

デジタル教科書に求められる機能と仕組み

加藤 直樹

**抄録**

本稿では、授業や家庭学習で情報通信機器が活用されるようになる中、注目されている学習者用デジタル教科書に求められる機能と仕組みについて述べる。既に製品化も始まっているが、全ての児童生徒が利用する可能性のある教材であり、そのるべき姿は教科書出版社の垣根を超えて検討すべきである。本稿は文科省学びのイノベーション事業実証研究報告書の第5章2節学習者用デジタル教科書・教材等の機能の在り方（以下“在り方”）に記されていることをもとにしている。主に学習者用についてはあるが、指導者用も含めて議論している部分もある。

<キーワード>

指導者用、学習者用、ビューア、コンテンツ、マルチOS、マルチユーザ、ハイブリッド型レイアウト、コンテンツアドイン、アノテーション、メタデータ

1 はじめに

授業や家庭学習で情報通信機器が活用されるようになる中、学校教育における中心的な教材である教科書のデジタル化が注目されている。先生が電子黒板等で用いる“指導者用デジタル教科書”は普及が進み始め、児童生徒が持つ“学習者用端末”上で利用する“学習者用デジタル教科書”はこの春に一部の教科書出版社から販売され始めたところである。学習者用は、全ての児童生徒が授業中に活用する教材となる可能性であることから、ど

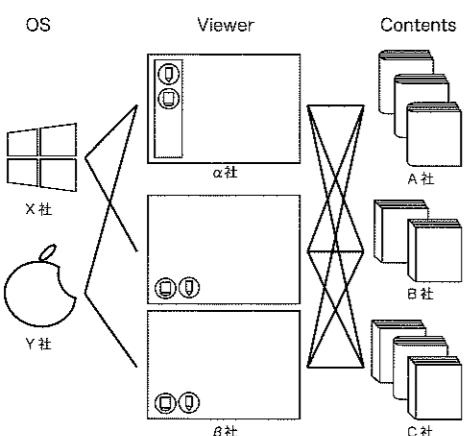


図1 デジタル教科書の理想的な構造

KATO, Naoki : 東京学芸大学（東京都小金井市貫井北町4-1-1）

のやうなものにするかを今後も十分に考える必要があり、今まさにその検討も進められている。

本稿では、デジタル教科書に求められる機能と仕組みに焦点をあてて、そのるべき姿の考察を述べる。ここに書いたことの多くは、文部科学省学びのイノベーション事業実証研究報告書の第5章2節学習者用デジタル教科書・教材等の機能の在り方（以下“在り方”）に記されていることをもとにしている。主に学習者用についてはあるが、指導者用も含めて議論している部分もある。また、仕組みを実際に設計する際には、デジタル教科書に収められるコンテンツの著作権について考慮しなければならないが、著作権のさまざまな取り扱い方に合わせて仕組みを書いていくと、十数ページの大作になりかねないので、本稿では考慮しないこととした。

2 より使いやすく～コンテンツとビューアの分離

これまでの指導者用デジタル教科書の問題点の1つが、教科書出版社によって、できること（機能）と使い勝手（UI:User Interfaces）が異なることであった。教科書は教科ごとに採択され、教科ごとに異なる出版社の教科書を使うことが普通に起こり、そうすると教科によって機能やUIが異なることになる。極端なたとえになるが、文章を書くのに、朝は一太郎、昼はMicrosoft Word、夕方はPages、夜はOASYSを使わなければならぬということと同じである。もちろん慣れてしまえば済むという考え方もあるが、コンピュータの利用の仕方としては非常に不自然である。

これを解決する1つの方法は、各出版社で作るデジタル教科書の機能とUIを統一することである。しかし、この方法は、一度仕様を決める変更することが難しくなる、開発者がよい機能や使い易さを追求できないなどの問題がある。

そこで“在り方”では、デジタル教科書を“デジタル教科書コンテンツ”と“デジタル教科書ビューア”に分離することを提言している。26年度まで発売されていた

デジタル教科書の多くは、1つのソフトウェアとして作られていた。これを、デジタル教科書の中身を定義するデータとそれを見るためのソフトウェアに分けるということである。そしてデータの仕様を決め（コンテンツフォーマットの標準化）、ビューアはその仕様に従ったコンテンツを表示できるようにすることで、1つのビューアであらゆる出版社のデジタル教科書を扱えるようになり、先の問題が解消できる（図1）。WWW（World Wide Web）においてHTML（Hyper Text Markup Language）という標準仕様に従ったデータを表示可能なさまざまなWebブラウザから好みのものを選んで使えるのと同じようにできることになる。また、この方法では、教科書出版社は本来の役目である教科書の内容を作ることに集中できるという大きな利点も生じる。

