

大学における教科書の電子化

A Study to Produce an Electronic Textbook of University Lectures

森本祥一[†]

植竹朋文[†]

Shoichi MORIMOTO[†]

Tomofumi UETAKE[†]

[†] 専修大学 経営学部

[†] School of Business Administration, Senshu University

要旨:

近年、タブレット型端末の普及に伴い電子書籍が注目を集めている。このような状況のもと、大学教育においても教科書を電子化する動きが見受けられるようになってきている。大学での講義は、高校までの授業とは異なり、教員の持つ知識の伝達が必要不可欠であるため、教科書ですべて講義内容を網羅することは難しい。一方で、複数の教員で同一科目を担当することも多く、指導内容の統一化が必要な講義も存在する。そこで本稿では、複数教員による多展開講義を対象に、指導内容の統一化をはかりつつ、講義に関する様々な資料を共有化することで教育の質の向上を図るために、電子教科書が持つべき必要な機能要件、それらを実装する方法について検討する。

Abstract:

Recently, the digital book is attracting attention with the wide spread of tablet type terminals. In this situation, some universities start to examine using a digital textbook as a textbook. In university, it is difficult to cover the contents of a lecture only with a textbook. But it is necessary to use a textbook, because there are some lectures that were taught by some teachers. Therefore, in this paper, to improve the educational quality in university, we examine the functional requirements which a digital textbook should have. Moreover, we clarify functional requirements and propose a prototype system.

1. 研究背景

近年、スマートフォンの普及や、Amazon の Kindle、Apple の iPad、Google の Nexus、楽天の Kobo など代表されるタブレット型端末の普及により、日本国内においても電子書籍の利用環境が整いつつある。これに伴い、様々な種類の書籍の電子化が検討されている。そして教科書についても、電子化して利用する動きも各国で進んでおり、例えば米国カリフォルニア州では、公立学校での教科書配布に必要な印刷や製本にかかる多額の費用を削減するため、教科書の電子化とオープンソース化の検討を行っている。また韓国では、既にいくつかの小学校を対象にして電子教科書のテスト的な利用が行われており、2013年までにすべての小学校に電子教科書を普及させることが計画されている[7]。日本国内でも、政府（文部科学省、総務省等）と連携したコンソーシアム「デジタル教科書教材協議会（DiTT）」や、東京大学の「大学発教育支援コンソーシアム（CoREF）」などが設立され、その普及啓発が進められている。また、「すべての小中学生が電子教科書を持つ」という環境の実現を目指す民間主導のコンソーシアム（デジタル教科書協議会）が発足している。

このような状況のもと、大学においても基礎科目を中心に、教員によるカスタマイズが容易で、様々な情報と関連付けることが可能な電子教科書が注目を集めてきており、教科書の電子化の検討が行われるようになってきている[3]。

しかし、大学においては、高校までの指導要領に沿った教えるべき事項が決められているわけではなく、

学部全体としてのカリキュラムには沿うが、その内容は教員の知見や研究成果がフィードバックされる場でもあるため、同様の講義名称であってもその内容が異なることがある。だが、大規模文系大学においてよく行われる複数教員による同一科目の多展開においては、講義の内容をある程度共通化させる必要があり、その質を担保するために教科書が必要不可欠となる。ただし、大学における講義の特徴から、教科書を読めばそのすべてを理解し単位を修得できるわけではなく、教員による指導（講義）が重要な意味を持つことは言うまでもない。

一般的に大学の講義において教科書を作成する場合は、担当科目の内容を網羅することを前提に作成されるが、本として成り立つように記述される点と、授業を履修していない人や環境や状況の異なる他大学での利用も考慮し、内容を一般化して書くことが多い。したがって、実際に授業を進める上で利用しない部分も存在するし、学生の理解度や教員の授業のやり方によっては実際に授業を行う上で不足している部分も存在し得る。後者の場合、通常は、教科書をベースにポイントを絞り、MS PowerPoint 等で作成したプレゼン用資料を併用して、対応していることが多い。

