

電子黒板を基幹とした ICT 活用学習環境の構築

比留間雄大[†] 加藤直樹[†]

概要：近年、教育現場において情報端末、電子黒板、無線 LAN などが整備された環境の下で、ICT 機器を活用した授業が普及をしてきている。その中で、多くの企業が電子黒板用のソフトウェアの開発・販売を行っている。これらのソフトウェアには多種多様な機能が組み込まれている。しかしながら、それらは必ずしも実際の教育現場でのニーズを満たすものではない。また、ICT 機器を活用する授業がより効果的なものになるために必要となる連携についても弱い部分があり、授業の流れを遮断してしまう場合がある。そこで本稿では、実際の教育現場での利用を重視し、様々な ICT 機器との連携を可能にする電子黒板用ソフトウェアの開発について述べる。本システムでは、電子黒板用ソフトウェアとの連携の強化を可能にするために、一枚の板面を基本単位としたデータ交換を軸に、外部ソフトウェアの長所を發揮できるような連携を行うことを目標としている。

A development of the learning environment with ICT centered on the electronic whiteboard

YUDAI HIRUMA[†] NAOKI KATO[†]

Abstract: A class which utilizing ICT under an environment equipped with such as information terminal, electronic whiteboard and wireless LAN is increasing in field of education in recent years. Among them, a lot of companies are developing and selling the software of electronic whiteboard. However, they are not satisfying the needs in real field of education. Also, a cooperation which is needed to make a class utilizing ICT effective has a weak point and maybe block the flow of the class. In this paper, we developed an electronic whiteboard software which is focused on the use in real field of education and enables cooperation among various ICT. In this system, to enable a strong cooperate with the electronic whiteboard software, we aimed to cooperate with external software showing its advantage basing on data exchange using whiteboard writings as a basic unit.

1. はじめに

21 世紀に入り情報通信技術の発展やグローバル化など、私たちを取り巻く環境は大きく変化をしてきた。今を生きる子どもたちを取り巻く環境はこれからも大きく変化を続けていく。激変する社会で生きる中で子どもたちの確かな学力、豊かな心、健やかな体の調和がとれた「生きる力」を育てていくことが求められる。

平成 25 年 6 月には第 2 期教育振興基本計画[1]、日本再興戦略[2]、世界最先端 IT 国家創造宣言[3]が閣議決定され、新たな政府方針が示された。第 2 期教育振興基本計画においては、確かな学力を効率的に育成していくことが挙げられている。個々の能力や特性に合った学びを通して、協働型・双方向型の授業革新を推進する中で ICT(Information Communication Technology)機器の積極的な活用が示されている。日本再興戦略においては、IT(Information Technology)を活用した 21 世紀型スキルの修得のために 2010 年代中に 1 人 1 台の情報端末を用い、教育の本格的展開に向けた方策を整理・推進し、デジタル教材の開発や教師の指導力向上に関する取り組みを進めることで新しい学びへの授業革新を推進していくことなどが示されている。世界最先端 IT 国家創造宣言においては、初等教育段階から教育環境自体

の IT 化を行うために、学校の高速ブロードバンド接続、1 人 1 台の情報端末配備、電子黒板や無線 LAN 環境の整備、デジタル教科書・教材の活用等を行い、児童生徒の学力の向上と IT リテラシーの向上を図ることや、教師が児童生徒の発達段階に応じ、IT 活用指導モデルの構築やその指導力の向上を図ることといった取り組みにより、2010 年代中にすべての小学校・中学校・高等学校・特別支援学校の IT 化を行うことが示されている。学校における ICT 環境の整備状況の推移を見ても、学校に電子黒板や実物投影機、学習者用端末の配置代数が年々増加しており、学校現場に普及していることがわかる(図 1)。

また、同省の学びのイノベーション事業でも学校種、教科ごとに様々な実証実験が行われ、児童生徒 1 人に 1 台のタブレット PC 等を活用した教育を実践した[5]。

これらのことから、今後ますます ICT 機器の学校現場への普及は進み、児童生徒や教員にとってより効果的な学習のスタイルが作り上げられ、それに伴い ICT 機器もより身近なものになってくることが考えられる。

このような背景の中、様々な企業がハードウェア機器とソフトウェアを製品化している。その中、ICT 活用環境の中心的存在である電子黒板に着目してみると、多くの人に興味を持ってもらうため、機能を多くすることや、他のメーカーとは違うものにするのに重点が置かれている。そのた

