、汎用的なデバイス上で汎用的なビューアが動作し、ハイライトや読み上げなどの機能はビューア上に実装できる時代となった。教材として利便性の良いビューアをそれぞれの端末・OS向けに開発すれば、コンテンツとしての教材の中身は、一度EPUB3などの構造化されたファイル形式でベースとなる教材データを作成することで、どのような用途、デバイスにも対応が可能となる。また、その実行環境としての携帯端末・タブレットはPCなどに比べより安価で普及レベルに達している。ただし、改めて確認しておきたいのは、教科書会社がこれまで、デジタル教材をよりよいものにしようと取り組んできたノウハウなどの資産は大きなものである。しかし、それは、FLASHによるものではない。どのような機能が、子供や教師にとって、使い勝手の良いものであるかを追求した、ユーザー体験についての経験なのである。そのノウハウを真に生かす意味でも、これから先、脱FLASH依存による、アクセシブルな教材開発が望まれる。

## 第二節 DiTTの提言と文科省によるEPUB3の実証実験

DiTTは2012年6月、「デジタル教科書法案」を発表した。この法案は、デジタル教科書を正規の教科書として現在の紙の教科書と同等のものと位置付け、その普及と利用を促進することを目的として国や自治体等の責務、デジタル教科書の標準規格等について定めたものである。この法案では、

第五 規格等—規格 国はデジタル教科書、それを表示する端末及びデジタル教科書等に関する情報の電磁的流通について標準的な規格（障害のある児童及び生徒へ配慮したものを含む。）を策定し、公表するものとする。

二 障害者対応 国は障害のある児童及び生徒が読み上げ、拡大等の機能に対応するデジタル教科書を使用することができるために必要な措置を講じるものとする。

としており、アクセシブルな電子書籍の提供について、国による支援の必要性を主張している。文科省においても、平成22年度には、「教科書デジタルデータ提供のためのシステム整備などに関する

る調査研究事業」において「汎用性の高いDTPデータの調査研究」として、各教科書会社が作成するDTPデータを元に、拡大教科書や点字、音声やデジタル教材化を行えないか、調査研究を行っている。この流れを受け、現在文科省では教科書デジタルデータ提供に関する調査研究として、EPUB形式に変換の上、ワンソース・マルチユースを実現するための実証研究を続けている。

### 第三節 デジタル教科書のアクセシビリティ確保にむけて

日本においては、電子書籍の普及自体が米国に遅れを取ってきた。さらにその電子書籍も、TTSやリフローに対応する、アクセシビリティを確保したものはまだわずかである。すでに電子書籍が大きく普及し、その大半がアクセシブルである米国と比べると、その差は歴然としている。

一方、教科書のデジタル化も、すでに導入段階にある米国、韓国、フランスなどに遅れを取り、政府は2020年の導入を目標としているだけである。本稿では触れなかったが、教科書をデジタル化すること自体が、教育の在り方を大きく変える可能性がある。しかし同時に、紙の教科書の利用が困難な障害がある児童生徒には、教科書のデジタル化によって、高度なアクセシビリティが確保されることになり、この点からのデジタル教科書導入への課題の整理が必要である。

また、すでにみたように、デジタル教科書には、一般の電子書籍と同様の、コンテンツ、デバイス、コンテンツの提供といった、「プラットフォーム」が必要となる。そのそれぞれにおいて、アクセシビリティの確保が問題となる。その際には、デジタル教科書のデバイスについて、音声読み上げのボタンを実装するかなどを含めて、どのようなものが望ましいのかの検討が必要となる。日本の現状では、前節で示したように、PCを想定して、FLASH仕様が主なものとして実証実験が行われ、中にはiPad等を用いた事例も出てきてはいるが、今後は、タブレット型PCに絞り込んだ想定も必要かもしれない。

さらに、現状では、現在の紙の教科書をデジタル化する形で、実証実験が進められているが、そもそもデジタル化を想定しないで作られた今の紙の教科書のデジタル化には、大きな困難が伴うのは当然である。教科書の多く用いられているキャラクター要素などが、本当に必要なものかどうかの見直しも必要である。現在の学習指導要領や検定制度に則したままでも、ひとまず、デジタル化を前提とした紙の教科書の作成のあり方についても検討が必要なのではないか。

いずれにせよ、現在の日本では、デジタル教科書の在り方はまだ模索の段階である。すべての児童生徒にとって使いやすいデジタル教科書の導入が求められるのは当然であるが、そこに高度なアクセシビリティも求められるはずである。デジタル教科書のスキーム作りの中に、アクセシビリティが前提となることを提言することで、本稿を終えることとしたい。なお、本稿の作成にあたって、光村図書出版（株）編集本部黒川弘一氏のアドバイスをいただいた。ここに記して謝辞としたい。

## デジタル教科書プラットフォームの検討

本稿は、東洋大学特別研究（2011年度、12年度）「『出版デジタル化』におけるプラットフォームの分析」電気通信普及財団（2011年度、12年度）「デジタル教科書導入と学校家庭における通信環境」の助成による研究の一環として執筆されたものである。