したがって、大学における教科書の電子化を検討する際は、電子化の方向性から、従来の紙の教科書を電子化した「書籍の電子化」と、プレゼン用資料や事例、サンプル、演習課題等のアプリケーションを書籍と関連付けた「アプリケーションの書籍化」が必要不可欠となる[7]。また、学習者の知識レベルや学習の目的に

より、教科書の電子化の意義や取り得る構造が変化するため、注意を払う必要がある[6]。

更に、電子化された書籍は、コピーされ違法に流通する可能性もあるため、その実現に向けてはこれらの問題に対する対策が必要不可欠である。

2. 研究目的

本研究では、複数教員による多展開講義における指導内容の統一化（ばらつきの解消）をはかりつつ、教員・学生の多様なニーズへの対応及び教員の負荷の軽減、ベストプラクティスや有効な教授法、関連するツールなどに関する資料の共有化による教育の質の向上を図るために、指導者用の電子教科書が持つべき必要な機能要件について検討することを目的とする。

なお、本研究においては、本学経営学部で1~2年次に開講している選択必修科目ある「情報リテラシ基礎演習」を研究対象とすることとする。この「情報リテラシ基礎演習」は、複数教員（専任教員と非常勤教員の合計10人）で15展開（各クラスのサイズは40~50人）している科目で、学生の状況がクラスや年度によって異なる点と、教授方法も教員によって差がある点から、指導内容の統一をはかるためにも共通の教科書を作成し、それに基づいて授業を実施している。しかし、各教員が完全に教科書通りに進めることは難しく、教科書をベースとしながら教員側が個別にカスタマイズすることで対応しているのが現状である。つまり、教科書はあるものの、教員が教材作成に非常に時間と労力を要している状況にある。また、ベストプラクティスや有効な教授法などに関する資料を教科書に関連付けて保存する仕組みがないため、教員間でなかなか共有されない状況にある。

3. 教科書の構造と求められる機能

3.1. 教科書の構造

一般的に、大学における教科書は、複数の章から成り立っており、その中に複数の節を含んでいる。場合によっては更にその中に複数の項を含んでいる。各節は、複数の段落から構成されており、各段落は複数のキーワードや図、表を含んでいる（図1参照）。

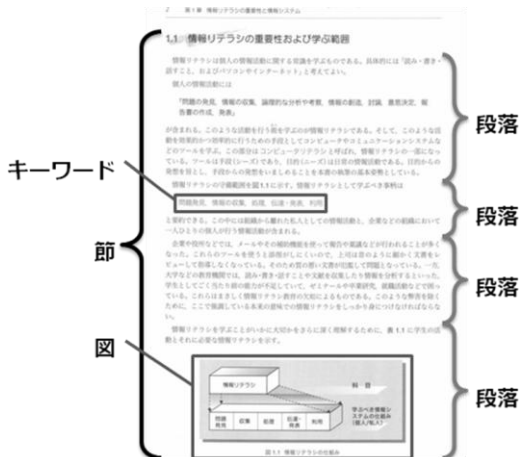


図1 教科書の構成の例

その構造は、図2に示すような階層構造となっている。



図2 教科書の構造

本研究で対象としている「情報リテラシ基礎演習」の教科書である、「ITテキスト基礎情報リテラシ」をこの階層構造に従って記述すると図3のようになる。



図3 「ITテキスト基礎情報リテラシ」の構造

大学において教科書を指定して講義を進める場合は、基本的には教科書の構造に従ってシラバスが作成されることが多い。しかし、実際に講義を行う際は、教科書の構造通り行われることはそれほど多くなく、講義回数や学生の理解度に応じて、章内に書かれている内容を分割して講義したり、複数の章をまたいだ内容の講義が実施されることが多い。具体的には、教科書の構造と講義内容は図4に示されるような対応関係で利用される。



図4 教科書の構造の講義の関係

3.2. 電子教科書の種類と求められる機能

文部科学省の「教育の情報化ビジョン ～21 世紀にふさわしい学びと学校の創造を目指して～」によると、電子教科書には、学習者用のものと教授者用のものの2 種類があり、以下に示す機能を持つことが期待されている。