[†]東京学芸大学
Tokyo Gakugei University

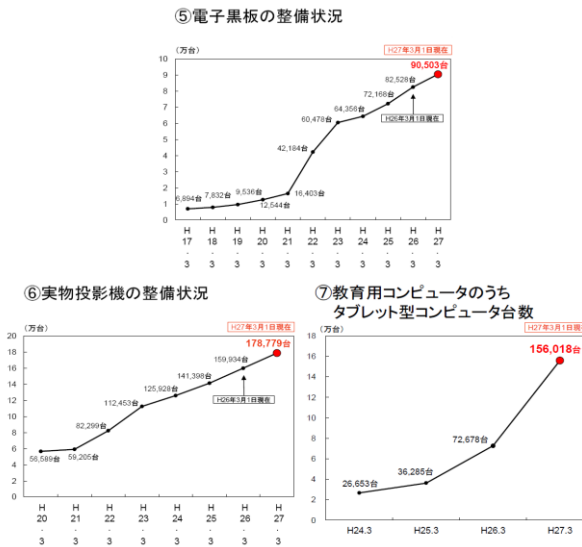


図1 ICT環境の整備状況[5]

Figure 1 Status of development of ICT environment

め、使わない機能がメニューに数多く並んでいて使い難くなっていたり、他メーカーで評判の良い機能が盛り込まれていなかったり、教育を指向していると言いながらも、十分に洗練されていないものが多い。

また、電子黒板（実際にはその機能を実装している電子黒板用ソフトウェア）と実物投影機などその他の ICT 機器（を利用するためのソフトウェア）や web ブラウザなどの様々なアプリケーションソフトウェアとの連携が弱く、同じような機能が電子黒板にも他のソフトウェアにもついている、データの受け渡しがうまくいかないということがあがる。こうした問題は、授業の流れが途切れてしまい、スムーズな授業展開を阻害することにつながる。

本稿では、授業の流れを意識し、教育現場での活用を重視することを方針として、これらの問題点を解消することを目的に行った電子黒板用ソフトウェアの開発について述べる。

2. 電子黒板の活用

2020 年度に向けた教育の情報化に関する総合的な推進方策である教育の情報化ビジョン[6]に基づき、21 世紀を生きる子どもたちに求められる力を育む教育の実現を目的として学びのイノベーション事業[4]が実施されてきた。電子黒板についてはすべての普通教室に整備されている環境においての実証研究が進められ、ICT 機器を活用することにより、一斉指導による学び（一斉学習）、一人一人の能力に応じた学び（個別学習）、子どもたち同士が教え合う協働的な学び（協働学習）などを推進できると報告している。

この中で、小中学校ほぼすべての教科において、電子黒板の活用が挙げられている。画像や動画、インターネット、デジタル教材を拡大表示したものを提示することで興味関

心を喚起し、子どもの考えを表示して自分と異なる考え方への気づきを促し、話し合いを活性化させるとともに考えを深めるといったことができるとしている。一方、電子黒板単体でなく、デジタル教材などを併用している活用例も多く示されていることから、それぞれの ICT 機器の持つ長所を活かす活用が求められると考えられる。

また、ICT 機器を活用した事例集の中でも特に電子黒板の活用のねらいに視点を置いた活用事例集[7]においては、その活用について 8 つの場面が示されている（図 2）。これらの学習活動を行っていくためには、電子黒板のみを活用してだけでなく、様々な ICT 機器を併せて活用していくことが述べられている。

坂東らは、一斉授業の情報化のために電子黒板上に複数の専用教材を表示し、画面全体に書き込みが行うことができるシステムの開発を行った[8]。このシステムの試用の結果として、電子黒板用ソフトウェアの書き込みを行う機能とその他のソフトウェアを連携させて用いることの優位性を示している。しかしながら、この研究においてはあらかじめ用意されている電子教材を表示することのみを行っている。より教師の進めたい授業に、教師が教材を瞬時に作ることができるようなことが必要である。

竹谷は、電子黒板と学習者用端末を連携させることで得られるデジタル環境ならではのメリットと課題を小学校での実践を通して述べている[9]。この中で、電子黒板と学習者用端末の連携というデジタル環境が従来の活動に比べて子どもたちの学習活動が活発になることを述べている。しかし、学習者用端末の画面を電子黒板に提示する操作に戸惑ってしまうという意見もあったことから、子どもたちが操作を容易にできるような設計を行う必要がある。

これらのことから、電子黒板単体で用いる場合以外にも、授業の流れを止めてしまうことなく、その他の ICT 機器と連携して授業が行えることが必要となる。

3. 電子黒板用ソフトウェアの設計

3.1 基本コンセプト

本研究では、電子黒板を、実物投影機、学習者用端末、指導者用端末などの ICT 機器、デジタル教科書や各種教育用アプリケーションなどのソフトウェアからなる ICT 活用環境の中心に位置づける。

