

教育の情報化と学習コンテンツの利用・制作に関する考察

竈谷 隆弘
仁愛大学人間生活学部

Consideration of "Informatization of Education" and Authoring of Learning Content

Takahiro KAGOYA
Faculty of Human Life, Jin-ai University

教育の情報化では、ICTを活用した学習環境を構築し、学ぶ児童・生徒が一斉指導・協働学習・個別学習を通して、より深まる授業の実現を目指している。そのような背景のもと、既存の学習コンテンツの利用のみならず、教師が地域性や内容の不足度合いに応じて独自のコンテンツを制作することもある。本稿では、学習履歴の把握や学習資料の共有のプラットフォームとして学習管理システムと、その上で利用される学習コンテンツに焦点をあて、それらを取りまく技術的な側面や制作環境を中心に考察を行う。

キーワード：学習コンテンツ、学習管理システム、Moodle、教育の情報化

1. はじめに（研究背景と目的）

近年の情報通信技術（ICT：Information and Communications Technology）は、著しい発展をしており、さらに重要な社会基盤として我々の生活に必要不可欠なものとなっている。そのような現状において教育におけるICTとの関係性は、今後ますます強くなっていくものと思われる。教育は理解を促したり技術を発展させるために、知識を伝播し、技能・態度などを身につけさせたり、教養育てたり訓練することであるが、情報の蓄積や加工、それらにもとづく判断や表現・伝達がそれらの根幹にあることは言うまでもない。

そこで文部科学省では国民全体の情報の利活用力の向上を図るための取組を推進している。特に21世紀を生きる子どもたちに求められる力として「生きる力」と「情報活用能力」をあげ、実証研究である「学びのイノベーション」⁽¹⁾として、ICTの時間的・空間的制約の超越や双方向性、カスタマイズの容易性といった特性を生かし、ICTを活用する一斉学習に加え、個別学習や協働学習を推進している。さらに具体的には取り組みの一つとして教科指導におけるICTの活用により分かりやすく深まる授業の実現を目指している。

そのために必要となる事項として、無線LANやクラウドなどのネットワーク環境、デジタル教科書やデジタル教材、それらを提示するための電子黒板や実物投影機といったデジタル機器、学習者が利用する情報端末などが挙げられている。これらのハードウェアに加えて、デジタル教科書・デジタル教材などの必要性も挙げられており、それらを活用することで、学習履歴を把握・共有することが求められている。教育の現場ではこれらの取り組みを行ってきているが、まだまだ自治体間での導入規模や進度の違い、教師の活用能力の違い、多岐にわたる問題があることも実状である。

このような背景のもと、本稿では、学習履歴の把握や学習資料の共有のプラットフォームとして学習管理システム（LMS: Learning Management System）と、その上で利用される学習コンテンツに焦点をあて、それらを取りまく技術的な側面や制作環境を中心に考察を行う。また学校教育へのICTの普及にともなって、デジタル教科書やデジタル教材が広義の学習コンテンツの代表的なものの一つとして利用されるようになってきており、これらについても言及することとする。

2. 情報端末環境、サーバ環境

ICT の発達情報は情報の共有をより容易にし、広範化と大容量化も伴い教育環境に対して大きな影響を与えるようになってきている。また情報端末の小型化は携帯性・可搬性を高め、一人当たりの利用台数が1台以上となることも稀なことではなくなりつつある。学校教育の現場では自治体の政策・予算配分等によりその規模や進度が現状で異なるが、「教育の情報化ビジョン」⁽²⁾では2020年での一人1台の携帯型情報端末の普及や校内無線LAN環境の構築を目指すものとしている。

このような中、ここ数年、情報端末としてノート型PCなどに加え、直感的な操作が可能なタッチパネルを搭載したタブレット型のものが普及しつつある。軽量でありながら、カメラ機能・ネットワーク機能を備えており、必要に応じ外付けやBluetooth接続によるキーボードを利用可能な場合もあるため、ノート型PCとの使用用途による区別もあいまいなものになりつつある。OSは従来のPCに由来するものと多機能携帯電話（スマートフォン）に由来するものがあり、ユーザインタフェースや利用可能なアプリケーションソフトウェアなど様々な違いがある。いずれもWebブラウザを経由したコンテンツへのアクセスは互換性が高いが、ハードウェア（加速度センサーなど）に関連する機能を利用する場合には、互換性は低くなる。これらの情報端末を従来は各機関が機関内に設置した各種サーバ群によって管理したり、利用対象となる教材コンテンツ等をそれらサーバ内に配置しておくのが一般的であったが、近年、サーバの仮想化技術などを用い、また設置場所も電源や耐震の面などで継続的な運用が可能なクラウドを用いることが増えている。これにより教育委員会等により全市・全県一括した運用も容易になりつつある。また各利用者も多様な情報端末からインターネットを通してクラウド上のデータへアクセスすることで、端末内にデータを保存する必要性が減り、データ保護や他者との共有も容易になってきている。