・学習者用電子教科書

- 様々な文章表現（外国語を含む）を朗読するなど音声を再生する機能
- 学習内容の理解に資する動画、アニメーションや立体画像を示す機能
- 文字や画像等の拡大機能
- 音声や動画を提示し、これを活用したロールプレイ等ができる機能
- 発言等の録音や声の大きさの段階ごとの表示を行うことができる機能
- 表、グラフ、作図、描画機能
- 書き込み（ノート機能を含む）、マーキング、ハイライト機能
- 学習履歴の把握・分析機能
- 辞書、参考資料機能
- 教材の全体や関連する他の教材を閲覧する機能
- 編集・採点機能
- 子どもたちの一人一人の理解度やつまずきの内容に応じて教材を提示するなど習熟度別学習・自学自習に資する機能

・指導者用電子教科書

- 上記の学習者用電子教科書と同様の機能
- 教員が必要に応じて教材をカスタマイズできる機能

これらの電子教科書に求められる機能は、主に小学生や中学生、高校生を対象にしたものであるが、本研究で対象とする大学生を対象にしたものであっても同様の機能が必要であると考えられる。

4. 提案

大学の講義で使用される教科書は、1 章で述べたように一般化して書かれていることが多く、更に 3.1 で述べたように各教員が教授内容に応じて必要な部分のみを取捨選択したり、順番を入れ替えたり、と構造を自在に再構成して利用されることが多い。また、教科書のみを教材として講義を行うことは稀で、教員独自の知見や方針によって新たにコンテンツを付け加えて利用することが大半である。よって、大学における電子教科書に求められるのは、これらの機能を実現でき、更に同一科目の複数展開に対応できるよう教員間で共有できる機能が必要となる。

これらの大学における電子教科書に求められる機能をまとめたものを図5に示す。

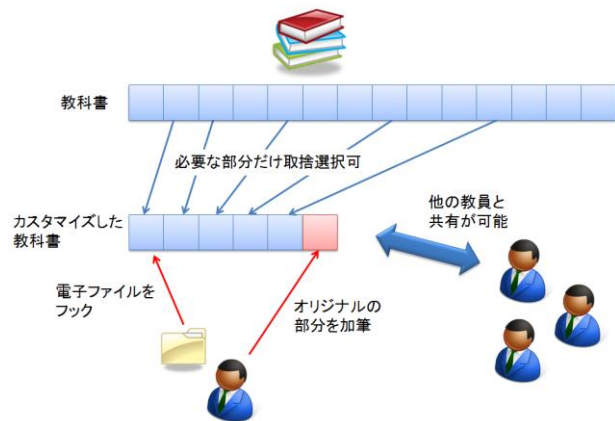


図5 電子教科書に求められる機能

以下でこれらの機能の詳細について述べる。

4.1. 教科書コンテンツの動的再構成機能

大学における講義では、教科書の最初から順番通りに進めていくことは少ない。教員の指導方法によって不要な部分があったり、順番を入れ替えて使用する必要がある。また、複数の回にわたって繰り返し使用するコンテンツもある。例えば、前述の「IT テキスト基礎情報リテラシ」の第4章「活動計画・行動予定と記録」は、情報リテラシ基礎演習のグループ・ワーク時に毎回周知すべき内容となっている。

つまり、3.1 で述べた教科書の章や節、項、段落などの構成単位で、必要な部分、不要な部分を自由に取捨選択したり、順番を入れ替えたり、特定の部分を複数回にわたって繰り返し提示できる、といった動的に再構成できる機能が必要である。

4.2. 教科書コンテンツの付加機能

4.1 で述べた場合とは逆に、講義を行うにあたって教科書のみでは不足していることも考えられる。学生の理解度に応じて、もしくは教員自らの知見に基づいて、教科書を補足するコンテンツを新規に追加したり、関連する教材をリンクできる機能が必要である。

追加コンテンツとしては、講義メモ、事例、関連させて教えておく必要がある追加項目などを説明したテキスト、写真や動画、Web ページへのリンク、アプリケーション、パワーポイントで作成したオリジナル教材、といった各種メディアファイルが考えられる。