ここで、ビューアはただ1つだけ作られるのかという質問がよくある。ビューアはさまざまなベンダーが競い合って開発し、教科書の採択と同様に、自治体等の採択団体が使いやすいビューアを選ぶようになることが理想である。競争があることで、ビューアの進化が期待できるからである。

3 機種しばりをなくす～マルチOS

デジタル教科書には、さまざまなオペレーティングシステム（OS:Operating System）に対応すべきという“マルチOS”的要求がある。日本中の学校や先生、児童生徒が使うコンピュータのOSを1つに制限することは無理がある。しかし、これまでの指導者用デジタル教科書は動作可能なOSに限りがあり、そのため利用できないこともあった。学習者用端末は、自治体や学校単位で機種を指定することになるかもしれないし、家庭で自由に選ぶことになるかもしれない。学校のコンピュータ以上にさまざまなコンピュータが混在する可能性がある。後者の場合はもちろん、前者の場合でも転校等によってその学校で指定されたものと違うOSの端末を使うことになったときに、「君の端末ではこのデジタル教科書は利用できないですよ」となっては困るため、マルチOSは重要な要素となる。

コンテンツとビューアが分離された状態では、ビューアのマルチOSが要求されることになる。先に記したように競争によってベンダーごとに機能やUIに差が出てくることを考えると、1つの教室では同じベンダーのものが使えることが望ましい。つまり、ベンダーごとにマルチOSを実現すべきということになる（図1）。

同じベンダーが異なるOS用のビューアを作る際、UIをどこまで統一させるかが1つの検討事項となる。1つの教室内ではUIが統一されているほうが、児童生徒が使

い方に迷ったときに教師が対応するのに都合がよい。しかし、OSごと（厳密にはビジュアルシェルごと）にUIデザインは異なり、それを無視した場合、端末上の他のソフトウェアとの使い勝手の統一感が失われてしまい、端末（他のソフトウェア）を使い慣れれば使い慣れていくほど、違和感を感じるようになる可能性がある。OSごとのUIデザインは守りつつ、揃えられるところは統一していくバランスのとれた設計が必要となる。

4 どこでも使えるように～マルチユーザ

教科書がデジタル化されると「ぎゅうぎゅう詰めの重いランドセルを背負う必要がなくなるね」とよくいわれる。持ち物が本当に学習者用端末だけになるかは疑問ではあるが、デジタル教科書の特徴をよく表してはいる。ただ、児童生徒一人一人が自分の端末を持ち、デジタル教科書を使うようになったときに、もし端末を家に忘れるなど、全ての教科書を忘れたことになってしまう。このようなときのために、学校に予備機を用意しておいて貸し出す体制も必要かもしれない。また、児童生徒一人一人が自分専用の端末を持つのではなく、学校が用意したある程度の台数の端末を皆で共有して使う状況もあるだろう。さらに、これだけコンピュータが普及している世の中で、自分の端末だけでしかデジタル教科書を使うことができないというのも不自然ではある。例えば、夏休みに遊びに行った祖父母の家のコンピュータでもサッと（自分の）教科書を開くことができる教科書のデジタル化の本来の姿であろう。

さて、自分専用ではない端末でデジタル教科書を使うことを考えると、例えば教科書への書き込み等“学習記録データ”をどこに保存するのかを考えなければならない。ここで学習記録データについて簡単に触れておく。学習記録データとは、学習の過程や成果等を記録したもので、端末の操作等の間接的な記録から、上記教科書への書き込みのような直接的な学習行動の記録までさまざまなものがある。学習者に応じたアダプティブラーニングや、学習ポートフォリオの生成、教師や保護者による学習の見守り、教育ビッグデータの実現の基礎となり、学習記録データを出力・保存する機能はビューアには必須である。

この春に販売が開始されたCoNETSのデジタル教科書のビューアではユーザーアカウントの概念があり、ユーザごとにデータを端末内に保存することができる。この仕組みによって、共有端末を使うときでも同じ端末を利用して、専用の端末のように書き込みを保存でき、また自分の書き込みだけが表示されるようになる。しかし、どの共有端末でも、さらにはどこにあるコンピュータ