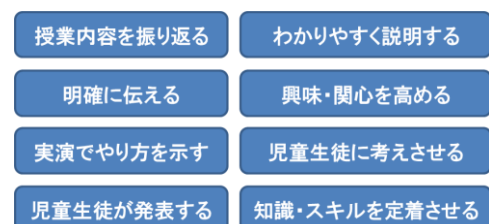


図2 電子黒板の活用場面

Figure 2 Examples of electronic whiteboard utilization

中心に位置づけるにあたり、電子黒板を単体で用いる場合に必要となる機能だけでなく、他の機器やソフトウェアを電子黒板と連携して活用できるようにするための仕組みを提案する。具体的には、電子黒板の板面（表示画面）をページとして管理し、他のシステムとの連携をこのページ基本単位として行えるようにする。このことで、他のソフトウェアの開発効率を向上することも可能となる。

3.2 基本設計

3.2.1 ページ

通常の教室に配置されている黒板は1枚の板であり、教師が板書を全面に書ききってしまうと、どこかを消してから書かなければならない。電子黒板も同様である。電子黒板の場合は、さらに物理的な板面が小さいこと、多くの画像や動画を表示するといった使い方をすることから、物理的な板面の大きさに制約されることなく広く板面を用いる方法が必要となる。

これを解消する方法として、物理的な表示画面の大きさより大きな仮想的な板面の一部を表示しスクロール可能にする方法と、複数の仮想的な板面を切り替えられるようにする方法が考えられる(図3)。前者では大きさに制限のない単一の板面に続けて書き込みを行うことができる。しかし、板書に物理的な区切りがなくなり、無秩序になってしまう危険性がある。また、書き込み方によっては、表示したい部分が表示画面からはみ出してしまう可能性があり、板書の仕方に気を使う必要が大きくなる危険性がある。そこで本研究では後者の方式を採用する。

この物理的な表示画面サイズの仮想的な板面をページとして、システムにおける基本単位の一つとする。また、ページに書き込まれた筆跡や貼られた画像は、授業内で意見をまとめたり資料を見やすくしたりするために移動や拡大縮小を可能とすべきである。そこで、ページ全体を1枚の画像としてではなく、それぞれ個々の要素(オブ

ジェクト)として管理する。

3.2.2 ブック

先に記したように電子黒板の物理的な板面の大きさが小さいことから、授業の流れの中で以前に板書・提示した板面を再度提示したいことがある。そのために、板面を保存し、ノートのように前後にページめくりを行えることを可能にする。この機能を有している既存の電子黒板ソフトウェアは非常に少ない。

このページめくりが可能な範囲のページの集合を本システムの基本単位の一つとし、ブックと呼ぶ。ブックは1時限の授業で書いたページの集合とすることを基本とするが、昨日使っていたブックを開いて書き足すといった、複数時限に渡って一つのブックとして扱うことも可能とする。

また、後からある単元で利用したページをまとめて見たり、ある1日に書き上げたページをまとめて見たりできるように、仮想的なブックとして開くことも可能とする。

3.2.3 ユーザ管理

電子黒板は、必ず各教室に一台ずつ配置されているだけでなく、例えば授業で使おうと思う度に教室まで運ぶなど一台を使いまわしている場合など、一台の電子黒板を複数の教師で共有していることがある。その場合、板書を保存する際の名前が他と重ならないように設定したり、保存場所を探したり、保存した板書を再び開こうとするときにそれを探したりしなければいけないということは負担につながってしまう。

そこで、利用する教師一人一人(ユーザ)のブックは別々に扱えるようにし、開くブックを選択するときの一覧表示などでは、利用しているユーザのブックだけを表示することを可能にする。

一方、中学校や、小学校でも数教室に電子黒板が配置されている場合、一人の教師が複数の電子黒板を用いることがある。このような場合のために、ある教室の電子黒板を利用したときのブックを別の教室の電子黒板で利用できるようにする。容易な実装方法はブックをどの教室からもアクセスできるサーバに保存できるようにすることであるが、LAN環境が十分に整備されていない場合にも対応できるように、サーバに保存する方式とUSB型フラッシュメモリ(USBメモリ)等のモバイルストレージに保存する方式の両方を、電子黒板を制御する個別のパーソナルコンピュータ(以下、PC)のローカルストレージに保存する方式と共に提供する。

