

電子黒板及びタブレット端末を用いた教育用システムの提案

京都情報大学院大学

奥田 茂人・河地 裕介・江見 圭司

◆ 1. はじめに

◆ 1.1. 教育用システムの電子化

近年授業で組込み技術を用いた電子黒板（以下、電子黒板）を使用したいという学校が増えてきている。これに応えるかのように、電子黒板を発売する企業は年を追うごとに増加しており、教材に関する展示会でも今や電子黒板は大きな一角を占めている。また、世間では Apple 社の iPhone や各社が発売している Android 系の携帯端末機などが普及しつつあり、携帯電話同様に街中で見かけることも珍しくなくなった。最近では Microsoft 社の Windows Phone も発売され、携帯端末市場はますます拡大する勢いを見せている。

従来の授業では、プロジェクタで教材をホワイトボードに投影していた。これに対して我々は、今後本格的に到来する教育の電子化に対応しなければならない。今回は、電子化した教材（以下、コンテンツ）を使用する、電子黒板及びタブレット端末を用いた教育用システム（以下、本システム）を新たに提案する。

◆ 1.2. 大阪教育大学附属池田小学校におけるモデルケース

去る 2011 年 6 月に、大阪で「デジタル教科書を活用した小学校算数授業」[1] という公開授業が行われた。これは、大阪教育大学附属池田小学校の 4 年生の児童に対して、原田朋哉教諭が電子黒板を用いて授業をしたものである。

使用された教材は、黒板についてはタッチパネル式の電子黒板で、その両脇には保護者や報道関係者のためにプロジェクタが設置されていた。授業は原田教諭が電子黒板により進めていくのだが、電子黒板に表示された電子教科書に対して指でなぞってマーキングすることで印象づけようとする他、児童にも積極的に発言させることで授業に引き込もうとするなど、様々な手段が用いられていた。

これらの中で、本システムに関連する部分に絞って特徴を以下に述べる。

まず、黒板を消すことがすぐできる、つまり初期化がすぐできることが挙げられる。従来の黒板では書き込んだ後に一旦消してから再度書く必要がある。しかし、電子黒板ではボタン一つで書き込んだ全てを消すことができるので、テンポ良く授業ができる。また、指でなぞった部分が線となって表示されるというのは、単純に見た目のインパクトがあるので受講生（この場合は児童）の注目を引きつけやすいという面もあった。そ

して、これは授業とは直接関係ないのだが、教材を一度作ってデータ保存しておけば次年度からも同じように使える上に、その修正も楽にできるという利点がある。

ただし、全てが電子化されていたわけではなかった。45 分の授業で使用したのは最後の 5 分だけであったのだが、児童の教科書は従来どおりの紙だった。この公開授業はデジタル教科書を活用したモデルケースということであったが、児童の所持する教科書に関してはまだ十分に進んでいないというのが現状である。

◆ 2. システム構成と各機能の仕様の提案

◆ 2.1. 想定した電子黒板

これから提案するシステムの構成は、情報処理技術者試験のシステムアーキテクト試験の問題 [2] を参考にして作ってみた。まず、各教室に電子黒板及び無線 LAN のアクセスポイントを設置する。校内にサーバ及び管理 PC を設置し、各教室の電子黒板及び無線 LAN のアクセスポイントと LAN で接続する。次に、タブレット端末（これはスマートフォンで代替可能）は無線 LAN のアクセスポイント経由で、サーバ及び電子黒板と接続する。最後に、座席位置情報を記録した無線通信方式の IC タグ（以下、RF タグ）を全教室の全ての机に設置する。本システムの構成図を図 1. に示しておく。

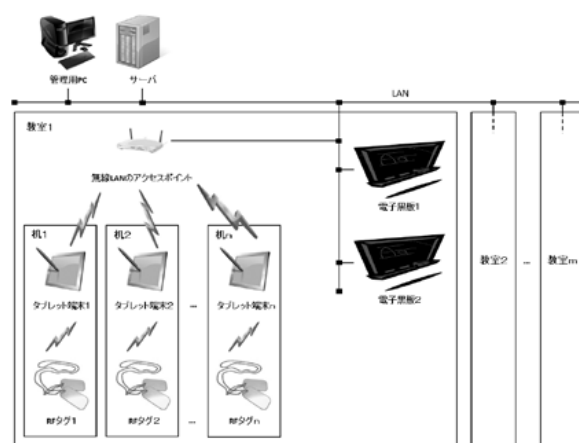


図 1. 本システムの構成

本システムにおける電子黒板の機能及び仕様は、次のとおりである。まず、サーバからダウンロードしたコンテンツ及び外部接続器を介して、印刷物から読み取ったデータなどの表示及び音声出力が行える。コンテンツを電子黒板内のメモリに保持できる。ディスプレイの前面に設けられたタッチパネルを用い