タでも使えるようにするには、端末内ではなくネットワークを介してアクセスできる場所に保存する必要がある。

ただし、このようにすると、ネットワークに常に接続できるとは限らないことへも考慮しなければならなくなる。オフラインのときにデジタル教科書が使えないのでは、屋外や家庭での利用ができなくなる可能性があり問題である。例えば、自分専用の端末ではオフラインでも利用可能にし、その際の保存は端末内に行い、オンライン時には端末内とネットワーク上のデータを常に同期させるような、オンラインでもオフラインでも利用できる仕組みを目指すべきである。

5 さまざまな見え方を ～ハイブリッド型レイアウト

教科書出版社は、教科書を作る上で紙面のレイアウトにとても気を使っている。授業のやりやすさや読みやすさを高めるために、よい意味でのこだわりを持っている。デジタル化する際にも紙面レイアウトにこだわる場合には、閲覧する環境によってレイアウトが変わらないように配慮しなければならない（固定型レイアウト）。その最も容易で確実なコンテンツのデータ形式は、紙面を一枚のラスタ画像で表現する方法である。しかし、この方法には、拡大縮小すると画質が落ちる、文字列の検索やコピーができないなどデジタル化の利点を十分に出しきれない問題点もある。また、文字を大きくしたり色調を変更したり、全ての漢字にルビをつけたりする特別支援用の教科書の発行では、1つの内容データに対してさまざまなデザインを適用することが可能なデジタル化に大きな期待が持たれているが、これも不可能になる。ラスタ画像を用いるときには、上記のようなデジタル化のメリットをできる限り失わないようとする工夫が必要である。

加えて、紙の教科書のレイアウトにこだわることなく、電子書籍では一般的なリフロー型レイアウトにも対応するとよい場面もある。固定型レイアウトの一番の欠点は、拡大をすると紙面の一部が画面からはみ出してしまうことである。国語の指導者用デジタル教科書で、見やすくするために拡大を行うと全体が画面に収まらなくなり、文を追いかけていくには、頻繁にスクロールをしなければならなくなる。レイアウトが崩れて（改行位置がずれて）でも文全体を大きく表示したいというため、リフロー型レイアウトによる表示も選べるとよい。この目的の達成には、文章全体ではなく、段落や文を抜き出し、その部分だけリフロー型レイアウトで表示する方法も考えられる。どちらにしても学習に役立つのであれば、紙の教科書のレイアウトだけにこだわらず、それ以外の表示方法も積極的に取り入れるべきである。なお、リフ

ロー型レイアウトを本格的に導入していくためには、分かれ書きやグループルビ等、教科書や日本語文章独特の表記に対応できる改行制御等の技術開発も必要になってくるだろう。

また、教科書に児童生徒に考えさせたいことが記載されているときに、教科書を閉じさせたり、机の中にしまわせたりすることがある。このとき説明に必要な部分は板書したりプリントを作成して配布したりすることになる。時間の無駄とまではいわないが、教科書を見れば済むことに余計な労力を割くのも、せっかくの教科書を使わないのももったいないことである。デジタル化された教科書では、一部分を非表示する仕組みをビューアに実装することは容易である。この非表示の制御を教師側から行えるようにすることで、教師の判断で、授業の流れにあわない部分はいったん非表示にして、学習活動を進めることができるようになる。

6 みんなで作る教科書へ ～コンテンツアドイン

教科書をデジタル化するメリットの1つは、紙に比べ多量多彩なコンテンツを入れられることである。紙の場合はコンテンツを増やせばページが増えて厚く重くなるが、デジタル教科書の場合は保存領域は多く必要となるが物理的な変化は起こらない。また、動画や音声等のマルチメディアコンテンツを含めることもできる。

デジタル教科書は、現状、紙の教科書の内容にデジタルならではのコンテンツを付加した形が基本と考えられている。この付加コンテンツを教科書会社が予め組み込んだものだけとするのはもったいない。教科書会社以外からも教科書に準拠したさまざまな教材が作られている。教師自身もいろいろな教材を作っているはずである。これらをもとの教科書のコンテンツに追加して、一体化して閲覧できる仕組みはぜひ欲しい。

この仕組みは教科書検定とも関係してくる。デジタル教科書が“義務教育諸学校の教科用図書の無償措置に関する法律”（無償措置法）における教科書、つまり検定を受け無償で児童生徒に届けられる教科書となったとき、多量の付加コンテンツを全て検定することは現実的ではない。また、付加コンテンツの作成費が上乗せされることになり、無償措置のための財源にも問題が出てくる。上記の仕組みがあれば、教科書としては最低限のコンテンツだけで作成、検定、無償配布し、それ以上のコンテンツは教科書会社や教材会社が無償・有償で配布して、自治体や学校、場合によっては家庭で組み込むということが可能になる。