これらの追加したコンテンツを、図1に示した教科書の構成単位ごとに関連付けられる機能が必要である。

4.3. 教科書コンテンツの共有機能

4.1 や 4.2 で述べた機能を用いて、各教員が自分の指導方針に合った教科書を作成できる。この2つの機能以外に、前述の複数展開科目における指導内容の共通化や、教員同士の情報共有を目的とした、オリジナル教科書の共有機能が必要になる。自分以外の教員がどのようなコンテンツを使用して講義を行っているのかを閲覧でき、問題の共有や知見の交換を行い、講義の質を高めることができる。

共有のレベルとして、教科書のコンテンツに関する

レイヤと、講義のコマ単位のレイヤ、指導方針のレイヤで共有できることとする。教科書レイヤでは、教科書の構成単位ごとに、4.2 で述べた付加機能により付加されたコンテンツを閲覧することができる。講義のレイヤでは、教科書のどの部分にどのような付加コンテンツを使用したか、1 コマごとに見ることができる。指導方針のレイヤでは、講義全体を通しての指導要領や、講義の回ごとの達成目標、提出課題などの指導者向けの視点でコンテンツを見ることができる。

5. 実現方法

ここでは、前章で述べた電子教科書の実現方法について述べる。

5.1. 実装技術について

本研究では、前述のような機能を実現するために、まず電子教科書についての動向と関連技術についての調査を行った。その結果について以下で述べる。

現在、世界中で教育における情報化が進んでいる。スマートスクール、スマートラーニングの実現に向けて学校におけるネットワーク環境の整備や各種教材の電子化などが進められている。その中でも、教育のコアとなる教科書の電子化においては、コンテンツや配布方法、標準化などについて、各国で様々な議論がなされている。

フランスでは 2011 年に既に電子教科書に完全移行し、シンガポールでは 2012 年に完全移行の予定である [1]。また韓国では、2011 年に電子教科書が導入され、2014 年までに小中学校において、2015 年までに高校において、すべての教科書を電子化する予定である [2]。韓国の電子教科書は、ベースとなる教科書を PDF にして教員に配り、教員が電子書籍制作ツールを使って配布された PDF に動画や写真、リンクなどを追加し、オリジナルの電子教科書を作れるようになっている。教員は自らが作成したオリジナルの電子教科書を教員用の Web サイトに投稿できる。それを別の教員がダウンロードして、更にリンクや資料を追加できる。このように、教材に関する情報を共有しながら、複数の教員が参加して電子教科書を作ることが可能となっている。但し、コンテンツの編集には専用のツールが必要となり、また基本的には最初に配布された PDF に対する画像・動画やリンクの付加の編集のみしかできない。

米国は、電子書籍の先進国として Amazon の Kindle や Apple の iPad といった電子書籍端末が最も普及しており、他国と比較してかなり早い段階から教科書の電子化が推進されてきた。州によっては既に電子教科書に完全移行しているところもあり、2017 年にはその市場規模も 44% 増加すると見込まれている (図 6)。教科書用の端末として米国で主に採用されている iPad では、オープンフォーマットである EPUB 互換の iBooks というフォーマットが採用されており、EPUB 形式の電子書籍を閲覧することも可能である。