3.2.4 自動保存

PCを操作することが得意でない教師にとって、ファイル名をつけたり保存場所を選択したりする保存手続きは負担である。そこで、ページの保存は自動的に行うこととする。

3.2.5 他のソフトウェアとの連携

デジタル教科書やwebページなど資料となるものを電子黒板に表示することにより、授業のめあてを子どもたちに

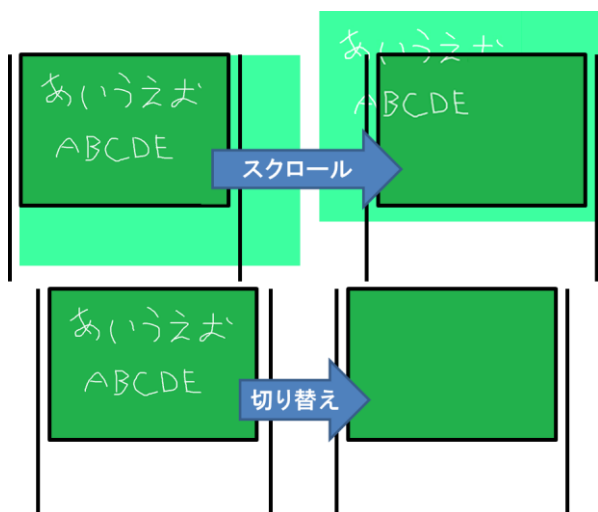


図3 ページの切り替え方法

Figure 3 Methods for switching pages

説明したり共有したりすることができる。ワークシートを拡大表示したものなどでは、どこに何を書いたらよいかといったことをより明確に伝えることができるようになる。また、子どもが自分の考えを書いたノートやワークシートを実物投影機で電子黒板上に表示して発表を行うことがある。そして教師が補助的な説明を行うことがある。

このような活動の際に、表示している資料に対して書き込めるようにすることで、より分かりやすい説明が可能となる。また、資料を表示し書き込みをした板面を残しておく、授業の振り返りのためや、複数の子どものノートを並べて比較するために再度表示したいことがある。

電子黒板用ソフトウェアとその他のソフトウェアや ICT 機器との連携を行うことにより活動が広がり、授業に幅が生まれる。しかし、現状では多くの ICT 機器やソフトウェアは単独で用いることができるようにしてあり、連携を行うことを想定していないため、それぞれに同じような機能が組み込まれていたり、データの受け渡しがうまくできなかったり、先に述べたような連携の弱さを抱え、授業の流れを遮断してしまう場合がある。

そこで、様々なソフトウェアを用いて表示したものを、電子黒板システムのページとして取り込むことを可能とする。そして、それぞれのソフトウェアが共通に持っている機能は、電子黒板側が持たせる。このことで、今後電子黒板ソフトウェアと連携を想定するソフトウェアについては基本的な機能は電子黒板用ソフトウェアが持っていることを前提とし、その部分の実装を省略できるようにもなる。

3.3 基本機能の設計

ここでは、基本設計に沿った電子黒板用ソフトウェアにするための機能設計を述べる。

3.3.1 基本的機能

所属する研究室で過去に行われた各社の電子黒板の機能を比較した研究を参考にし、手書き描画、直線描画、ペンの種類・太さ変更、消しゴム、画面全消去、拡大縮小を共通に電子黒板用ソフトウェアに備わっている機能と定義し、電子黒板用ソフトウェアに必要な基本的機能として提供する。

3.3.2 ページ追加機能、ページ切り替え機能

基本設計に従い、開いているブック内にページを新規に追加する機能と、前後のページに移動する(ページめくり)機能を提供する。

また、ページ数が増えるに伴い1ページずつさかのぼっていくと手間と時間がかかってしまい、授業の流れを遮ってしまうことになる。そこで、前後のページに切り替える操作方法の他に、隣接しない任意のページについても速やかに表示をできるように、ページの一覧を表示し、そこから選択して表示できる機能を加える。

3.3.3 ブック新規作成・選択機能

(1) ブック新規作成機能

新しい単元など前時までの流れと別の授業を行うとき、新たなブックを作成する機能を提供する。ブックを生成する場合には、その校時と教科、日付などの属性情報を持たせ、生成されるページは、このブックに属するものとして、これらの属性情報を設定する。あらかじめブックの情報を設定しておくことにより、ページごとに後で付け加える手間をなくす。校時と教科の属性情報の入力、入力を容易にするために予め用意した属性情報の一覧から選べるようにする。また、任意の属性情報をつけるために、フリーワードを入力できるようにする。