て、表示の拡大・縮小、複数ページからなるコンテンツのページ送りなどの操作を可能とする。タッチパネルを用いて、手書き入力をトレースして表示できる。また、表示コンテンツに手書き入力を重ねて表示できる。手書き入力した情報をサーバに格納して再表示できるだけでなく、手書き入力文字を指定フォントで表示できる。タブレット端末からサーバにアップロードされた情報や、その集計結果などを選択して表示できる。他にも、同一利用者がログインしている2台の電子黒板(図1.で電子黒板1, 電子黒板2)は、LANによって相互に情報を交換して連動できる。例えば、電子黒板1に主コンテンツをダウンロードして表示すると、電子黒板2に関連した補助コンテンツを自動的にダウンロードして表示するのである。コンテンツの表示ページが更新されると、補助コンテンツの表示ページも連動して更新される。以上の仕様を表1.に示しておく。

表1. 電子黒板の仕様

項目	仕様
ディスプレイ	・静止画又は動画の表示 ・60インチLCD
オーディオ	・音声信号出力のオーディオデコーダを内蔵 ・ステレオスピーカーを装備し、音声を出力
タッチパネル	・ディスプレイ前面に設置 ・光学式 ・手書き入力、表示の拡大・縮小、ページ送りなど
通信インターフェース	・LAN
外部接続機器	・画像を入力するためのカメラ、及びDVDプレーヤー

◆ 2.2. 想定したタブレット端末

本システムにおけるタブレット端末の機能(スマートフォンを含む)及び仕様は、次のように提案したい。まず、机に貼られたRFタグの情報を讀込んでサーバに送信する。サーバから配信されるコンテンツを受信し、画面に表示する。文字や図形をタブレット端末のタッチパネルから入力し、入力した情報をサーバに送信する。他に、無線LANと接続されていなくても利用できるようにするため、受信したコンテンツ及びタッチパネルから入力した情報を保持する。以上の仕様を表2.に示しておく。

配布後の端末機についても様々な問題が存在する。まず、子供は力加減ができない場合がよくあるので、端末機は乱暴に扱われるということを前提とするべきであろう。大人のように慎重に扱ってくれることはまず期待できないため、ハードウェア的に丈夫な物であるということは重要である。これについては、任天堂のゲーム機であるファミリーコンピュータやゲームボーイについて考察してみるのもよい。しかし、本システムの提案では、端末は基本的に受講生の機の固定としておくのである。こうすれば、乱暴に扱われる心配はかなり少なくなるであろう。

表2. タブレット端末の仕様

項目	仕様
ディスプレイ	・静止画又は動画の表示 ・スマートフォン(800×480)から1024×768ぐらい
オーディオ	・音声信号出力のオーディオコーデックを内蔵
タッチパネル	・ディスプレイ前面に設置 ・感圧式 ・手書き入力、スクロール、ページ送りなど
記憶デバイス	・不揮発性メモリ
通信インターフェース	・無線LAN/USBは要検討事項
RFタグリーダ	・RFタグからの情報読み込み
外部接続機器	・ステレオスピーカー

◆ 2.3. 管理用PC

最後に、本システムにおける管理用PCの機能は、以下のようによまとめられる。まず、コンテンツをサーバにアップロードする。そして、タブレット端末からサーバにアップロードされた情報の集計を行う。

現在の教室では、プリントの配布と回収に替わる手段として採用した場合は大きな効果が見込める。特に欠席者に対する配布と回収については、受講生の居場所に関わらず対応が可能となるので非常に負担が軽くなるはずだ。他にも、行事予定や成績、それに個別連絡などのやりとりも端末機を通して行えば、効果は更に高まる。

ここまでが機能要件となる。

◆ 2.4. 非機能要件(運用など)