3. LMS, Moodle

LMSは、既存のWeb関連技術をベースにコンテンツ管理を効率よく行うCMS（Contents Management System）に、学習活動に必要なと思われる機能を負荷しながら普及してきたシステムである。学習教材の配信や成績などを統合してコースとして管理するため、サーバ（Web, データベース, ストリーミング等）が必要となるが、上記のようにクラウド環境上での構築・運用が一般的になりつつある。Moodle⁽³⁾はオープンソースで開発が続けられているLMSのひとつであり、これまで日本国内では主に大学等での授業支援を目的に利用されてきている。たとえば、学習リソース（文章や各種ファイル、リンク等）の提示、フォーラムでの議論、課題の回収と評価、オンライン小テストの実施・自動採点などの機能を有している。またこれらのリソースの閲覧や各種学習活動は履歴が記録され、授業コース内で総合的に評価を行うことも可能となっている。さらに、最近のMoodleのバージョンにおいては、各学習活動を相互に関連付け、ある学習活動を完了させないと他の学習活動を実行できないというような利用制限を設定することが可能で、授業デザインに基づいて学習活動の流れをコントロールすることができる。そして授業コース内での学習活動の完了を自動的に把握し、バッジ等によってその完了を証明することができる。この事はMoodleが対面授業のための支援ツールとして利用できるのみならず、自学自習のための学習プラットフォームとして利用できることに通ずる。実際、コースをオープンコースとして大学間で共有している事例もある⁽⁴⁾。また、反転授業（flipped classroom）として広まりつつある、ブレンド型学習の形態においても、共通知識として学習者が習得すべき内容はビデオや資料を家庭で事前に視聴し、教室では他の学習者と協働的に学習に取り組んだり、指導者の助言を個別に受けたりすることになるので、Moodleの利用が想定できる。

4. デジタル教科書

デジタル教科書は広義の学習コンテンツの一つとして考えられる。文字通り教科用図書をデジタルデータとして加工して学校教育で利用しようとするものであるが、既存の教科書の内容と、それを閲覧するためのソフトウェアに加え、編集移動、追加、削除などの基本機能を備えている。主に教員が電子黒板等により子どもたちに提示して指導するための指導者用デジタル教科書と、主に児童・生徒たちが個々の情報端末で学習するための学習者用デジタル教科書に大別される。当初、教科書発行者から発行されているのは、いずれも指導者用デジタル教科書であったが、高等学校用などから学習者用デジタル教科書が発行されてきている。また、これは教科書に準拠しているものの、法令上は、教科書とは別の教材に位置付けられる。

デジタル教科書をどのような形でデジタルデータとして実装するかは統一がこれまでされていない。当初教科書会社の多くは、指導者用の各種ツールやアニメーション、その他マルチメディアのコンテンツを利用できるようにするため、Adobe 社の Web 用アニメーション用ファイル形式である、SWF (Shockwave Flash) を採用してきた。しかし、その後、よりオープンな電子書籍フォーマットである EPUB3 形式をベースにしたものに移行しつつある。EPUB3 は、IDPF (International Digital Publishing Forum) ⁽⁵⁾ が HTML5 や CSS3, Javascript などの Web の標準技術・規格をベースに標準化したものであることから、SWF にあった互換性の問題が少なく、既存の様々なタブレットやその上で動作するブラウザやアプリケーションソフトで閲覧が可能となっている。

しかしながらデジタル教科書として要求される機能 ⁽⁶⁾ を考えると内容の表示や著作権保護の機能は EPUB3 では実現されているものの、クイズの正誤判定や LMS との連携・学習行動の分析は実現できていない。これらは、現在 IDPF の EDUPUB プロジェクトや文部科学省「デジタル教材等の標準化に関する企画開発委員会」などで検討されている。

5. 学習コンテンツの利用・制作環境

既にインターネット上には多くの学習コンテンツはパッケージ化されたものからされていなものまで存在している。しかしそれ既存の学習コンテンツの利用のみならず、教師が地域性や内容の不足度合いに応じて独自のコンテンツを制作することは重要である。さらにそれらを LMS を通じて学習者に提供し、学習活動を把握していくことも必要である。学習活動で用いられる様々な学習リソースデータとして、既存の Web 技術をベースとすることで、柔軟で多様な情報媒体が利用できる。それらの種類と LMS である Moodle 上での利用環境・制作環境などについて考察を行う。