(2) ブック選択機能

前時から続く授業を行う場合や前時の復習を行う場合のために、以前に作成したブックを選択して開くことをできるようにする。

選択の際には、ブックを作成するときに持たせた教科や日付などの属性情報をもとにブックの一覧を表示する。このようにすることで目的のブックを探すことが容易になる。

また、属性情報による条件を指定することで、それに対応するページの集合を、仮想的なブックとして開くことを可能とする。

3.3.4 ユーザ管理機能

基本設計に従い、ユーザごとにブックが扱えるようにするために、電子黒板システムを利用する際にはログイン(ユーザ選択)させることとする。

このために、新規でユーザの追加を行ったり、不要になったユーザを削除したりできるようにする管理機能を提供する。

なお、ゲストユーザを用意しておくことによりユーザを追加しなくても本システムを用いることができるようにする。

(1) ユーザ追加機能

ユーザを新しく追加する機能を提供する。ユーザ名は任意で設定できるようにする。

(2) ユーザ削除機能

不要になったユーザを削除する機能を提供する。削除するユーザの指定は、削除するユーザを容易に見つけられるように、存在するユーザの一覧から選択をする方式とする。

削除するユーザのブックは、そのまま削除してしまうか、他のユーザに渡すことを可能にする。

なお、ゲストは本システムでデフォルトで置かれているユーザのため、一覧の中に表示をせず、削除の対象としないことにする。

3.3.5 ユーザ選択機能

ログインは、存在しているユーザを一覧で表示し、選択できるようにする。ユーザを切り替えたい際は、ログアウト作業なしに、再度ログインを行うことで可能とし、ユー

ザの切り替えを容易にする。

また、ログインしていない状況では、ゲストユーザとして利用することになる。単発で電子黒板システムを用いるためにユーザを追加するほどでもない場合を想定し、ゲストについても一覧で表示し、選択できるようにする。

3.3.6 画面分割機能

一つの問題に対して複数の解き方がある場合、教師は異なる答えの導き方をしている子どもに解答方法を書かせ、それを比較することがある(図4)。その他にも植物の発芽の仕方など、複数の意見を板書から比較するということがある。しかし、これらの場面では子どもたちの字の大きさ、書く位置などによって、黒板の幅が予想外に足りなくなる可能性が出てくる。そこで、電子黒板の表示画面上に複数のページを表示する機能を加える。最初から1人につき1ページの書くスペースを与えておき、それらを後に並べて表示することにより、板書を行う子どもたちにとっても窮屈にならず、引き続き幅広く自由に描くことができるようになる。また、分割表示している板面に教師が比較や補足のために書き込みを行うことを想定し、分割表示している状態を1枚のページとして取り込み、その中に表示される複数のページにまたがって書き込みを行うことができるようにする。

3.4 他のソフトウェアとの連携機能の設計

様々な他のソフトウェアやICT機器との連携を行うことを想定した機能の設計を述べる。

3.4.1 キャプチャ機能

電子黒板は通常PCの画面を映し出し、電子黒板上でPCの操作を行うので、授業の資料としてインターネットに接続してウェブページを開いて閲覧したり、動画を再生したりすることができる。書画カメラと接続することによって子どもたちのノートを映し出すこともできる。デジタル教科書などといった他のソフトウェアを使用することもできる。

それらを行う上で、電子黒板上に表示するものを資料として書き込みを行ったり、デジタル教科書の中に書かれている練習問題の問題文や、ウェブページの一部だけを切り取って表示したり(図5)、別のソフトウェアが表示するコンテンツを用いて電子黒板に板書面を作りたい場合がある。そこで、画面全体を板書面として用いるための、画面全体を1枚のページにする機能と、コンテンツの一部を同様に用いるための、一部分を切り取ってページ内に貼りこむ機能を提供する。後者の場合、貼りこんだ部分は1つのオブジェクトとして自由に動かすことができるようにする。

3.4.2 画像読み込み機能

他のソフトウェアから送られてきた画像をページとして取り込む機能を提供する。キャプチャ機能は画面に表示されたものを取り込むことになるので、画素数が限定され

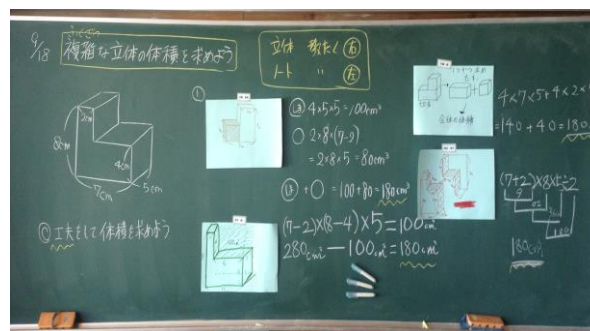


図4 複数の解き方を比較する
 Figure 4 Comparing some solutions

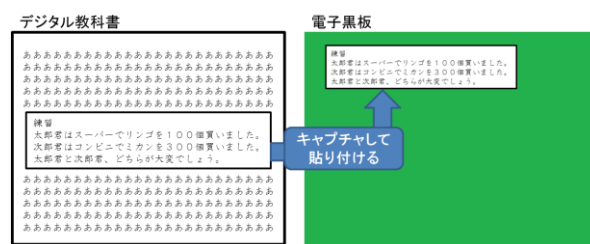


図5 一部のみを切り取る場合
 Figure 5 Case which cuts out a part

る、表示しなければ取り込むことができないという制限があるが、この機能では、画像を直接取り込み、それをページに貼って画面に表示することができる。この機能によって、たとえば子どもの活動や作品などの成果物をデジタルカメラや実物投影機などを用いて撮影し、それらの写真を授業内で扱うことができるようになり、資料として用いる画像を速やかに表示することが可能になる。