教科書では、文章だけでなく、数式や記号といった特殊文字、図・写真などによる視覚的な情報など、様々なコンテンツを扱う。また、日本語の場合、文章も縦

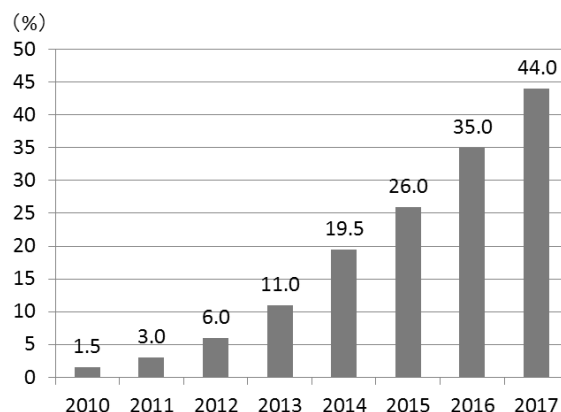


図 6 電子教科書販売シェアの推移予測

書きと横書きの 2 通りがあり得る。よって電子教科書のフォーマットは、コンテンツに依存しない書式が求められる。このようなコンテンツを扱う電子書籍の標準フォーマットとして、EPUB 3 が注目されている。EPUB は米国の電子書籍の標準化団体の 1 つである国際電子出版フォーラム IDPF (International Digital Publishing Forum) が策定したフォーマットである。EPUB 形式のファイルは、XHTML 形式で記述されたコンテンツと、コンテンツの表示に関するメタデータを ZIP 形式で圧縮したものとなっている。EPUB は、Google や Apple などが正式採用し、多くの電子書籍端末が対応しているため、欧米ではデファクトスタンダードとなっている。また、仕様がオープンなため、誰でも自由に使用することができる。この EPUB の最新の規格として、2011 年 5 月に EPUB 3 の仕様が公開された。EPUB 3 では、国際化対応として欧米言語以外のサポートが強化され、更に HTML 5 と CSS 3 に対応し、JavaScript の使用も可能になるなど、よりリッチなコンテンツ作成が可能となった。これを受けて、日本でも日本電子出版協会を中心に教科書の電子化に EPUB 3 の採用を推奨するなど、電子教科書の標準フォーマットとして期待されている。

以上のようなことから、本研究では、目指す電子教科書のフォーマットとして EPUB を採用し、4 章で述べた機能の実現が可能かどうかについて、試作・評価を行った。試作の詳細については、7 章で述べる。

5.2. 教科書の配布形式について

日本の初等中等教育における電子教科書では、購入した学校内での利用に限り、コンピュータの台数や利用形態に制限なく使用できる『校内フリーライセンス』という学校単位での購入が一般的になっている。しかし高等教育以上の教科書の場合、講義を担当する教員自身や、もしくは他の大学教員が執筆した専門書を使用することが多い。また、大学の規模や科目によって履習者の人数は大きく異なる。よって、大学単位での購入、科目単位での購入、個人単位での購入、というライセンス形態や価格設定を十分検討する必要がある。

また、本稿で提案する電子教科書では、教員がオリジナルの教科書を作成して教員間で共有することを考えているため、その共有について、いくつかの方式が

考えられる。本稿では、以下の3つの方式を検討する。

- フリー方式
- シェア方式
- コミュニティ方式

フリー方式では、オリジナルの教科書教材を無償で公開する方式である。この場合、一方的に授業運営のノウハウを提供することになる。メリットとしては、同じ教科書を使用して講義を行う教員間で自由に教材を共有できることが挙げられる。しかし、こうした授業運営のノウハウは、基本的に教員個人の成果・資産であり、それが無償で流出することを厭悪する教員もいると予想される。それを考慮した方式として、シェア方式が考えられる。シェア方式では、配布された教科書教材の使用に関して、無償で使用できる範囲や期間に制限を設け、継続した使用に関してある程度の対価を求め、教材提供者へフィードバックする。ソフトウェアの配布方式というシェアウェアに相当するものである（図7参照）。

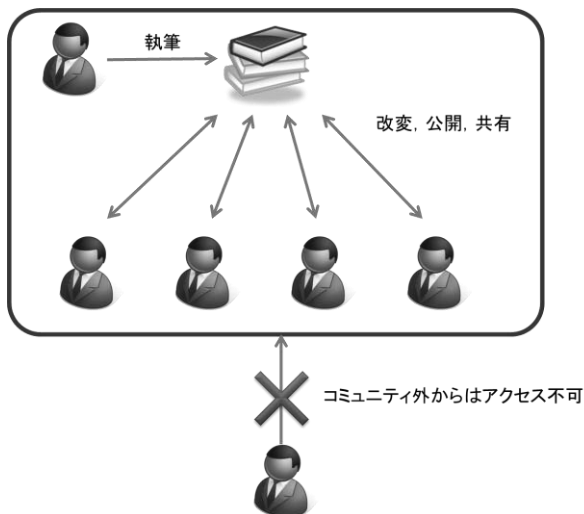


図7 シェア方式による電子教科書の共有

またコミュニティ方式では、学内や同じ科目の担当者内、もしくは同じ教科書を使用している教員内など、公開範囲を自由に設定可能にし、閉じたコミュニティ内で相互にオリジナル教科書教材を提供し合う（図7）。『公開範囲を限定したオープンソース・ソフトウェア』のような形式である。これにより、お互いのノウハウを共有し、教科書およびそれを使用した授業の質を向上させることが可能である。