5.1 テキスト・画像・ファイル

もっとも基本となる情報としてテキストデータがあげられる。Moodle では、Web ページ上のテキストエディタが埋め込まれており、書式付きの文字入力や HTML ソースでタグを含む入力が可能である。また近年、世界中の文字を単一の文字集合として扱える文字コードとして国際規格化されたことで、Web ページでは多言語文字の同時表示も可能となっている。Moodle においては、学習者に提示する文章を複数の言語で用意しておき lang タグで区分しておくことで、フィルタ (自動変換) 機能によりユーザの利用言語に合わせて自動的に変更することが可能となっている。以下の例は英語と日本語の両方を記載しているが、実際にはユーザの利用言語に合わせて「Learning」と「学習」という文字列の表示が自動的に変化する。

```
<span lang="en" class="multilang">Learning</span>
<span lang="ja" class="multilang">学習</span>
```

また HTML5 で規定されているルビ用タグにより、「学習」に「がくしゅう」とルビをふることができる。

```
<ruby>学<rt>がく</rt>習<rt>しゅう</rt></ruby>
```

その他 Moodle では TeX 記法による数式の入力もフィルタの一つとして利用できる。以下の例は 2 次方程式の解の公式を表すものである。ブラウザ上では数式を含む画像として表示される。

```
$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$
```

画像データはこれらを Moodle サーバにアップロー

ドすることで、テキストエディタ内で掲載したり添付ファイルとして登録したりすることができる。他の Web サーバ上で公開されており URI の参照が可能な場合には、それを指定することでも画像を表示可能である。従って、DropBox⁽⁷⁾等のクラウド系ストレージサービスにファイルをアップロードし、参照することも可能である。複数の画像を学習者に提示したい場合には、Moodle サーバ上に Web フォルダを作成し、そこにアップロードしてアルバムとしての提示が可能である。

その他、ファイルとして扱える学習リソースデータについては、Moodle 上でそのまま提示することが可能で、Office 文書や PDF データ、音声データなどの利用が想定される。音声データについては一般的な形式であれば、Web プレーヤー機能によりページ上でそのまま再生できる。PDF については、注釈(アノテーション) 描込み機能が搭載されており、マーカーハイライト、図形・テキストの入力などが可能となっているので課題等で回収した PDF データに直接アノテーションによるコメントを記し、フィードバックを返すことも可能である。

5.2 動画データ

動画データはビデオカメラやスマートフォン、Web カメラで、以前に比べて非常に容易に撮影し利用できるようになった。また、Microsoft PowerPoint2013 ではスライドショーの内容を mp4 形式で保存することが可能となっている。その他 PC やタブレット上での作業内容を動画データとして保存するようなアプリケーションソフトウェアも利用できるようになってきている。従って、学習者に音声を含む映像により、様々な学習内容についての解説を提供することも非常に容易にできるようになってきた。

動画データを Moodle を介して学習者に提供する方法は複数想定できる。最も単純な方法としては、動画ファイルを直接 Moodle サーバにアップロードし学習リソースとして提供する方法である。しかしこの場合ファイルサイズの大きい動画データが Web サーバに置かれることで、サーバを圧迫するだけでなく、複数の学習者による閲覧時にも、それらがダウンロード

されることになりサーバ負荷を上げネットワークトラフィックを圧迫することにつながる。また閲覧者がモバイル回線等を利用している場合には、使用パケット容量の増大や閲覧までの遅延につながる。また著作権保護の観点からも動画データをそのままローカルにダウンロードされることになるので好ましくない場合が多い。

そこで、ストリーミング方式による提供が考えられるが、HTTP でアクセスする Moodle サーバとは別に、別のプロトコル (HLS や RTMP 等) により配信できるストリーミングサーバを設置しそこに動画データを配置する必要がある、サーバ性能やネットワーク回線にも高性能が求められ安価な運用は難しい。

また、公開可能な動画データについては、YouTube⁽⁸⁾等のビデオ共有サービスを提供するサイトにアップロードし、それを Moodle コース内から URI 参照したり iframe を用いた埋め込みタグにより、ページ内に表示することも可能である。しかしビデオ共有サービスはその性質上不特定多数の閲覧者が想定されるため、数 10 人程度の学習者のみに限定した閲覧にしたい場合は、限定公開用の URI を発行することになる。しかしながら、この場合にも URI が不特定多数の者に伝われば閲覧が出来てしまうことになる。

Vimeo Plus⁽⁹⁾は比較的安価に様々な視聴制限を設定でき、その一つとして特定の Web サイト上のみで閲覧を許可するような設定が可能となっている。これにより Moodle の認証を受けた者だけが動画の閲覧が可能になるような設定ができることになる。