画像を受信するタイミングとして、子どもたちの考え方などを集めるために複数の学習者用端末から送らせる場合に用いる電子黒板側で受信を許容している間に送られてきた画像を取り込むものと、実物投影機用などの他のソフトウェアから一方的に送られてきた画像に対して受信を許容すると取り込むものを用意する。

読み込む画像はページに1枚ずつページに配置していき、そこに書き込みを行えるようにする。このようにすることで、単に資料として見せるだけでなく、そこに補足の書き込みを加えながら説明をしていくと言ったことができるようにする。

また、画像の受信は、学習者用端末から受け取るなどネットワーク経由の場合と、実物投影機用など同じPC上で動作するソフトウェアから直接受ける場合の二通りに対応させる。

3.5 ユーザインタフェースの設計

操作を容易にするために、本システムの機能を用いるためのボタンを配置した移動可能なウィンドウを表示する。このウィンドウを本システムにおいてはコントローラと呼称することにする。一カ所にボタンを集める形式にする

ことにより、電子黒板の板書面を広く用意することができる。また、教師の立ち位置に関わらず、ボタンを押すことができる。加えて、授業内で児童・生徒に板書させる場合にも、身長に関わらず操作が可能になる。

瞬時的な操作を可能とするために、類似かつ排他的関係を持つ機能は一つのボタンにまとめる。たとえば、自由線と直線の描画は1つのボタンで切り替えを行う。自由線を描画できる状態でボタンを押すと直線の描画に切り替わり、直線を描画できる状態でボタンを押すと自由線の描画に切り替わる。このことで、ボタンを多すぎるため、教師が授業中に操作するときに戸惑いを感じるようになることを避けられる。

また、類似かつ協調的關係を持つ機能はボタンのタッチの仕方によって切り替えることで一つのボタンにまとめる。たとえばウィンドウを一時隠すボタンで一時ウィンドウを隠した状態で再度押すと再びウィンドウが開かれる。このときに、普通にボタンをタッチした場合には普通のウィンドウを表示する。ボタンを長押しした場合は、画面全体をキャプチャして、ウィンドウの背景に設定する。この方法によって電子黒板上に表示するボタンの数を最小限に抑えることができる。

3.6 データ構造の設計

ページに書き込みを行うとストロークが作成される。キャプチャ機能と画像読み込み機能を用いた場合に取込んだ画像もストロークと共にページの構成要素となる。そして、ブックはページを子要素として持つ(図6)。

一つのブックを構成するページのデータを一つのフォルダに保存する。ブックは教科の属性ごとのフォルダに保存する。また、このフォルダはユーザごとのフォルダに保存する(図7)。

4. 試作

今回設計したシステムの実現可能性を示すために試作を行った。電子黒板はBIG PAD(シャープ)またはStarBoard(購入時は日立ソリューションズが販売)を、OSはWindows7をターゲットとした。Microsoft Visual C#, XAMLコードを用いてUIカスタマイズが容易に行うことができるWindows Presentation Foundation(WPF)アプリケーションとして実装した。

4.1 ページの実装

ページは、Visual C#のInkCanvasコントロールを用いることで実現した。ページに描画したストロークは、InkCanvasに描いたストロークを保存や読み込むための専用の形式であるisf(InkSerializedFormat)形式のファイルで、それぞれのページに対応する形で生成することによって、ページごとに保管を行う。

キャプチャ機能の内、全画面に対してキャプチャを行う場合と画像読み込み機能で取込んだ画像は、上から書き

込みを行うことを容易に実現するために、InkCanvasの背景(Background)に設定する。画面の一部に対してキャプチャを行う機能で取込んだ画像、及び、及び画面分割機能で表示するページを画像化したものは、ページに貼り込んだ後に自由に動かすことができるようにするために一つのオブジェクト(InkCanvasの子要素)として扱う。これらの画像はブックの保存フォルダに取り込みと同時に保存する。