6. 対象とした科目

本研究では、実際に機能を試作する際に、本学経営学部の1年次に実施されている「情報リテラシ」能力を修得するための演習科目「情報リテラシ基礎演習」を対象とした。

6.1. 「情報リテラシ基礎演習」の概要

演習科目である「情報リテラシ基礎演習」は、個人

としての情報活動についての素養を身につけさせることを目的とした講義である[4]。

「情報リテラシ基礎演習」の概要とその特徴をまとめたものを以下に示す。

- コンピュータリテラシの修得ではない
- 個人としての情報活動についての素養を身につけさせることである
 - ✓ 問題の発見から、情報の収集、処理、伝達・発表、利用までを学ぶ
 - ✓ 最終的には、ディベートを行うことを一つの目標とする
- 演習科目なので、実習を多く行う
 - ✓ 基本的な部分についてはある程度習得していることが前提
 - ✓ 応用的な使い方に関しては自習によるところが大きい
- 以前の内容を十分に習得していなければ、その次の演習に取り組めないような回もある
 - ✓ 様々な回や科目と密接な関係がある

6.2. 「情報リテラシ基礎演習」の実施状況

本学では情報リテラシの演習科目を大規模に展開（15展開、クラスサイズ：40～50人）しており、複数教員（専任教員と非常勤教員のあわせて10名）で実施しているため、指導内容の統一をはかるためにも共通の教科書は必須である。しかし、学生の状況がクラスや年度によって異なる上に、その教授方法も教員によって異なるため、完全にテキスト通りに進めることは不可能であり、教科書をベースとしながら教員側が個別にカスタマイズすることで対応しており、教材作成に非常に時間と労力を要している。

さらに、上記の能力を身につけるための手法としてグループによる課題解決型の演習を実施している。このため、グループメンバー間での情報共有や進捗管理、進捗報告などのためのツールも必要となる。また、グループメンバー間に情報リテラシの能力差がある場合も多く、それが原因となり学習意欲に差が出てしまうという問題点も内包している。

7. 機能の試作

5章でも述べたように、電子教科書を作成・配布する形式として、本稿ではEPUB形式を採用し、4章で述べた我々が求める機能が実現可能かどうかを試作した。現在、EPUB 3の仕様自体は策定されているが、対応したエディタやビューワーは少ない。対応していたとしても、EPUB 3から新たに追加された仕様すべてに対応しているツールは2012年10月現在存在しない。よって本研究では、まずはEPUB 2を用いて作成可能な範囲で試作し、EPUB形式の評価実験を行った。

提案する電子教科書では、教科書の必要部分の取捨選択が可能であること、原文データに情報を追加できること、の2点が求められる。また、著作物である原文データを改変することなくこれらの機能を実現できなければならない（図8）。

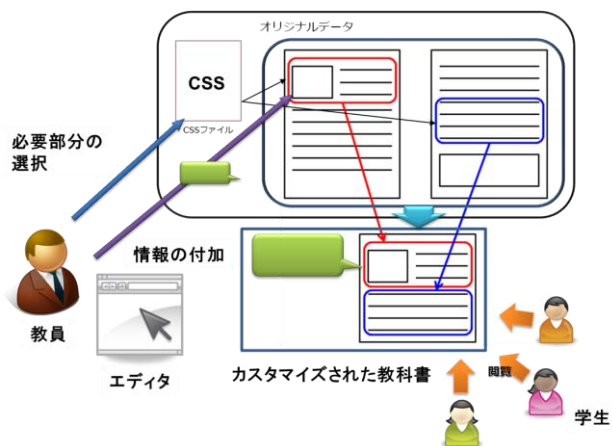


図8 提案する電子教科書の利用イメージ

今回の試作では、Google 社が無償で提供している WYSIWYG EPUB エディタである Sigil を使用し、上記の編集が行えることを確認した (図9)。