5.3 インタラクティブ教材

一方的な閲覧だけでなく、学習者の操作に応じて結果が変化するようなインタラクティブ (双方向的) な学習教材は、学習者の動機づけや学習意欲の向上、継続性、学習での達成感などが期待できる。これらのことはゲーミフィケーション (Gamification) という言葉で用いられるようになってきている。本来ゲームの要素・メカニズムを日常のさまざまな課題解決に応用する活動を示す言葉であるが、「課題」「報酬」「交流」などを含む学習活動との関連性も高い。

アプリケーションソフトウェアはインタラクティブ

なコンテンツの一つとして考えられるが、制作のためのハードルはプログラミング経験の有無などによって大きく異なる。

従来より Web でのインタラクティブなコンテンツの制作には、Adobe 社の swf (Shockwave Flash) 形式のアニメーションが用いられることが多かった。制作ツールとしては Adobe 社の Flash Professional などを中心に利用がなされてきた。しかし Apple 社の iOS では swf の動作ができず、これらの swf を含む多くの Web サイトは、最も普及したタブレット端末である iPad で閲覧できないという状態である。

そのような時期と併行して、HTML5 の策定が W3C を中心になされ普及することとなった。HTML5 では、マルチメディア要素が実装され音声やビデオ・画像などを canvas 上に配置し、JavaScript を用いてそれらを動作させることが可能となっている。多くの Web ブラウザが HTML5 に対応することで、従来の swf が担っていたインタラクティブなコンテンツの再生を HTML5 で実現する流れとなってきた。現在では Flash Professional CC での HTML5 Canvas 形式での発行もサポートされオーサリング環境も充実してきている。また上述のように、EPUB3 は、HTML5 と CSS3、JavaScript をベースに電子書籍形式として標準化を行ったもので、今後の普及が期待できる。

これらの swf や HTML5 を用いてインタラクティブ教材を作成することが可能であるが、それらと LMS の学習履歴とを関連付けることで、コンテンツ内のクイズの正誤などを LMS 上で評価することが可能となる。そのような実装を ADL (Advanced Distributed Learning)⁽¹⁰⁾ が SCORM として標準化し e ラーニングでの事実上の標準規格として利用されている。SCORM の作成では XML にてソースマニフェストを記述するが各種オーサリングソフトウェアも存在しそれらでは容易に SCORM パッケージの作成が可能となっている。

5.4 Moodle の学習活動モジュールの利用

Moodle では、標準の学習活動モジュールとして、レッスンモジュールや小テストモジュールを含む様々

なモジュールを利用可能となっている。レッスンモジュールは一連の HTML ページで構成され、それを学習者に提示することとなるが、各 HTML ページの下部に選択肢を配置し、それらの選択で学習者は特定のページに移動させることができる。これらの組み合わせで 1 つのテーマに関する適応学習を実施することができることになる。

また、小テストモジュールでは、多肢選択や記述式の小テストを実施でき、自動採点が可能である。そのため学習者は一定の点数が得られるまで複数の受験を繰り返すことが可能となっている。また、小テストの評価結果をコース内の他の学習活動と連携させ利用制限することで、複数の小テストと学習リソースを組み合わせた一連のパッケージとして利用することが可能となる。

6 最後に

本稿では、学習管理システムと、その上で利用される学習コンテンツ及びそれらを取りまく技術的な側面や制作環境を中心に考察を行った。本稿では言及しなかったが、学習コンテンツの制作においては ID (Instructional Design) に基づく設計が重要である。今後、それらも踏まえた学習コンテンツの技術的側面との考察も行っていきたい。また、実装した学習コンテンツと学習者の学習行動履歴の詳細な分析についても行う必要がある。

謝 辞

本研究は、科研費 (研究課題番号 24501222) および平成 26 年度仁愛大学共同研究費の助成を受けており、関係各位に感謝します。

参考文献・URL

- (1) 文部科学省「学びのイノベーション事業」
http://jouhouka.mext.go.jp/common/pdf/manabi_innovation.pdf
- (2) 文部科学省「教育の情報化ビジョン」

の公表について,

http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/23/04/1305484.htm

- (3) Moodle, <http://moodle.org>
- (4) 日本 Moodle 協会 MAJ Course Sharing Hub ,
<http://hub.moodlejapan.org/>
- (5) IDPF, <http://idpf.org/>
- (6) Nakajima, Toshiya ; Shinohara, Shun ; Tamura, Yasuhisa. Typical functions of e-Textbook, implementation, and compatibility verification with use of ePub3 materials. Proc. 17th International Conference in Knowledge Based and Intelligent Information and Engineering Systems (KES) 2013. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050913010168>
- (7) DropBox, <http://dropbox.com>
- (8) YouTube, <http://youtube.com>
- (9) Vimeo, <http://vimeo.com>
- (10) ADL, <http://www.adlnet.gov/>