ページ切り替えをする際には、isf形式でストロークの保存を行い、また、子要素となっている画像がどの位置にどのサイズで貼られているかの情報を、ブックごとのページレイアウトデータ(XMLファイル)に書き込む。そして、InkCanvas.Clearメソッドを用いてInkCanvas上のストロークの消去、及び子要素となっている画像を削除する。次に開くページのisfファイルを読み込んでストロークを生成する。また、切り替え先のページの背景画像があれば、InkCanvasの背景に設定し、見つからなければInkCanvasの背景にもともとの背景色を設定する。加えて、ページレイアウトデータを読み込み、切り替え先のページに貼り付ける画像がある場合にはInkCanvasの子要素として所定の位置に配置する。

4.2 ユーザ管理機能の実装

4.2.1 ユーザ追加機能

3.3.4(1)で述べたように、任意のユーザ名を入力をできるようにするために、ウィンドウ上にソフトウェアキーボードを表示することにした。キーボードにはひらがな・数字・

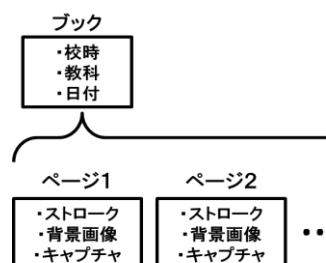


図6 ブックの構造

Figure 6 Construction of Book

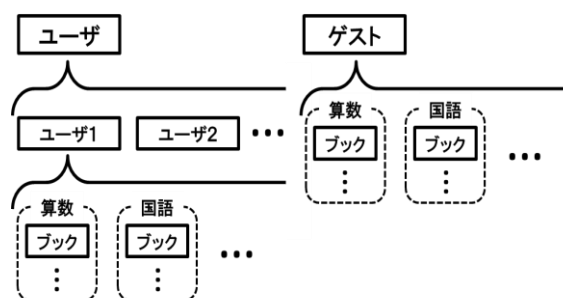


図7 ユーザの構造

Figure 7 Construction of User

ハイフン・バックスペースを配置する。キーボードを押下することにより、その文字がテキストボックスに入力されていく。

ブックの保存は、3.6 で述べたようにユーザごとに保存するため、その場所として、ユーザ名の付いたフォルダを作成する。なお、このフォルダの場所、及びユーザの情報を保存する場所は、デフォルトでは電子黒板システムの実行ファイルと同じ場所とする。これでたとえば USB メモリで運用したい場合に対応できる。また、任意の場所に変更できるようにし、校内 LAN 環境で運用する場合はネットワークドライブ内の場所を指定することで、全教室からデータにアクセスすることが可能になる。

4.2.2 ユーザ削除機能

ユーザをまとめるフォルダ内において Directory.GetDirectory メソッドを用いて存在するユーザの名前を取得して Button コントロールのコンテンツにその名前を設定し、ウィンドウに貼り付けていくことにより一覧を作成することにした。選択したユーザを削除する際は、保存場所にあるブックを消去するかゲストユーザに移すかを尋ねる。削除する場合には Directory.Delete メソッドを用いてフォルダを削除、することにした。削除しない場合は、Directory.Move メソッドを用いてゲストユーザの保存場所にブックを移動する。

4.3 画像分割機能の実装

分割枚数を増やすことにより 1 ページ当たりの面積が小さくなっていくので、分割可能枚数は 1~16 枚にすることにした。選択したページの枚数によって XAML の Grid を用いて新しいページにウィンドウに仕切りを設け、分割した部分に選択したページを画像化し、それを貼り込んだ(図 8)。

貼り込んだページ画像は InkCanvas の子要素とすることにより、配置したページをまたいだ書き込みを行うことが可能になるが、それと共に移動操作も可能にする必要がある。そこで、InkCanvas の EditingMode を Ink から None に切り替えオブジェクトに触れることができるように動かすことを可能にした。

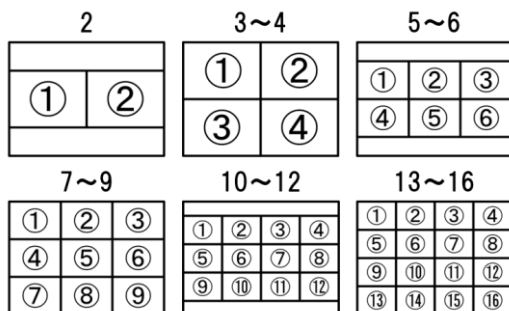


図 8 画面分割のレイアウト
 Figure 8 Layouts of screen split

4.4 キャプチャ機能の実装

4.4.1 全画面キャプチャ

画面全体のキャプチャを行う場合、Windows のデフォルトで備わっているキャプチャ機能 (Graphics.CopyFromScreen メソッド) ではマウスカーソルは写ることはない。しかし、ページ上に常駐しているコントローラーはこのメソッドでは写ってしまう。このウィンドウは写る必要のないものであり、キャプチャをされないようにしなければならない。そこでキャプチャを行う手順を工夫することで、この問題に対処した。キャプチャを行うときに、まずコントローラーを一時非表示にする。その次にキャプチャを行い、その後コントローラーを再度表示する。このような手順にすることで、キャプチャした画像に写りこむという事がなくなる。