ここからは、本システムにおける運用について考察する。教師は、授業に使用するコンテンツ及び補助コンテンツ(以下、区別しない場合はコンテンツと表記)をサーバにあらかじめ格納しておく。また、授業を担当する教師が、利用者IDとパスワードを入力して電子黒板にログインし、必要なコンテンツをサーバから電子黒板にダウンロードする。受講生には、前もってタブレット端末を貸与して学校内外で使用できるようにする。また、受講生は、タブレット端末の起動時に、利用者IDとパスワードを入力してログインする。教室で使用する場合は、更に机に貼られたRFタグの情報をタブレット端末に読み込ませる。そして、教師は必要に応じて、タブレット端末にコンテンツをダウンロードする。

◆ 3. 実装に関する考察

具体的なOSなどを検討した。

これらを元に実際に本システムを構築していくと実質3択になっていく(表3.)。クライアントはiPad(iPhone)とAndroidとWindows 8(Windows Phone 7)である。サーバ側はOSX Lion ServerとLinuxとWindows Server 2008 R2である。

表3. サーバとクライアントのOS比較

社名	クライアント	サーバ
Apple	iPad	OSX Lion Server, Linux
Google	Android	Linux
Microsoft	Windows 8	Windows Server 2008 R2

iPad と Mac OS X Lion Server についての組み合わせだが、iPad を用いた電子教育システムを見ていると、iPad だけで完結している傾向がある。サーバは使わない。

次は Android と Linux だが、これも iPad と同様に Android 端末で完結している電子教育システムが多い。利点としては導入コストが安価であることだ。Android 端末は 1 台 5 万から 6 万で市販されており、サーバ側は Linux を用いて各サーバを構築する。だが、市販の売られている電子教育システムは、教師用クライアントと受講生用クライアントに分けられているだけの製品ばかりである。サーバを用いてデータ管理するというような電子教育システムは見受けられない。他にも、基本的に Linux はディストリビューション間で互換性がなかったり、OS がバージョンアップする度にシステムそのものの変更修正にコストがかかるという問題点がある。

最後に、Windows 8 と Windows Server 2008 R2 の組み合わせである。Windows 8 は現在開発中だが、次世代端末としてこちらを挙げることにした。利点としては、各ソリューションのドキュメント類が充実しており、導入は比較的簡単である。また、各ソリューションの役割がはっきりと決まっているので、それぞれの投入箇所が明確であるという点だ。例えば、書き留めておきたいことがあれば OneNote、ファイルを共有したい場合は SharePoint という具合である。難点としては、費用が高くなりがちになることである。

以上を元に、各 OS の比較をまとめた (表 4. 参照)。

表4. 導入および運用時における効率と費用の比較

OS(クライアント,サーバ)	効率	費用
iPad, Lion Server	やや低	中
Android, Linux	低	低
Windows 8, Windows Server 2008 R2	高	高

前述までの説明から、費用を抑えるならば Android と Linux の組み合わせが最もよい。逆に効率を考えた場合は、Windows 8 と Windows Server 2008 R2 の組み合わせが最も効果的といえるだろう。なお、Lion Server に関するドキュメント類があまり多くないということから、iPad と Lion Server の効率を『中』ではなく『やや低』としている。これは Lion のような Mac OS サーバを運用している高校教員の方からも、「運用の属人化」について聞いているので間違いないであろう。

開発効率は高い方がよい。導入コストは低い方がよい。開発効率という項目があるがこれはシステムの導入をどれだけ効率よくできるのかという指標を表している。iPad の開発効率がやや低い理由として Lion Server に関するドキュメント類があまり多くないことが挙げられる。このことから iPad での開発

はここでは外す。

今回のシステム構成から Windows 8 と Windows Server 2008 R2 を用いることを推薦したい。導入コストが気になる場合は Android と Linux で導入する。

なお、端末には、スマートフォンを用いることも可能であり、iPad の代わりに iPhone や iPod Touch、Android 端末の代わりに Android 携帯電話、Windows 8 の代わりに Windows Phone となる。

◆ 4. 電子教科書に関する考察

本システムでは管理用 PC サーバで電子教科書のバックアップを管理することにする。

見落としがちになる点として、教科書を電子書籍化するにあたって DRM をどこが管理するかが重要になってくる。DRM とは、デジタル著作権管理 (Digital Rights Management/DRM) [3] であり、電子機器上のコンテンツ (映画や音楽、小説など) の無制限な利用を防ぐための技術の総称である。DRM では、コンテンツ本体とは別にその再生に不可欠な鍵となるメタデータを用意し、特定のユーザーだけにそのメタデータを渡すことで、結果として無制限な複製が抑制されることを狙いとしている。仕組みとしては様々なものがあり、その機構はコンテンツの形式や利用形態によって異なる。ユーザーが特定の再生ソフトウェア (iTunes や Windows Media Player など) を使い、暗号化されたコンテンツを復号しながら再生する方式が一般的だ。