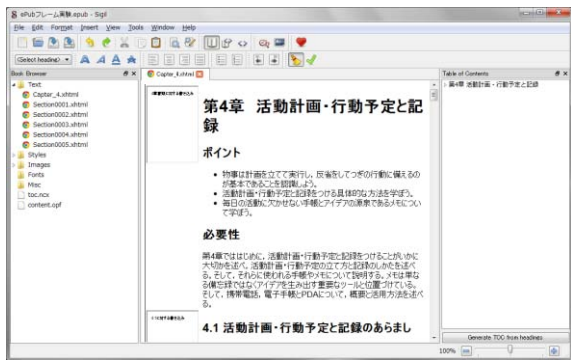


図9 Sigil による試作の様子

7.1. 動的再構成機能の試作

4.1 で述べた必要部分の取捨選択に関しては、原本の XHTML ファイルにおける本文を、図1で示した教科書の構成単位ごとに分けて記述し、それぞれにユニークなタグを付けておくことで、スタイルシートを使って表示の順番やレイアウトを自由に変更して使用、提供することができた。実際に作成したプロトタイプを以下の図10に示す。

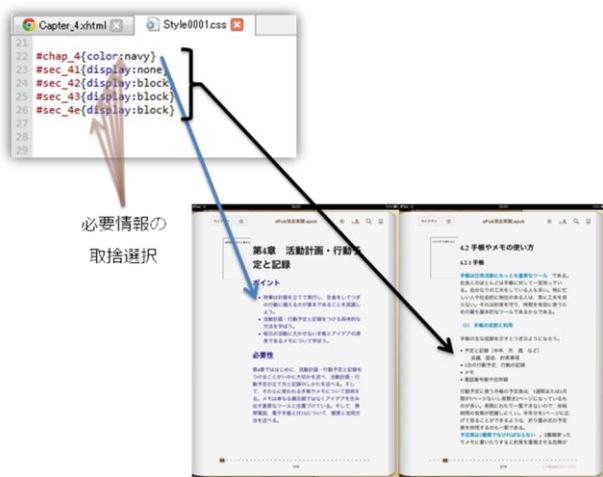


図10 動的再配置機能の試作

7.2. 付加機能の試作

4.2 で述べたコンテンツの追加に関しては、まず追加するコンテンツの XHTML ファイルを別途作成し、それらを別のレイヤとして原本の XHTML ファイルの上に重ねて表示する、もしくはフレームを使って並べて表示する、といったことで実現できた。実際に作成したプロトタイプを以下の図11に示す。

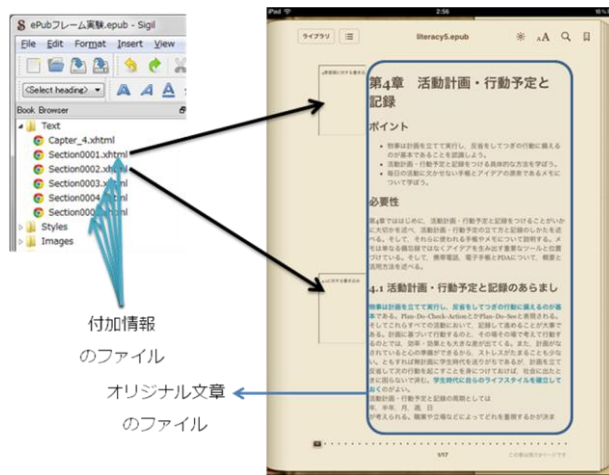


図11 付加機能の試作

7.3. 実際の利用に向けて

今回試作した機能を実際に利用するためには、ある程度の HTML や CSS の知識が必要である。また、必要部分の取捨選択のためのスタイルシートや追加コンテンツを作成する手間が増える、要件を実装できてはいるものの見栄えが良くない、など課題も残る。したがって、各教員に負担をかけることなく上記のような編集を行えるようにするためには、HTML や CSS の知識がなくても容易に利用可能なエディタが用意されていることが望ましい。