7 自自分で作る教科書へ～アノテーション

紙の教科書であれば、さまざまな筆記用具で書き込むことが可能である。同じことがデジタル教科書でもできるように、手書きによる自由な書き込みやラインマーキング（半透明色による直線描画）、キーボード等からの文字入力など、いわゆるアノテーション機能は必須である。紙への書き込みでは、書き間違えたときや考えを改めたときに、綺麗に消せなかったり、消しゴムで擦る際に紙が寄れてしまったり、マーカーペンを使ったときに消すことさえできないが、デジタル教科書では何度も簡単に消せるようになることができる。コンピュータソフトウェアとして当然の機能ではあるが、実証研究ではデジタル教科書の大きな利点の1つとしてあがった機能である。加えて、内蔵カメラやマイクで撮影・録音した動画像・音声を貼り付けていくようにすることで、デジタル教科書の可能性はさらに広がるであろう。

先に記したコンテンツの追加は、教科書出版社以外の教材会社や教師によって教科書を作り上げていくことを実現するものであるが、アノテーション機能をリッチにすることで、教科書を児童生徒で完成させていくものにすることができる。例えば、理科の実験結果を示す写真の部分は空白にしておき、実際に自分で行った実験の結果写真を貼り込むようにするなどである。教科書にワークシートの役目も持たせられるということである。

8 隠れた情報でよりリッチに～メタデータ

印刷物に情報を載せたいときには紙面上に表現するしかない。関連問題へのガイドや、補足的な説明等、本質でない部分でも児童生徒に伝えたいことは文字や絵図として印刷しておく必要がある。デジタル化によってこれらの情報は必要なときにだけ表示するような仕組みを取り入れることができる。

さらに、そもそも表示することを前提としない情報をメタデータとして含めることも可能である。例えば、この部分は解説、ここは演習問題といった情報を含めておけば、演習問題だけを抜き出して表示したり、漢字の読みを含めておけば、ルビ表示や読み上げ機能に活用できたりする。また、学習指導要領との対応を含めておく、例えば、6年生算数の辺の長さが分数の四角形の面積の求め方の部分に「6学年2A(2)」「5学年2B(1)」を付けておくことで、「5学年2B(1)」に対応する（四角形の面積の求め方を学ぶ5年の教科書の）ページを開いたり、「6学年2A(2)」と指導要領の関連情報から「5学年2A(4)」に対応する（分数×整数を学ぶ5年の教科書の）ページを開いたりすることが可能になる。

メタデータを埋め込むにはかなりの手間がかかる問題もある。先のコンテンツの追加と同様に、メタデータも後から追加できる仕組みが望ましい。

9 他のアプリケーションと一緒に

教科書を何のためにデジタル化するのかについては、教育効果の観点から考えることが基本ではあるが、デジタル化しなくてよいのかという観点でも考えておくべきだろう。他のさまざまな教材・教具・文具のデジタル化は進んでおり、これからもしばらくこの流れは止まらないはずである。この中で教科書だけがデジタル化されないなくてもよいのかということである。

WWWやデジタル資料集から資料を見つけ出し、それを思考ツールや表計算ソフトウェアに取り込んで加工をしながら考えを深めていく。さらに加工したものをプレゼンソフトウェアやワープロソフトウェアに取り込んでまとめを行う。このような活動は今後活発に行われていくであろう。このときに、教科書を使おうとすると途端にアナログの世界に引き戻され、自分で入力したりスキヤナを用いて画像として取り込むなどしたりしなければならなくなる。これはとても面倒であるし、このような状況が続くと、そもそも教科書を使わなくなってしまうかもしれない。

教科書を他のデジタルツールとともに利用していくようにするためには、単にデジタル化するだけではなく、中身を他のアプリケーションソフトウェアへコピー＆ペーストできるようにする必要がある。あって当然の機能のようにも思うが、例えば27年度に発売されたデジタル教科書には、コンテンツの著作権保護の観点からコピー不可能なものがいる。

さらにコピーの際には、どの教科書の何ページからコピーしたものかという情報を加えるようにすると、例えば、それをペーストして作成した成果物から、もとの教科書のページを開くようになる。

10 おわりに

本稿では、デジタル教科書に求められる機能と仕組みに焦点をあてて、そのあるべき姿の一考察を述べた。あえて実装方法については言及しなかったが、数年の実績がある指導者用デジタル教科書から得られた知見も含め、単なる従来の紙の教科書紙面のデジタル化ではなく、コンピュータを利用することならではの拡張を施した、児童生徒の学習に役立つデジタル教科書が実現されていくことを期待したい。