また、画面下部等に設置されているタスクバーを写さないようにした。しかし、タスクバーはユーザの任意の位置で設定することができるので、あらゆる配置でタスクバーを除いたキャプチャができるようにする必要がある。そこで Screen.PrimaryScreen.WorkingArea でディスプレイのタスクバーを除いた部分の大きさを取得し、タスクバー以外の領域を取得し、Graphics.CopyFromScreen メソッドでその領域のみのキャプチャを行った。

そして、キャプチャした画像を InkCanvas の Background に設定した。

4.4.2 部分キャプチャ

部分キャプチャを行う際には全画面キャプチャの時と同様に Graphics.CopyFromScreen メソッドを用いて、指定した領域のみをキャプチャし、その画像を、画面分割機能と同様に InkCanvas の子要素とした。

4.5 画像読み込み機能の実装

3.4.2 の機能設計に基づき、画像の受け取り場所は、Windows 規定で作成されるユーザドキュメントフォルダとし、実行開始時に生成する。ただし、ドキュメントフォルダが使えない場合のために、フォルダの設置場所は任意に変更できるようにした。この場所は Windows のメッセージ通信で取得できるようにした。

通常時は、このフォルダを FileSystemWatcher によって監視を行う。フォルダ内にファイルが置かれた場合、そのファイルの形式を識別し、画像形式であった場合にはその画像を受け取るかを尋ねる通知画面を出すことにした。画像を受け取る場合には、受け取った画像を使用しているブックの中の背景画像をまとめたフォルダの中に移動する。そしてその後、新しいページの InkCanvas の Background に設定する。これが、他のソフトウェアから一方的に送られてきた画像に対して受信を許容する機能に対応する実装となる。

電子黒板側が受信を許容している間の受け取る機能については、受信許容の間は先に述べた受け取り場所のフォル

ダの監視を一時停止し、監視再開後のフォルダの中身を GetFiles メソッドによってファイル数をカウントし、その数とそれらを受け取るかを尋ねる通知画面を表示することにした。画像を受け取る場合には受け取る画像それぞれを新しいページの InkCanvas の Background に設定していく。

5. おわりに

本研究では、授業の流れを意識し、教育現場での利用を重視することを方針として、これまでの電子黒板システムの問題点の解消と、電子黒板を基幹としてその他の ICT 機器とのスムーズな連携を行うことを目的に、電子黒板を単体で用いる場合の機能、別ソフトウェアとの連携に用いる機能の設計をし、その試作を行った。

授業の流れを意識した設計として、1 時限の授業で書いたページの集合をブックの基本とし、その中のページの切り替えを容易にしたこと、そして機能を最小限に絞り込み、電子黒板単体で用いる場合だけでなく、他の ICT 機器との連携についても電子黒板を中心に容易に行えるようにしたことがあげられる。

今後は、今回開発を行った電子黒板用ソフトウェアを、授業実践を通して、提案した設計が授業の流れを妨げないことに向上があったかについて評価し、洗練することでシステムの完成度をさらに高めていきたい。また、電子黒板を中心に他の ICT 機器との連携を図ることにより、新たに可能となる授業のスタイルについても考えていきたい。そのために、それぞれの ICT 機器のもつ特性だけでなく、教科の本質や、指導のねらいについてもより明らかにしていきたい。

参考文献

- [1] 文部科学省：第 2 期教育振興基本計画 (2013).
- [2] 文部科学省：日本再興戦略 (2013).
- [3] 文部科学省：世界最先端 IT 国家創造宣言 (2013).
- [4] 文部科学省：学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果(概要) (2015)
- [6] 文部科学省：学びのイノベーション事業実証研究報告書 (2013).
- [7] 文部科学省：教育の情報化ビジョン (2011)
- [8] 文部科学省：授業がもっとよくなる電子黒板活用 (2015)
- [9] 坂東宏和, 杉崎知子, 加藤直樹, 澤田伸一, 中川正樹：一斉授業の情報化のための電子黒板ミドルウェアの基本構成と試作, 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.3, pp.804-814 (2003)
- [10] 竹谷正明：タブレット端末の導入と、電子黒板を連携させた活用, 日本教育情報学会第 31 回年会, pp150-153 (2015)