これらの問題は、EPUB 3 に対応したエディタやビューワーの普及により、解決できると考える。EPUB 3 では、HTML 5 や JavaScript が使用できるようになったため、更に高度な教科書本文の動的再構成を実現できる。例えば、HTML 5 で使用できる draggable 属性や droppable 属性を使用すれば、7.1 で述べたタグ付けした段落ごとにマウスによるドラッグ&ドロップが可能となり、JavaScript の ondragover イベントや ondrop イベントにおける機能を実装すれば、各段落を自由に配置することができる。また、HTML 5 の canvas 要素を使用すれば、教科書へのコンテンツの追加も、別の XHTML ファイルを作成せずとも可能になる。但し、これらの編集は、教員のみが行えるようにしなければならない。原本の EPUB ファイル自体にこれらの機能を持たせてしまうと、誰でも自由に編集できるようになってしまうため、ツール等を用いて教員のみが編集でき、学生は閲覧のみ可能、というアクセス制御や保護機能が必要となる。また EPUB 3 の仕様では、JavaScript への対応はあくまでオプションであるとされており、全てのビューワーが対応しているとは限らないため、非対応のビューワーのための対策も同時に実装しておく必要があると考えられる。

8. おわりに

本稿では、大学の講義における教科書の電子化についての提案を行った。資格取得のための学習のように、暗記や正解のある問題演習中心の学習においては、従来型の e ラーニングに特化した教材で代替が可能である。しかし大学における教育は、単純に教科書の本文を読んで覚えるだけで身に付くような単純なものではなく、教員自身による知識伝達や補完が必要不可欠である。また、教員によってその教授法は異なり、教科書全てを網羅することが目的ではない。一方で、複数の教員で同一科目を担当することも多く、指導内容の統一化が必要な講義も存在する。このような相反する要件を満たした、大学における教育に適した電子教科書が求められている。

本研究では、必要な部分を取捨選択して再構成できる機能、必要に応じて教員独自のコンテンツを追加できる機能を備えた電子教科書を提案した。また、これらの電子教科書を、教員間で共有する仕組みについて検討した。これらの実装方法として、EPUB を採用し、試作実験を行った。

今後は、本稿で提案した電子教科書の EPUB 3 による実装、および有効性の評価を行う。また、共有した教科書教材の有効活用法についての検討を行う。

(付記) 本研究は、平成 23 年度専修大学情報科学研究共同研究助成（テーマ：「情報リテラシ教育教材の電子化の検討」）の研究成果の一部である。

参考文献

- [1] Bruillard, E., “Current Textbook Research in France: an Overview,” *Proceedings of International Textbook Symposium (ITS 2011)*, pp.120-133, 2011.
- [2] Kim, J.H. and Jung, H.Y., “South Korean Digital Textbook Project,” *Computers in the Schools*, Volume 27, Issue 3-4, pp.247-265, 2010.
- [3] 植竹朋文, 森本祥一, 関根純, 渥美幸雄, 大曾根匡, “情報リテラシ教育教材の電子化の検討,” 第 10 回情報科学技術フォーラム (FIT 2011) 講演論文集 第 4 分冊, pp.427-428, 2011.
- [4] 魚田勝臣(編著), “IT テキスト 基礎情報リテラシ 第 3 版,” 共立出版, 2008.
- [5] 原田隆史, “電子書籍フォーマットの動向と学術情報流通への課題,” *情報知識学会誌*, Vol.20, No.4, pp.383-390, 2010.
- [6] 増永良文, “マルチメディア電子教科書の開発研究,” *情報処理学会研究報告 データベース・システム研究会報告*, Vol.93, No.65, pp.175-184, 1993.
- [7] 柳沼良知, 鈴木一史, 児玉晴男, “教科書の電子化の動向とプロトタイプシステムの開発,” *放送大学研究年報*, No.28, pp.91-98, 2010.