さて、教育の分野から考察した場合に最も心配されるのは、DRM 技術のほとんどが特定のメーカーによって定められ、技術の詳細が一般に公開されていないという点である。これは、そのメーカーやサービスが活動を停止した際に、購入したコンテンツが将来にわたっても利用可能なのかが必ずしも担保されていないということを意味する。個々の開発会社あるいは運用会社が DRM を保有しているということは、教育者側としては望ましくない。そうすると、どこが一括管理するのかという問題が発生する。電子書籍の規格統一委員会、教育委員会、あるいは文部科学省など、運用責任も含めて議論する必要がある。

本システムではそこまで仕様を決めることはできない。単純なのは、DRM の仕組みを教科書出版社が提供して、DRM 管理プログラムを、学校の管理用 PC サーバにインストールして管理する方法である。実現の可能性は、DRM 次第となる。

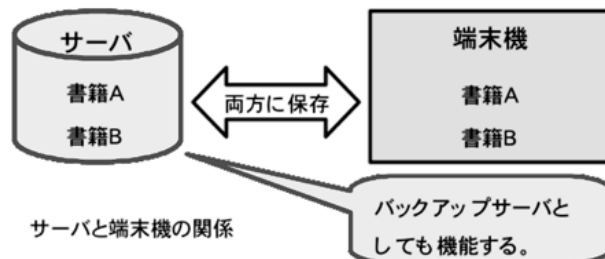


図2. 電子教科書のバックアップのある管理用PCサーバとタブレット端末機

◆ 5. 結論

システム導入における理想は、効率がよく、なおかつ費用を低くすることである。しかし、現実には効率と費用をトレードオフしなければならないことが大半だ。そこで何らかの形で妥協点を見出す必要がある。ここでは、導入と運用を合わせて論じることにする。

まず、iPad と Lion Server の組み合わせだが、最大の問題点はサーバ関連のドキュメントが少ないという点だ。これは導入検討時の判断材料が少ないということであり、それはそのまま運用時の障害対応や機能の追加変更にも負の影響を与えてしまうことを意味している。この点をどれだけうまく押さえられるかによって費用の見方が変わってくる。

次に、Android と Linux の組み合わせにおいては、オープンソースということもあって費用は3パターンの中で最も低い。予算が限られた中では魅力的だが、前章で述べた各バージョン間に互換性がないため、どうしても効率は低くなってしまう。そのため、システムを管理する個人あるいは部署の技術レベルが、そのままシステム導入成果になりやすい点に注意しなければならない。

最後は Windows 8 と Windows Server 2008 R2 の組み合わせである。さすがにサーバとクライアントに同一企業のソリューションを採用するだけあって効率は高い。また、ソフトウェアに関するサポートも Microsoft 社から受けられるという点は非常に心強い。しかし、それだけに費用の面は3パターンの中で最も高いのが最大の難点といえる。

以上の点を踏まえた上で、属人性に頼らないシステムを導入するならば、Windows 8 または Windows Phone と Windows Server 2008 R2 を用いることになるだろう。確かに費用面から見た場合は、Android と Linux が有利である。しかし、本システムの構成を考えた場合、昨今企業の基幹システムにも導入実績が増えてきている Windows シリーズをワンパッケージで採用する価値はあるといえる。ワンパッケージ的な発想で言えば、Apple 社の iPad と Lion Server もよいが、サーバ管理ノウハウに難点があるだろう。

電子教科書の採用については、DRM の方式が決まらない限り、なんともいえないのが現状である。

今後は、研究助成や補助金などで実験してみる予定である。

【参考文献】

[1] New Education Expo 2011

”未来の教育を考える場” 教育関係者向けセミナー & 展示会
<http://edu-expo.org/>

[2] システムアーキテクト試験午後I平成23年秋問4

[3] 中村忠之, “ネットビジネス進化論”, 中央経済社, 2011年

奥田 茂人
Okuda Shigeto

京都コンピュータ学院メディア情報学科卒業後、株式会社インテグラル入社。現在、京都情報大学院大学応用情報研究科に在学中。

河地 裕介
Kawachi Yuusuke

江見 圭司
Emi Keiji

経歴はジャーナル 28 ページに掲載。